

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة أبي بكر بلقايد - تلمسان

Université Aboubakr Belkaïd – Tlemcen –

Faculté de TECHNOLOGIE



MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du **diplôme** de **MASTER**

En : Télécommunications

Spécialité : Réseaux et Télécommunications

Par : SMAHI MOHAMMED

Sujet

**Commande d'un bras manipulateur via une application
Android**

Soutenu publiquement, le 19/09/2018, devant le jury composé de :

M. MOUSSAOUI DJILALI	MAA	Univ. Tlemcen	Président
M. HADJILA Mourad	MCB	Univ. Tlemcen	Directeur de mémoire
M. MERZOUGUI Rachid	MCA	Univ. Tlemcen	Examineur

Dédicace

Nous dédions ce modeste travail et nos profondes gratitudees à :

Nos mères, sources de tendresse et d'amours pour leurs soutiens tout le long de notre vie scolaire.

Nos pères, qui nous ont toujours soutenus et qui ont fait tout possible pour nous aider.

Nos frères et nos sœurs, que nous aimons beaucoup.

Notre grande famille.

Nos cher ami (e) s, et enseignants, administratif, et le personnel de la faculté de technologie de Tlemcen.

Tout qu'on collaboré de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

Que dieu leur accorde santé et prospérité.

Remerciements

Avant tout remerciement, louange à ALLAH

C'est avec le plus grand honneur que nous avons réservé l'ouverture de notre projet en signe de gratitude et de reconnaissance à l'égard de tous ceux qui nous ont aidés, de près ou de loin, à la réalisation de ce projet fin d'étude.

Nous tenons à adresser nos vifs remerciements à notre encadrant **Mr.HADJILA Mourad** enseignant Maitre de conférence à l'université Abou-bekr-Belkaid de Tlemcen pour sa présence, son encadrement, ses conseils fournis de façon efficace tout au long de la période de réalisation.

Nous voudrions aussi exprimer nos remerciements sincères à tous les professeurs de l'université Abou Bekr Belkaid de Tlemcen qui ont fait beaucoup d'efforts pour nous transmettre leurs connaissances. Vos compétences incontestables ainsi que vos qualités humaines vous valent l'admiration et le respect de tous. Nos sincères remerciements s'adressent aussi pour votre patience et votre encadrement durant toutes ces années.

Nos remerciements les plus respectueux s'adressent à **Monsieur Moussaoui Djillali** maître assistant classe A à l'Université de Tlemcen, pour avoir accepté de présider le jury de ce mémoire.

Nous exprimons également notre reconnaissance à **Monsieur Merzougui Rachid** maître de conférences classe A, pour avoir accepté d'examiner et d'évaluer ce mémoire.

Merci également à ma sœur **Madame Smahi Hadjer** qui été toujours là et m'a aidé et encouragé.

Enfin, que nos parents, nos familles, nos enseignants et collègues à l'Université de Tlemcen, et tous ceux qui ont collaboré de près ou de loin à la réussite de ce travail trouvent à travers ces quelques lignes l'expression de notre profonde gratitude pour leur soutien et leurs encouragements de tous les instants.

On vous en remercie chaleureusement.

Table des matières

Dédicace.....	i
Remerciements.....	ii
Table des matières	iii
Listes des figures	vii
Listes des tableaux.....	x
Listes des abréviations	xi
Introduction générale.....	1
Chapitre I : Internet des objets	
I.1. Introduction	3
I.2. Définition d’Internet des Objets « I.D.O. »	3
I.3. L’Internet de l’Objet, l’Internet du futur	3
I.4. L’évolution actuelle d’Internet dans le monde :	4
I.5. Pourquoi tout le monde parle de l’Internet des objets ?	4
I.6. Les Objets connectés	5
I.7. Concepts, connectivite et Architecture de « I.D.O. »	5
I.7.1. Concepts	5
I.7.2. Connectivite	5
I.7.3. Architecture Internet des objets	7
I.8. Concepts d'objet connecté (QRCode, RFID Tag, ...)	7
I.8.1. QRCode	7
I.8.2. RFID	8
I.8.2.1. introduction	8
I.8.2.2. Étiquettes RFID	8
I.9 Fonctionnalités et technologies de communication des IoT	9
I.9.1. Concevoir son objet connecté	9
I.9.2. Fonctionnalités d'identification et de capture	10
I.9.2.1. Fonctionnalités d'identification (Identifying Thing)	10
I.9.2.2. Fonctionnalités de capture (Feeling Thing)	11
I.9.2.3. Technologies de communication. CPL (Courant Porteur en Ligne)	12
I.9.2.4. Communication radio courte portée et réseaux sans fil	13
I.10. Domaines d'application et nouveaux service	16
I.10.1. Surveillance et monitoring	16

I.10.2. Les applications de l’IoT	17
I.11. Cloud et Big Data : les deux moteurs de l’Internet des Objets.....	18
I.11.1. L’origine des données du Big Data.....	18
I.11.2. Architectures de stockage des données	19
I.11.2.1. Architecture	19
I.11.2.2. Le stockage	19
I.12. Conclusion	20
Chapitre II : Le bras humain et ses copies	
II.1. Introduction	21
II.2. Définition	21
II.2.1. Définition d’un robot	21
II.2.2. Le concept de robot	21
II.2.3. Définition de la robotique	21
II.2.4. Définition un agent	21
II.3. Historique	22
II.4. Type des robots	14
II.4.1. Robot manipulateur	24
II.4.2. Robots mobiles	24
II.5. Un bras manipulateur	25
II.6. La robotique et l’Internet des objets « IoRT »	25
II.7. Les composants d’un système robotique	26
II.7.1. Unité informationnelle.....	26
II.7.2. Unité opérationnelle.....	26
II.8. La structure mécanique articulée.....	27
II.8.1. Structure mécanique articulée à chaîne cinématique simple.....	27
II.8.2. Structure mécanique articulée à chaîne cinématiques fermée	28
II.9. Architecture des robots	28
II.9.1. La base	29
II.9.1. La base	29
II.9.2.1. Segment	29
II.9.2.2. Articulation.....	29
II.9.3. L’actionneur	30
II.9.3.1. Actionneurs rotatifs	30
II.9.3.2. Actionneur hydraulique.....	31

II.10. Classification des robots	32
II.10.1. Classification fonctionnelle	32
II.10.1.1. Manipulateur à commande manuelle	32
II.10.1.2. Manipulateur automatique	33
II.10.1.3. Robots programmables	33
II.10.1.4. Robots intelligents	34
II.10.2. Classification géométrique	34
II.10.2.1. Structure cartésienne (PPP)	34
II.10.2.2. La structure cylindrique (RPP) ou (PRP)	35
II.10.2.3. La structure sphérique ou polaire à axe de rotation orthogonale	35
II.10.2.4. La structure dite SCARA	36
II.10.2.5. La structure 3R	36
II.11. Caractéristiques d'un robot	36
II.12. Domaines d'applications	37
II.12.1. L'industrie	37
II.12.2. Le domaine militaire	37
II.12.3. La santé	37
II.13. Conclusion	38
Chapitre III : Commande du bras via une interface Android	
III.1. Introduction	39
III.2. Description du kit de bras manipulateur	39
III.2.1. Partie électronique	40
III.2.1.1. Le servomoteur	40
III.2.1.2. Arduino Mega 2560	44
III.2.1.2. ESP-01 Module WiFi ESP8266	45
III.3.1. Première étape	47
III.3.2 Deuxième étape	48
III.3.3 Troisième étape	51
III.3.4 Quatrième étape	58
III.3 Partie logicielle	59
III.3.1. Téléchargement de l'application Arduino	59
III.3.2. Configuration de Module WiFi ESP8266-01	60
III.3.3. Création d'application	60
III.3.3.1. Interface de contrôle du robot	60

Table des matières

III.4. Conclusion	70
Conclusion générale	71
Bibliographie	72
Résumé.....	73

Listes des figures

Figure I.1. Internet des objets du futur	3
Figure I.2. Représentation des modèles OSI et TCP/IP.....	6
Figure I.3. Architecture Internet des objets	7
Figure I.4. Exemples de puces RFID	8
Figure I.5. Présentation les fonctions d'un objet connecté	9
Figure I.6. Type de connexion	10
Figure I.7. Représentation des bandes de fréquence utilisées par le CPL.....	12
Figure I.8. Principe d'accès Outdoor	12
Figure I.9. Principe d'accès InDoor	13
Figure I.10. Présentation de technologie réseaux sans fil	13
Figure I.11 : Présentation à NOSQL	19
Figure II.1. Représentation schématique d'un agent	22
Figure II.2. Présente le développement de la robotique au fil des années	23
Figure II.3 Robot mobile	25
Figure II.4. Bras manipulateur série	25
Figure II.5. Bras manipulateur parallèle	25
Figure II.6. Structure fonctionnelle d'un robot	26
Figure II.7. Représente Constituants d'un robot	27
Figure II.8. Structure sérielle	28
Figure II.9. Structure fermée	28
Figure II.10. Architecture d'un robot	28
Figure II.11. Représentation d'une articulation rotoïde sous ses différentes formes	29
Figure II.12. Représentation d'une articulation prismatique sur ses différentes formes	30
Figure II.13. Manipulateur à commande manuelle	33
Figure II.14. Manipulateur automatique	33
Figure II.15. Troisième génération des robots Mindstorms.....	34
Figure II.16. Robots intelligents	34
Figure II.17. Structure d'un Robot cartésien.....	35
Figure II.18. Structure d'un robot cylindrique.....	35
Figure II.19. Structure d'un robot sphérique.....	35
Figure II.20. Structure d'un robot SCARA	36
Figure II.21. Structure d'un robot 3R	36

Figure III.1. Le Bras avant et après l'assemblage	39
Figure III.2. Arduino Mega 2560	40
Figure III.3. Servomoteur de type MG996R	41
Figure III.4. Angle de rotation en fonction de temps d'impulsion PWM	41
Figure III.5. Impulsion PWM	42
Figure III.6. Sens du courant en fonction de l'état des interrupteurs d'un pont en H	42
Figure III.7. Signal PWM envoyé par la broche PWM du Arduino Mega2560	43
Figure III.8. Arduino mega 2560	44
Figure III.9. ESP8266-01 module WiFi	45
Figure III.10. Micro-contrôleur de L'ESP8266-01	46
Figure III.11. ESP-01 avec un microcontrôleur fonctionnant en 3,3V	47
Figure III.12. Brochage du module ESP-01	47
Figure III.13. Branchement de ESP8266-01 sur fritzing	48
Figure III.14. Raccordement du module ESP8266-01 avec Arduino mega2560	48
Figure III.15. L'alimentation de la carte Arduino	49
Figure III.16. Après l'alimentation	49
Figure III.17. Taper le mot de passe	50
Figure III.18. Vérification de fonctionnement du module ESP8266-01	50
Figure III.19. Poteaux électriques en fer	51
Figure III.20. Forme générale du bras	52
Figure III.21. 3D Builder	52
Figure III.22. Interface de 3D Builder	53
Figure III.23. Partie 1 du bras en 3D	53
Figure III.24. Servomoteur de rotation horizontale.	54
Figure III.25. Servomoteur de rotation verticale	54
Figure III.26. Partie 2 du bras en 3D	55
Figure III.27. Partie 2 réelle du bras	55
Figure III.28. Partie 3 du bras en 3D	56
Figure III.29. Partie 3 réelle du bras	56
Figure III.30. Partie 4 du bras	57
Figure III.31. Partie 4 de bras en réalité	57
Figure III.32. Système de poignée	58
Figure III.33. Raccordement total du bras	58
Figure III.34. Raccordement total du bras en réalité	59

Figure III.35. Interface de l'application Arduino	59
Figure III.36. Interface du site remoteXY	60
Figure III.37. Création d'application	61
Figure III.38. Configuration connections	61
Figure III.39. Connexion WiFi Access point	62
Figure III.40. Device Arduino Mega 2560	62
Figure III.41. Configuration Shield ESP8266-01	63
Figure III.42. Choisir connections interface	63
Figure III.43. Choisir vitesse transfère	64
Figure III.44. Nom et mot passe de point d'accès	64
Figure III.45. Nommé les variables (seek bar)	64
Figure III.46. Interface de l'application	65
Figure III.47. Interface de contrôle du robot.....	65

Listes des tableaux

Tableau I.1. Les différentes classes de puces RFID	9
Tableau III.1. Tableau présente les caractéristiques de Arduino mega2560.....	45
Tableau III.2. Tableau présente la synthèse des caractéristiques de ESP8266-01	46

Listes des abréviations

3G : 3 Emme génération

ADSL : Asymmetric Digital Subscriber Line

CPL : Courant Porteur en Ligne

DNS : Domain Name System

DOCSIS : Data Over Cable Service Interface Specification

EPC : Electronic Product Code

IEEE : Institute of Electrical and Electronics Engineers

IP : Internet Protocole.

IPv6 : Internet Protocol version 6

IoT : Internet Of Things

I.D.O : Internet des Objets

GHz : GegaHertz

GSM : Global System for Mobile Communications

GPRS : General Packet Radio Service

Kbit/s : kilobits par seconde

LHC : Large Hadron Collider

LTE : Long Term Evolution

Mbps : Megabits par seconde

MHz : MegaHertz

QRCode

SoC : System on Chip

RFID : Radio Frequency Identification.

ONS : Object Naming Service

OSI : Open Systems Interconnection

PDA : Personal Digital Assistant

SMS : (short message service

SQL : sigle de Structured Query Language

TCP: Transmission Control Protocol

UMTS : Universal Mobile Telecommunications System

Listes des abréviations

WECA : Western Electrical Contractors Association

WPAN : Wireless Personal Area Network

WWAN : Wireless Wide Area Network

Introduction générale

Depuis quelques années, l'Internet évolue de « l'Internet des ordinateurs » à « l'Internet des Objets ». Il y a convergence entre des domaines autrefois différents, comme les systèmes embarqués et la communication machine à machine avec Internet et ses hiérarchies de réseaux. L'Internet des Objets permet le développement d'un grand nombre d'applications dotant d'intelligence un certain nombre de domaines : santé, maison, ville, télévision, automobile, processus industriels, etc. Le nombre d'objets connectés croît de manière exponentielle. Les solutions techniques se sont développées pour permettre l'interopérabilité entre les différents niveaux : applications, services du nuage, réseaux de communication et composants, du capteur intelligent au système informatique. L'Internet des Objets c'est un domaine qui est vraiment très grand surtout dans le domaine industriel qui a besoin d'objets connectés (les bras, les machines, les mixeurs, etc.).

Notre projet de fin d'études porte sur la réalisation d'un bras manipulateur commandé via une application Android. Nous avons choisi ce sujet à cause de l'utilisation la plus courante de ces bras d'un côté, et d'autre côté l'importance de son travail y compris leur force qui dépasse celle du corps humain. De plus, il facilite les tâches avec une haute précision. Il est capable d'accéder dans des endroits dangereux. L'utilisation de ce bras se base sur une technologie WiFi. Cette dernière est une technologie sécurisée, fiable et nous permet de communiquer à des distances allant jusqu'à 100m.

Afin d'atteindre notre objectif, ce mémoire est organisé en trois chapitres comme suit :

Le premier chapitre présente l'Internet des objets, l'Internet de futur, leur évolution actuelle dans le monde, les technologies de communication et le domaine d'application.

Le deuxième chapitre présente une définition de robot et robotique, historique des bras manipulateurs, les type des bras, l'architecture et la classification des bras et leurs domaines d'application.

Le troisième chapitre en lui-même est divisé en trois parties :

La première concerne une présentation de la carte Arduino mega 2560, les servomoteurs, le Shield WiFi ESP8266-01.

En revanche, la deuxième c'est la partie électronique ; elle contient le côté « *hardware* » (les composants) et la réalisation détaillée des côtes du bras, et elle montre comment faire le branchement exact des servomoteurs avec la carte Arduino.

Enfin vient la troisième partie, c'est la partie logicielle ; elle contient la configuration du module WiFi, elle vérifie l'interconnexion entre la carte Arduino mega 2560 et le smartphone, ensuite, elle montre la création de l'application Android.

Nous finissons ce mémoire par une conclusion qui présente l'ensemble du travail et les perspectives envisagées.

Chapitre I :
Internet des objets

I.1. Introduction

L'Internet des Objets est un réseau de réseaux qui permet, via des systèmes d'identification électronique normalisés et unifiés, et des dispositifs mobiles sans fil, d'identifier directement et sans ambiguïté des entités numériques et des objets physiques et ainsi de pouvoir récupérer, stocker, transférer et traiter, sans discontinuité entre les mondes physique et virtuel, les données s'y rattachant.

I.2. Définition d'Internet des Objets « I.D.O. »

Le terme d'Internet des Objets (I.D.O.) (*en anglais Internet Of Things, IoT*) ne fait pas encore consensus sur sa définition, ce qui s'explique par la jeunesse de ce concept en pleine mutation. Il existe ainsi autant de définitions que d'entités impliquées dans la réflexion, le développement ou la normalisation de ce nouveau paradigme [1].

Partout dans le monde, les gens se connectent à Internet pour trouver des informations, pour interagir avec leurs homologues et pour travailler. Mais les gens ne sont pas les seuls consommateurs d'Internet : les objets l'utilisent également. Dans les secteurs de l'industrie manufacturière et de l'énergie, les interactions machine à machine sont répandues. Elles permettent de suivre les opérations des machines-outils, de signaler les défaillances et d'envoyer des alertes de maintenance.

À cela s'ajoutent aujourd'hui les objets du quotidien, qui se connectent au cloud pour former « l'Internet des objets ». BI Intelligence estime que 1,9 milliards de terminaux sont déjà connectés à l'Internet des objets.

I.3. L'Internet de l'Objet, l'Internet du futur



Figure I.1. Internet des objets du futur

L'Internet des Objets fait partie intégrante de l'Internet du futur et peut être défini comme une infrastructure du réseau global et dynamique basée sur des protocoles de communication interopérables où les objets réels et virtuels ont une identité qui par le biais d'interfaces intelligentes sont parfaitement intégrés dans un réseau d'information.

Il doit permettre une connectivité pour tout le monde, tout le temps et partout et idéalement depuis n'importe quelle plate-forme.

La vision de l'Internet du futur basée sur des protocoles de communication standards prévoit la fusion des réseaux informatiques, de l'Internet des médias, de l'Internet des services et de l'internet des objets dans une plate-forme commune et globale des technologies de l'information. Ce futur réseau privé/public pourra être étendu et amélioré de manière dynamique par les objets interconnectés.

I.4. L'évolution actuelle d'Internet dans le monde

L'Internet des objets, ou Internet of Things (IoT) en anglais, transformera l'ensemble de la société, y compris nous-mêmes. À première vue, cette affirmation peut paraître exagérée, mais pensez à l'impact qu'a déjà eu Internet sur l'enseignement, les communications, les entreprises, la science, les organismes publics et les hommes. Internet est sans nul doute l'une des inventions les plus importantes et les plus significatives de toute l'histoire de l'humanité.

Des projets IoT déjà en cours promettent de combler les écarts de richesse, d'améliorer la distribution des ressources mondiales aux populations défavorisées et de nous aider à comprendre notre planète, ce qui nous permettra d'adopter un comportement plus proactif au lieu de simplement réagir aux événements. Toutefois, plusieurs obstacles menacent de ralentir le développement de l'IoT, notamment la transition vers le protocole IPv6, la mise en place de normes communes et le développement de sources d'énergie pour des millions, voire des milliards de minuscules capteurs.

I.5. Pourquoi tout le monde parle de l'Internet des objets ?

L'Internet des objets révolutionne le monde de l'entreprise, et surtout les relations entre elles et leurs clients. Pourquoi ? Parce que cette technologie crée un nouveau canal d'interactions.

Tout comme Internet, cette technologie offre d'immenses opportunités qui vous tendent les bras. Cisco, le géant de la gestion de réseau, prédit que les opportunités commerciales liées à l'Internet des objets s'élèveront à 14 400 milliards de dollars à travers le monde au cours de la prochaine décennie. Plus précisément, cela représente une opportunité d'augmentation mondiale des bénéfices commerciaux d'environ 21 %.

I.6. Les Objets connectés

À l'heure actuelle, les objets connectés font déjà partie intégrante de nos vies sous forme de produits « high tech ». Beaucoup d'enseignes ont franchi le cap et proposent des produits innovants, comme Apple et sa montre connecté « Apple Watch » ou encore Google et ses « lunettes à réalité augmentée ». Dans notre quotidien aussi, nous utilisons des objets connectés plus commun, comme le réglage de notre chauffage à distance, notre bracelet de sport qui calcule les kilomètres parcourus ou encore notre téléviseur avec accès multimédia. Cela paraît anodin et pourtant les objets connectés sont déjà bien implantés dans notre culture.

Les objets connectés ne font pas simplement l'objet d'un avancement technologique de pointe mais convergent également dans le domaine de la santé et du bien-être en ouvrant de nouvelles perspectives d'avenir. En effet, il serait désormais possible de mieux comprendre certaines maladies et de progresser quant aux traitements s'y rapportant. Ce marché pourrait constituer un véritable potentiel pour faire progresser la science et pourquoi pas une augmentation de la longévité.

I.7. Concepts, connectivité et Architecture de « I.D.O. »

I.7.1. Concepts

Le concept d'Internet des Objets peut être considéré comme un prolongement de l'interaction déjà existante entre homme et machine à travers une nouvelle dimension d'objets communicants.

La présente publication met en exergue les principaux sujets inhérents à ces nouvelles technologies. L'Internet des objets est une extension de l'Internet actuel à tous les objets pouvant communiquer de manière directe ou indirecte avec des équipements électroniques eux-mêmes connectés à l'Internet. Cette nouvelle dimension de l'Internet s'accompagne de forts enjeux en matière technologique, économique, sociétale et de gouvernance [2].

I.7.2. Connectivité

Comme évoqué dans l'introduction, le concept même d'Internet des Objets implique une connexion au réseau. Si le sujet vous intéresse, je vous invite à vous renseigner sur le modèle OSI qui détaille les différentes couches de mise en œuvre d'un réseau depuis la couche physique (transmission des signaux) jusqu'à la couche application (service exploitant les données).

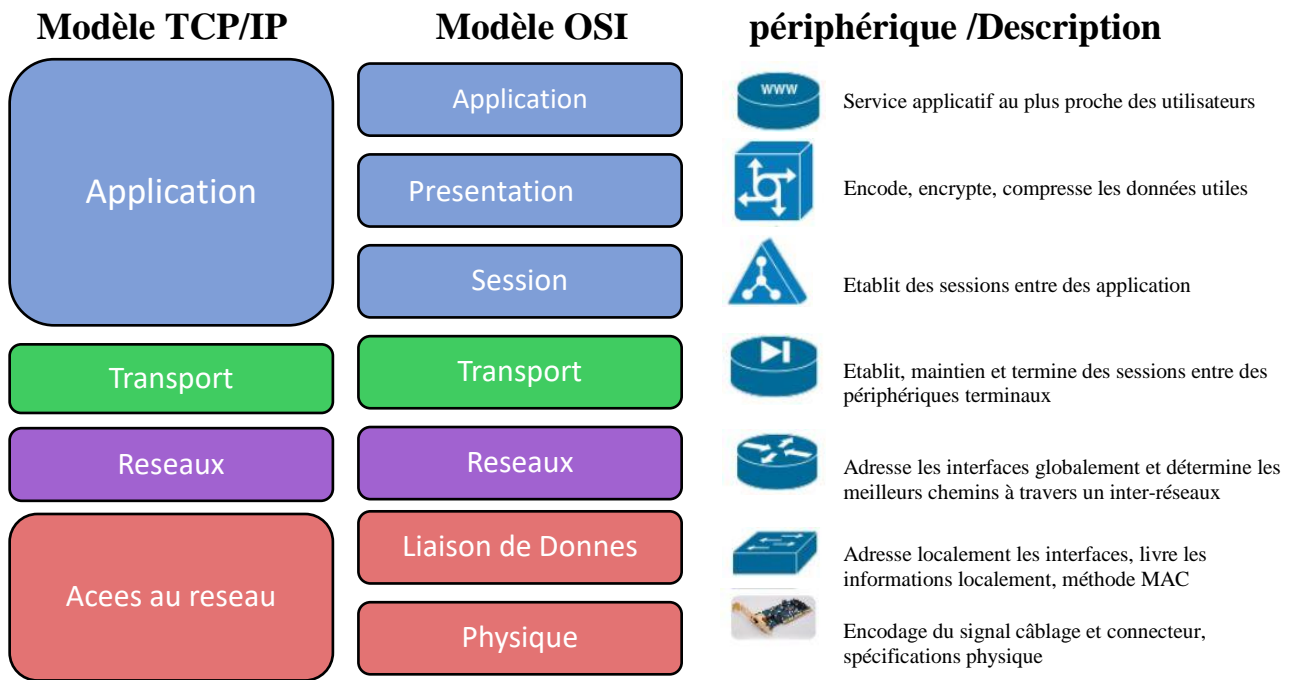


Figure I.2. Représentation des modèles OSI et TCP/IP

Pour connecter notre objet à Internet, plusieurs possibilités s'offrent à nous. Nous pouvons le connecter directement via une connexion filaire Ethernet, via un Shield adapté ou un Arduino Ethernet par exemple. Et nous pouvons également passer, comme ce sera le cas aujourd'hui, par une connexion *WiFi / IEEE 802.11*.

Une autre possibilité serait de passer par une plateforme intermédiaire, un ordinateur, un Raspberry ou un smartphone par exemple auquel notre objet serait connecté.

Les réseaux sont classifiés selon leurs portées et dispose de protocoles adaptés :

- Personnel Area Network : Nordic RF, ANT, Bluetooth, IEEE 802.15.4 (*xbee, zigbee*) .
- Local Area Network : WiFi ou Ethernet puis routeur par exemple.
- Wide Area Network : (*xDSL, GSM/GPRS, 3G/LTE, DOCSIS*), LoRa, SigFox.

I.7.3. Architecture Internet des objets

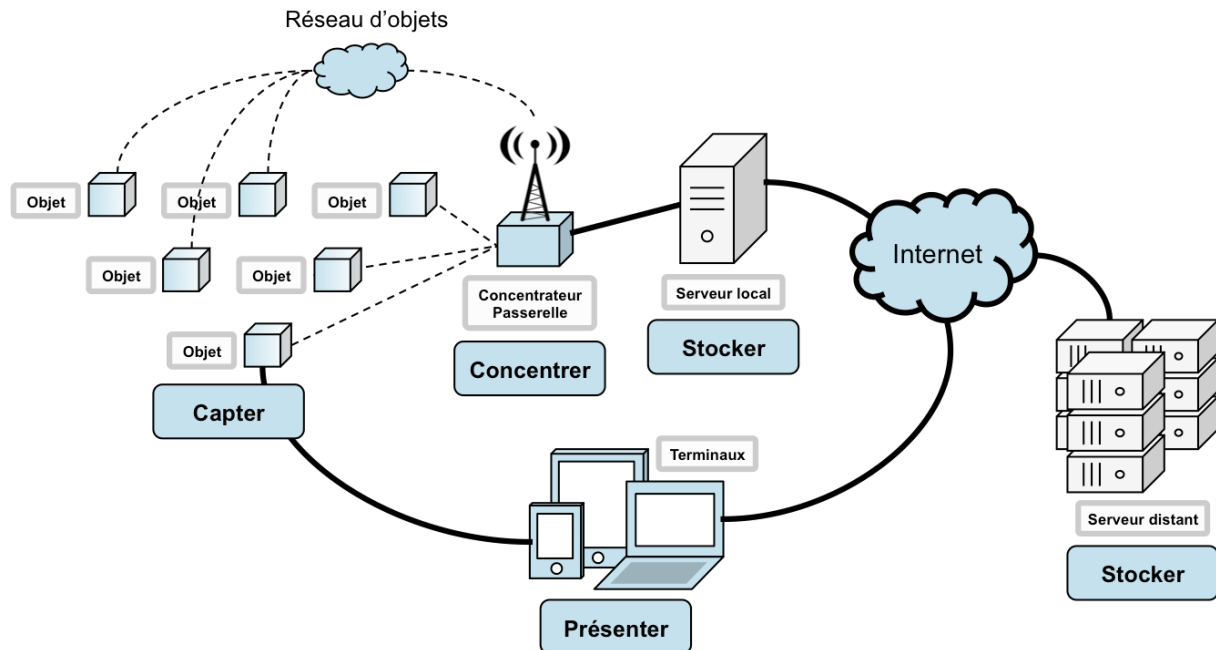


Figure I.3. Architecture Internet des objets

Précisons le rôle des différents processus présentés sur ce schéma :

- **Capter** désigne l'action de transformer une grandeur physique analogique en un signal numérique.
- **Concentrer** permet d'interfaçer un réseau spécialisé d'objet à un réseau IP standard (e.g. WiFi) ou des dispositifs grand public.
- **Stocker** qualifie le fait d'agréger des données brutes, produites en temps réel, méta taguées, arrivant de façon non prédictible.
- Enfin, **présenter** indique la capacité de restituer les informations de façon compréhensible par l'homme, tout en lui offrant un moyen d'agir et/ou d'interagir.

I.8. Concepts d'objet connecté (QRCode, RFID Tag, ...)

I.8.1. QRCode

QR Code est utilisé au Japon dans un large éventail d'applications. Ils ont d'abord été utilisés dans l'application de la chaîne d'approvisionnement par un fabricant d'automobiles pour suivre les pièces automobiles. Le code QR a dominé le marché en raison de ses avantages et de sa compatibilité uniques. C'est un moyen efficace de la technologie d'étiquetage qui peut être comparée à la RFID, aux codes à barres nanotechnologie [3].

I.8.2. RFID

I.8.2.1. introduction

La RFID ou plus largement les technologies sans contact sont en mesure d'apporter des réponses attrayantes à de grands enjeux socio-économiques tels que la sécurité, la traçabilité des aliments et produits manufacturés, le contrôle des ressources, etc. tout en anticipant l'impact au niveau des utilisateurs (individus ou entreprises). Chekib Gharbi (Directeur Général du CITC-EuraRFID) [4].

I.8.2.2. Étiquettes RFID

Le terme Internet des objets a été initialement utilisé pour décrire des objets identiques de manière unique au moyen d'une puce RFID, aussi appelée étiquette RFID (tag RFID), pouvant être lue à distance au moyen d'un lecteur idoine.

En pratique, les puces RFID sont utilisées dans de nombreux contextes et, tout particulièrement, comme support aux applications logistiques en temps réel (gestion d'entrepôts et de stocks, suivi d'objets pendant leur transport, etc. et aux technologies d'identification (contrôle d'accès, lien entre les personnes et les systèmes d'informations, etc.) du fait de leur capacité à être lue à distance, de leur taille minimale et de leur coût de production négligeable, estimé à quelques centimes par unité [5].



Figure I.4. Exemples de puces RFID [6]

Classe 0	Puces passives en lecture seule possédant un identifiant stocké en dur à la construction (factory-programmed).
Classe 1	Puces passives vierges pouvant être écrites une seule fois (user-programmed).
Classe 2	Puces passives vierges pouvant être écrites plusieurs fois et possédant des mécanismes supplémentaires ; par exemple, le chiffrement du contenu.

Classe 3	Puces semi-passives intégrant une source d'énergie (batterie, capteurs solaires, etc.) et pouvant effectuer des actions sans être alimentées par un lecteur RFID ; par exemple, capter des informations sur l'environnement.
Classe 4	Puces actives capables d'initier des communications avec d'autres puces de classe 4 (ad hoc) ou des lecteurs RFID.
Classe 5	Puces actives capables de communiquer avec toutes les autres classes ; par exemple, un lecteur RFID est de classe 5.

Tableau I.1. Les différentes classes de puces RFID

Les différents types de puces RFID sont regroupés en classes en fonction de leurs capacités [7], ces classes étant présentées dans la Table 1.1.

Globalement, toutes les puces possèdent un ensemble de fonctionnalités communes, comme la possibilité d'être lues par un lecteur. En outre, depuis la deuxième génération, des puces RFID sont introduites en 2004 (EPC Class 1 Génération 2) [8].

I.9. Fonctionnalités et technologies de communication des IoT

I.9.1. Concevoir son objet connecté

L'immense intérêt de l'objet connecté, c'est la personnalisation.

Quelles caractéristiques choisir pour son objet ?

Un objet connecté peut avoir 3 types de fonctions, non exclusives l'une de l'autre :

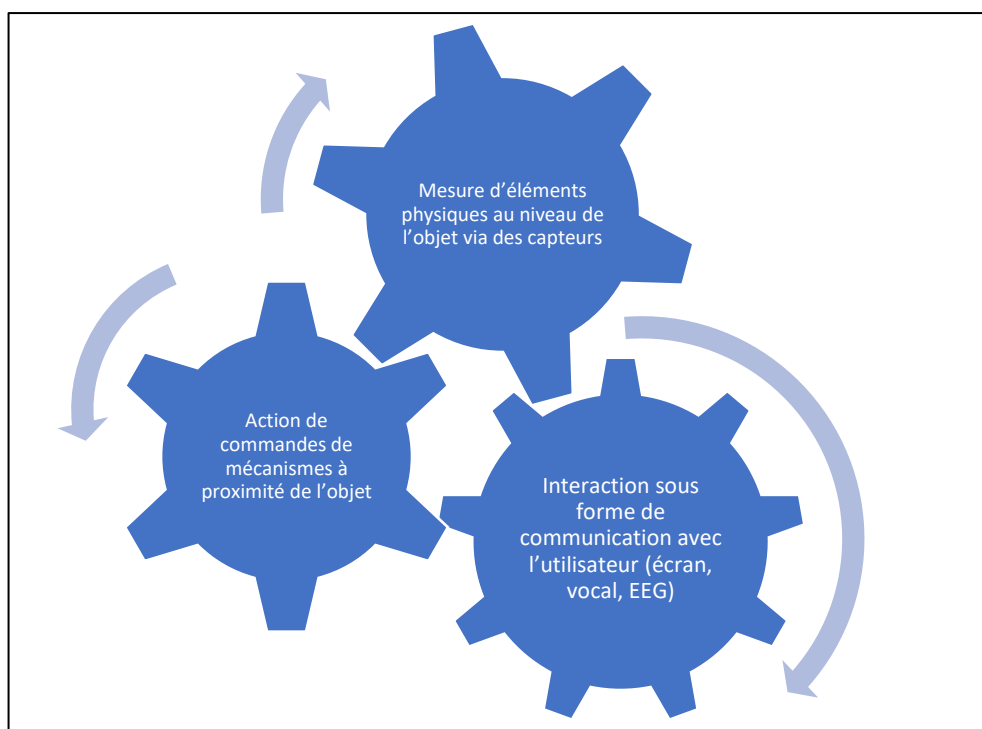


Figure I.5. Présentation les fonctions d'un objet connecté

Quelle connexion choisir ?

On ne peut pas parler d'objets connectés sans parler de la connexion. Deux grandes approches sont possibles :

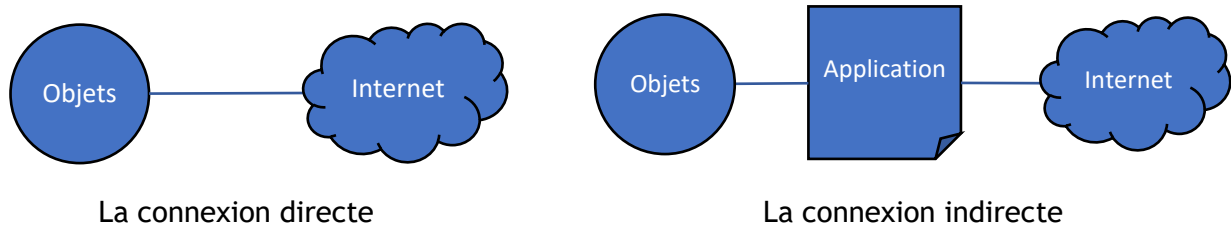


Figure I.6. Type de connexion

La connexion directe : dans ce cas, l'objet communiquera directement avec un réseau internet.

L'approche indirecte : il s'agit là d'utiliser lorsque qu'il est présent dans la proximité de l'objet, un périphérique comme un smartphone équipé d'une application spécifique.

I.9.2. Fonctionnalités d'identification et de capture

I.9.2.1. Fonctionnalités d'identification (*Identifying Thing*)

A. Les adresses IPv6 (*Internet Protocol version 6*)

Avec l'introduction d'IPv6, le fonctionnement de la communication en réseau change drastiquement. Grâce à l'augmentation de l'espace d'adressage de 32 à 128 bits, Grâce à l'invention de IoT, ce nouveau protocole permet non seulement de prévenir le risque croissant de ruptures d'adresses, mais aussi de communiquer de manière claire et sans ambiguïté, contrairement à IPv4.

B. EPC pour l'Internet des objets

Le système EPC possède donc toutes les caractéristiques nécessaires pour servir de langage de base commun à l'Internet des objets : une identification individuelle et unique des objets, associée à la large diffusion d'un système standardisé. À ceci s'ajoute encore l'architecture EPC Global Network, qui définit l'organisation des systèmes d'informations destinés à assurer l'échange des informations EPC au niveau global et dont l'un des composants principaux, l'ONS (Object Naming Service), est directement basé sur le DNS (Domain Name System), élément essentiel de l'infrastructure de l'Internet actuel.

L'utilisation du système EPC dans le cadre de l'Internet des objets n'est toutefois pas entièrement exempte de problèmes. La nature commerciale du système EPC Global en est un

(l'attribution d'une plage de codes est payante) et le fait qu'une grande partie de l'architecture EPC Global Network ne soit encore qu'à l'état d'ébauche en est un autre.

Il ne fait toutefois aucun doute que le système EPC occupe une place de choix dans la perspective du développement de l'Internet des objets, soit en tant que composant à part entière, soit comme source d'inspiration.

I.9.2.2. Fonctionnalités de capture (*Feeling Thing*)

A. Définition de capteur :

Un capteur est un appareil qui détecte et répond à un type d'entrée provenant de l'environnement physique. L'apport spécifique peut être la lumière, la chaleur, le mouvement, l'humidité, la pression ou l'un des nombreux autres phénomènes environnementaux. La sortie est généralement un signal qui est converti en un affichage lisible par l'homme à l'emplacement du capteur ou transmis électroniquement sur un réseau pour la lecture ou le traitement ultérieur.

B. Fonctionnalités de réseaux de capteurs :

Les principales caractéristiques des réseaux de capteurs se résument dans ce qui suit :

B.1. Densité « importante » des nœuds :

Les réseaux de capteurs se composent généralement d'un nombre très important des nœuds pour garantir une couverture totale de la zone surveillée. Ceci engendre un niveau de surveillance élevé et assure une transmission plus fiable des données sur l'état du champ de capteur.

B.2. Topologie dynamique

La topologie des réseaux de capteurs instable est le résultat des trois facteurs essentiels suivants:

- **Mobilité des nœuds :** les nœuds capteurs sans fil peuvent être déplacés librement et arbitrairement, introduisant que topologie instable du réseau de capteurs.
- **Défaillance des nœuds :** Les nœuds capteurs peuvent être déployés dans des environnements hostiles (champ de bataille par exemple), la défaillance d'un nœud capteur est donc très probable.
- **L'ajout des nouveaux nœuds :** de nouveaux nœuds peuvent facilement être rajoutés.

Il suffit de placer un nouveau capteur qui soit dans la portée de communication d'au moins un autre nœud capteur du réseau déjà existant.

B.3. Tolérance aux fautes

Le réseau doit être capable de maintenir ses fonctionnalités sans interruptions en cas de défaillance d'un ou plusieurs de ses capteurs. Cette défaillance peut être causée par une perte

d'énergie, ou par dommage physique ou interférence de l'environnement. Le degré de tolérance dépend du degré de criticité de l'application et des données échangées [9].

I.9.2.3. Technologies de communication CPL (Courant Porteur en Ligne)

A. Système CPL :

Le marché du CPL se partage en deux segments, selon qu'on se place à l'intérieur des bâtiments (indoor) ou à l'extérieur (outdoor) vers les lignes de moyenne et haute tension. Les systèmes CPL à haut-débit sont des systèmes large bande qui occupent la bande [1.6 - 30] MHz pour laquelle aucune norme spécifique n'est en vigueur. A titre d'indication, la figure I.7. Indique les frontières établies pour les différents CPL présents sur le marché.

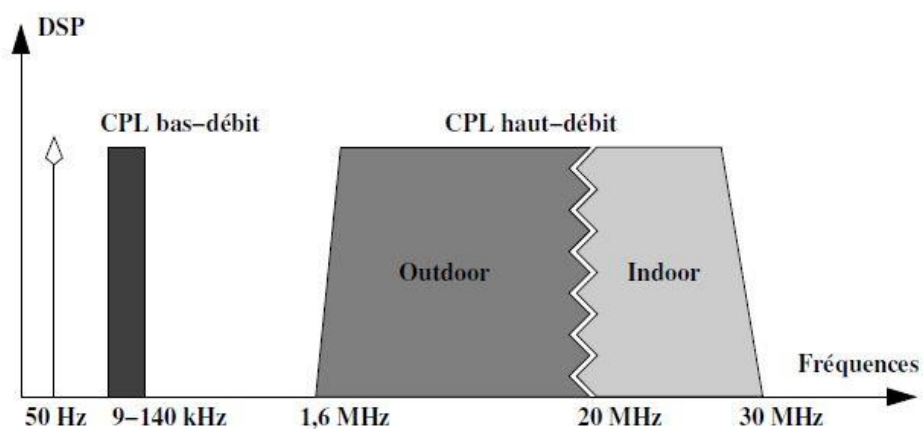


Figure I.7. Représentation des bandes de fréquence utilisées par le CPL

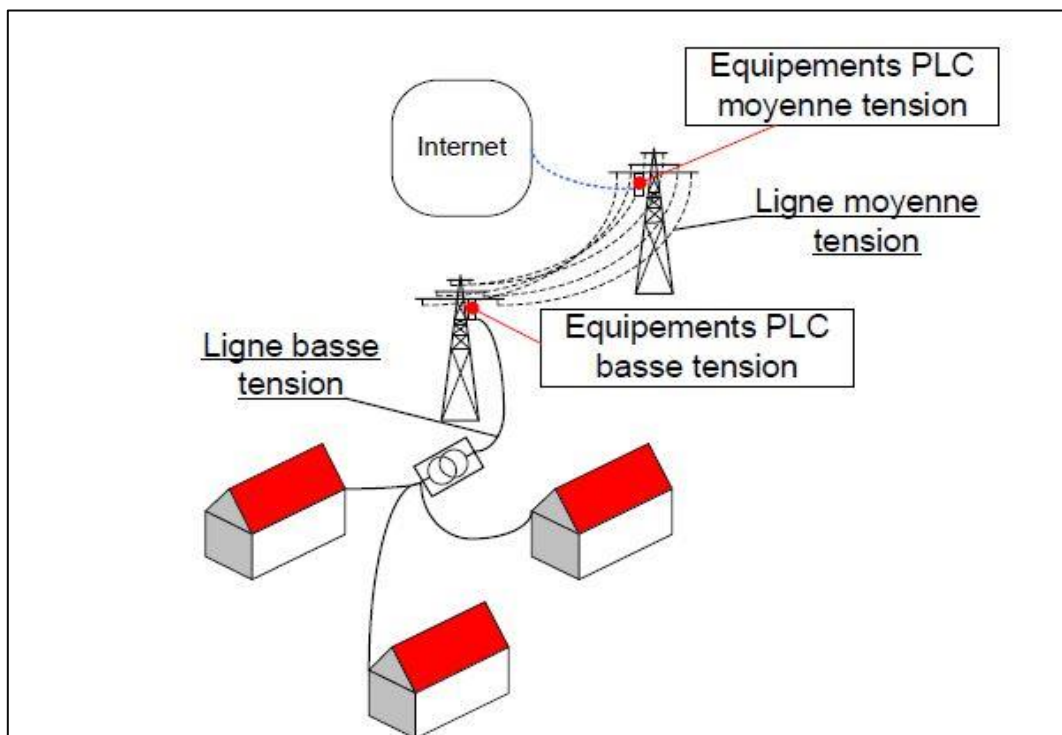


Figure I.8. Principe d'accès Outdoor

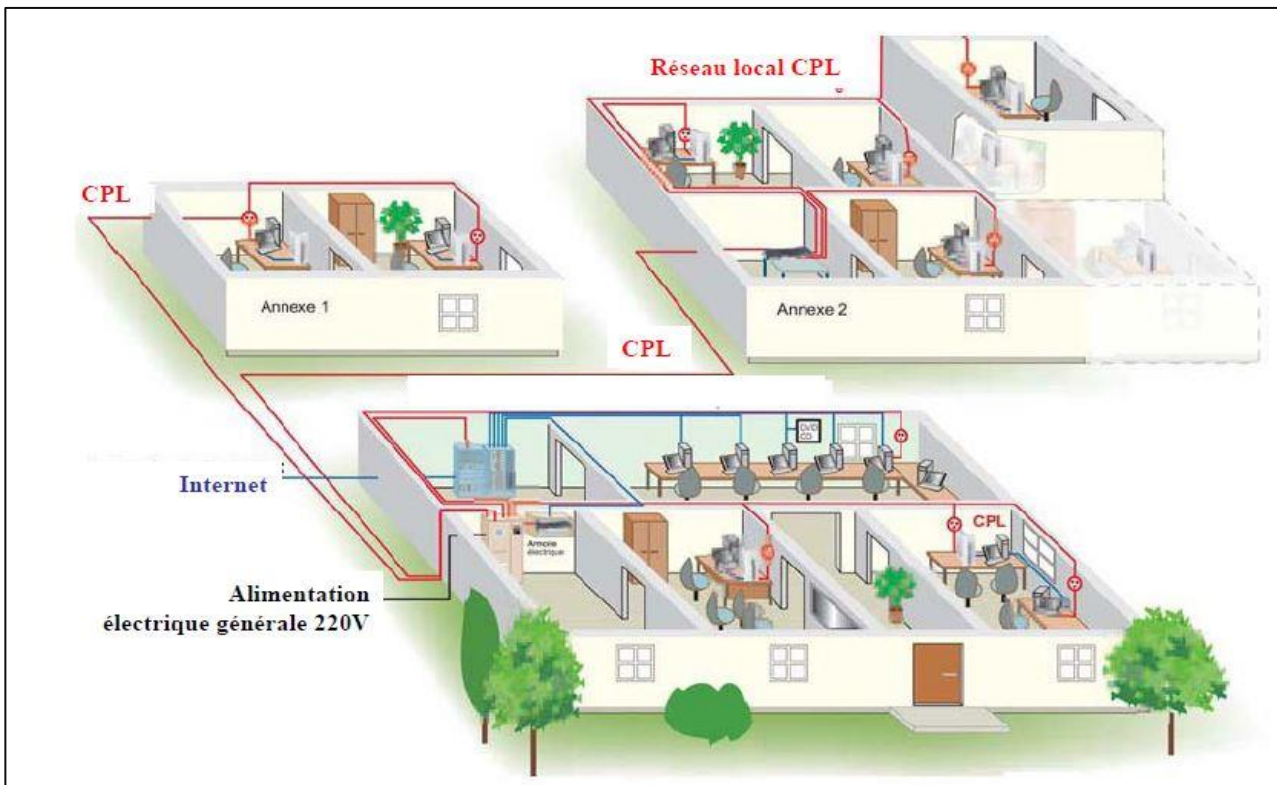


Figure I.9. Principe d'accès InDoor

I.9.2.4. Communication radio courte portée et réseaux sans fil

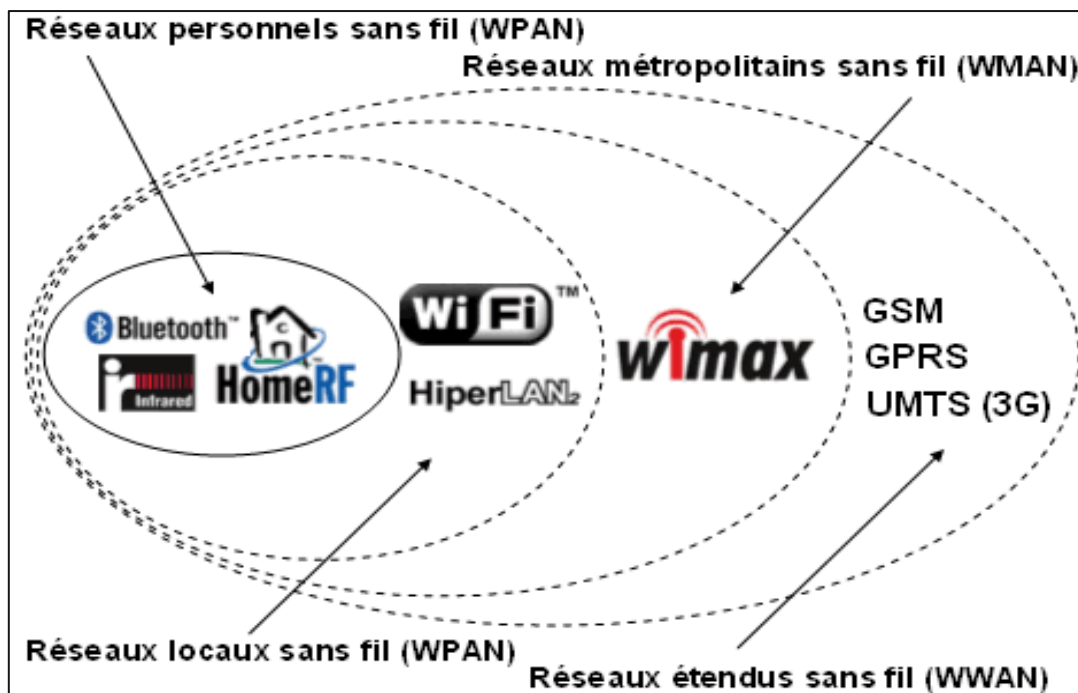


Figure I.10. Présentation de technologie réseaux sans fil [10]

A. Bluetooth

C'est la principale technologie *WPAN*, lancée par Ericsson en 1994, proposant un débit théorique de **1 Mbps** pour une portée maximale d'une trentaine de mètres. Bluetooth, connue aussi sous le nom *IEEE 802.15.1*, possède l'avantage d'être très peu gourmande en énergie, ce qui la rend particulièrement adaptée à une utilisation au sein de petits périphériques.

B. HomeRF

Lancée en 1998 par le **HomeRF Working Group** (formé notamment par les constructeurs Compaq, HP, Intel, Siemens, Motorola et Microsoft) propose un débit théorique de **10 Mbps** avec une portée d'environ **50 à 100 mètres** sans amplificateur. La norme HomeRF soutenue notamment par Intel, a été abandonnée en Janvier 2003, notamment car les fondateurs de processeurs misent désormais sur les technologies Wi-Fi embarquée (via la technologie *Centrino*, embarquant au sein d'un même composant un microprocesseur et un adaptateur Wi-Fi).

C. ZigBee

Aussi connue sous le nom *IEEE 802.15.4* permet d'obtenir des liaisons sans fil à très bas prix et avec une très faible consommation d'énergie, ce qui la rend particulièrement adaptée pour être directement intégrée dans de petits appareils électroniques (*appareils électroménagers, hifi, jouets, ...*). La technologie Zigbee, opérant sur la bande de fréquences des **2,4 GHz** et sur **16 canaux**, permet d'obtenir des débits pouvant atteindre **250 Kb/s** avec une portée maximale de **100 mètres** environ.

D. Réseaux locaux sans fil (WLAN)

Le réseau local sans fil noté WLAN est un réseau permettant de couvrir l'équivalent d'un réseau local d'entreprise, soit une portée d'environ une centaine de mètres. Il permet de relier entre eux les terminaux présents dans la zone de couverture. Il existe plusieurs technologies concurrentes :

D.1. WiFi (ou IEEE 802.11)

C'est un standard international décrivant les caractéristiques d'un réseau local sans fil WLAN, il est soutenu par l'alliance WECA.

Grâce au WiFi, il est possible de créer des réseaux locaux sans fils à haut débit pour peu que l'ordinateur à connecter ne soit pas trop distant par rapport au point d'accès. Dans la pratique, le WiFi permet de relier des ordinateurs portables, des ordinateurs de bureau, des assistants personnels (PDA) ou tout type de périphérique à une liaison haut débit (11 Mbps ou supérieur) sur un rayon de plusieurs dizaines de mètres en intérieur (généralement entre une

vingtaine et une cinquantaine de mètres) à plusieurs centaines de mètres en environnement ouvert.

D.2. WiMAX

C'est La norme de réseau métropolitain sans fil la plus connue permettant d'obtenir des débits de l'ordre de 70 Mbit/s sur un rayon de plusieurs kilomètres.

Elle permet de fournir un accès internet rapide à certaine zones rurales qu'il couterait trop cher, en ADSL classique. **WiMAX** utilise des bandes de très hautes fréquences, situées entre **2** et **66 GHz**.

C'est une technologie de réseau sans fil fixe et non mobile. Elle nécessite que les antennes émettrices et réceptrices soient situées l'une en face de l'autre pour que les transmissions passent.

Connue sous le nom officiel *802.16*, cette technologie est très utile pour éviter les couteuses liaisons câblées qui étaient jusque-là nécessaires pour apporter l'internet à haut débit dans les régions moins peuplées. **WiMAX** peut être utilisé en complément de Wi-Fi pour relier deux réseaux trop éloignés l'un de l'autre, par exemple deux bâtiments d'une même entreprise.

E. Réseaux étendus sans fil (WWAN)

Le réseau étendu sans fil (**WWAN**) est également connu sous le nom de réseau cellulaire mobile. Il s'agit des réseaux sans fil les plus répandus puisque tous les téléphones mobiles sont connectés à un réseau étendu sans fil. Les principales technologies sont les suivantes :

E.1. GSM

Le réseau **GSM** constitue au début du 21^{ème} siècle le standard de téléphonie mobile le plus utilisé en Europe. Il s'agit d'un standard de téléphonie dit « de seconde génération » (**2G**) car, contrairement à la première génération de téléphones portables, les communications fonctionnent selon un mode entièrement numérique.

La norme **GSM** autorise un débit maximal de **9,6 kbps**, ce qui permet de transmettre la voix ainsi que des données numériques de faible volume, par exemple des messages textes (**SMS**) ou des messages multimédias (**MMS**).

E.2. GPRS

Le standard **GPRS** est une évolution de la norme GSM, ce qui lui vaut parfois l'appellation **GSM++** (ou **GMS 2+**). Etant donné qu'il s'agit d'une norme de téléphonie de seconde génération permettant de faire la transition vers la troisième génération (3G). Le GPRS permet d'étendre l'architecture du standard GSM, afin d'autoriser le transfert de données par paquets, avec des débits théoriques maximums de l'ordre de **171,2 kbit/s** (en pratique jusqu'à

114 kbit/s). Grâce au mode de transfert par paquets, les transmissions de données n'utilisent le réseau que lorsque c'est nécessaire. Le standard GPRS permet donc de facturer l'utilisateur au volume échangé plutôt qu'à la durée de connexion, ce qui signifie notamment qu'il peut rester connecté sans surcoût.

Ainsi, le standard GPRS utilise l'architecture du réseau GSM pour le transport de la voix, et propose d'accéder à des réseaux de données (notamment internet) utilisant le **protocole IP** ou le protocole **X.25**. Le GPRS permet de nouveaux usages que ne permettait pas la norme GSM, généralement catégorisés par les classes de services suivants :

- Services **PTP**, c'est-à-dire la capacité à se connecter en mode client-serveur à une machine d'un réseau IP.
- Services **PTMP**, c'est-à-dire l'aptitude à envoyer un paquet à un groupe de destinataires (*Multicast*).
- Services de messages courts (**SMS**).

I.10. Domaines d'application et nouveaux services

I.10.1. Surveillance et monitoring

Les réseaux de capteurs sans-fil sont une nouvelle technologie qui permet de déployer des capteurs hétérogènes et de les faire communiquer sans fil et de façon autonome. Cette capacité nouvelle à surveiller ou instrumenter le monde qui nous entoure ouvre la voie à de nouvelles applications innovantes ou à une évolution majeure d'applications déjà existantes. D'une dizaine de nœuds à plusieurs milliers, les réseaux de capteurs sans fil commencent à conquérir le monde industriel et notre vie quotidienne.

Leurs besoins en communications, gestion, génération et stockage de l'énergie, miniaturisation et réduction des coûts ne nécessitent pas seulement de perfectionner les technologies actuelles mais bien d'en inventer de nouvelles. Parmi toutes les applications révolutionnaires des réseaux de capteurs sans fil comme dans la santé, l'environnement, l'industrie et le militaire, l'une des applications les plus transformatrices est la surveillance de structure.

La surveillance de structure est l'art de surveiller tout ce qui peut s'abîmer, s'user ou tomber en panne. Elle est particulièrement importante dans les domaines des transports et du bâtiment, étant donné que la sécurité des personnes est en jeu.

En plaçant aux endroits stratégiques des capteurs sans-fil, il sera possible de prévoir et de prévenir la défaillance d'un pont, l'usure d'un avion ou d'un train ou la déformation d'un bâtiment. La surveillance de structure permet de prévenir les pannes et les défaillances, de

réduire les coûts de maintenance et d'améliorer les performances. C'est un processus complexe qui implique plusieurs technologies : des capteurs, la transmission de l'information et l'analyse des données. La nature (accéléromètre, gyroscope, jauge de contrainte, température, pression, fuite, givre, etc.).

I.10.2. Les applications de l'IoT :

Les applications de l'Internet des objets qui traitent des données sensibles au temps peuvent avoir affaire à diverses sources mobiles de données directement connectées à différents collecteurs de données et utilisant différents protocoles.

Les applications de l'internet des objets se traduisent par de nombreux usages concrets « nouveaux ou améliorés » impactant significativement le quotidien des individus, des entreprises et des collectivités. Les bénéfices potentiels attendus facilitent son adoption par cette diversité d'utilisateurs. Plusieurs filières, ou marchés porteurs, ressortent, notamment :

- Les territoires dits « intelligents » sont au cœur des projets des collectivités et devraient permettre d'optimiser la gestion des infrastructures communicantes (transport, énergie, eau, etc.) pour amener un meilleur service aux administrés et respectant les objectifs de développement durable au sein des territoires ;
- Grâce à l'internet des objets, les logements et lieux de travail deviennent plus confortables, plus faciles à gérer et moins coûteux à l'usage. Le bâtiment connecté, incluant la maison connectée, offre notamment des possibilités de contrôle des consommations énergétiques, d'intégration des systèmes de sécurité et de confort accrus ;
- L'industrie du futur (l'utilisation de l'internet des objets au service des moyens de production) connaît un développement progressif. La relève d'information en constitue la première étape. La rétroaction et la commande à distance sont des phases plus complexes à mettre en œuvre dans certains domaines d'activité ;
- Le véhicule connecté, pour lequel de premières applications ont déjà vu le jour, a lui aussi franchi une première étape de lecture des informations grâce à l'intégration de l'électronique embarquée de longue date. Les acteurs de la filière automobile cherchent aujourd'hui à développer de nouveaux modèles économiques pour tirer parti de ces nouvelles possibilités tandis qu'affleurent les questions liées aux responsabilités ;
- La santé connectée, incluant le segment « bien-être », fait partie des applications auxquelles le grand public est le plus sensibilisé, notamment grâce aux wearables. Les aspects liés à la protection des données personnelles focalisent l'attention, du fait de la

collecte d'informations personnelles particulièrement intimes - voire de santé - et nouvelles par des acteurs privés et des enjeux que représente leur exploitation, notamment par certains services. Les apports technologiques sur l'organisation des soins et sur le degré d'implication des professionnels de santé est également un sujet d'attention. Les mutations permises par l'évolution des technologies souvent plus rapides que les évolutions sociales et réglementaires rendent ce secteur plus difficile à appréhender et plus complexe ;

- L'entreprise agricole utilise d'ores et déjà l'internet des objets dans son processus de production. À travers des capteurs d'état du végétal, des animaux ou du milieu, des capteurs embarqués sur les machines agricoles, des outils d'aide à la décision ou de guidage des engins, les agriculteurs utilisent de plus en plus d'outils connectés dans leur travail quotidien.

I.11. Cloud et Big Data : les deux moteurs de l'Internet des Objets

L'IoT est un vrai marché. Mais encore faut-il savoir trouver un retour sur investissement des applications basées sur les objets connectés. Si la réponse se trouve dans les usages, les deux facteurs clés sont le Cloud et le Big Data.

I.11.1. L'origine des données du Big Data

Les données traitées par le Big Data proviennent notamment :

- Du **Web** : journaux d'accès, réseaux sociaux, e-commerce, indexation, stockage de documents, de photos, de vidéos, *linked data*, etc. (Par exemple : Google traitait 24 pétaoctets de données par jour avec MapReduce en 2009). (Par exemple : *The Great Disk Drive in the Sky : How Web giants store big—and we mean big—data*, Ars Technica, janvier 2012) [11].
- Plus généralement, de l'**internet** et des **objets communicants** : RFID, réseaux de capteurs, journaux des appels en téléphonie.
- Des **sciences** : génomique, astronomie, physique subatomique (Par exemple : le CERN annonce produire 15 pétaoctets de données par an avec le LHC), climatologie (Par exemple : le centre de recherche allemand sur le climat gère une base de données de 60 pétaoctets), etc.
- Données **commerciales** (Par exemple : historique des transactions dans une chaîne d'hypermarchés).
- Données **personnelles** (Par exemple : dossiers médicaux).
- Données **publiques** (open data).

I.11.2. Architectures de stockage des données

I.11.2.1. Architecture

Les objets connectés ou "terminaux" situés aux extrémités : capteurs, compteurs, objets courants rendus communicant.

Les répéteurs : éventuellement - permettant de relayer le signal émis par les terminaux vers les antennes.

Concentrateurs "Les Gateway " : ou encore antennes relais (type LoRa, ou de téléphonie mobile pour un réseau cellulaire).

Le nœud central ou centrale de télérelève : récupérant toutes les données remontées.

Cela peut constituer un service ou une forme de stockage de type "Cloud".

I.11.2.2. Le stockage :

A. Bases NoSQL

Les bases NoSQL visent à passer à l'échelle de manière horizontale en relâchant les conditions fortes de transactionnalité (ACID - atomiques, cohérentes, isolées et durables) attendues des bases traditionnelles, et en renonçant au modèle relationnel. On distingue actuellement 4 types de bases NoSQL:

- Clé-valeur (ex: Memcached)
- « Orientées colonne » ou « clones de BigTable »(ex: Cassandra)
- « Orientées document » (ex: CouchDB, MongoDB)
- Graphe (ex:Neo4j).

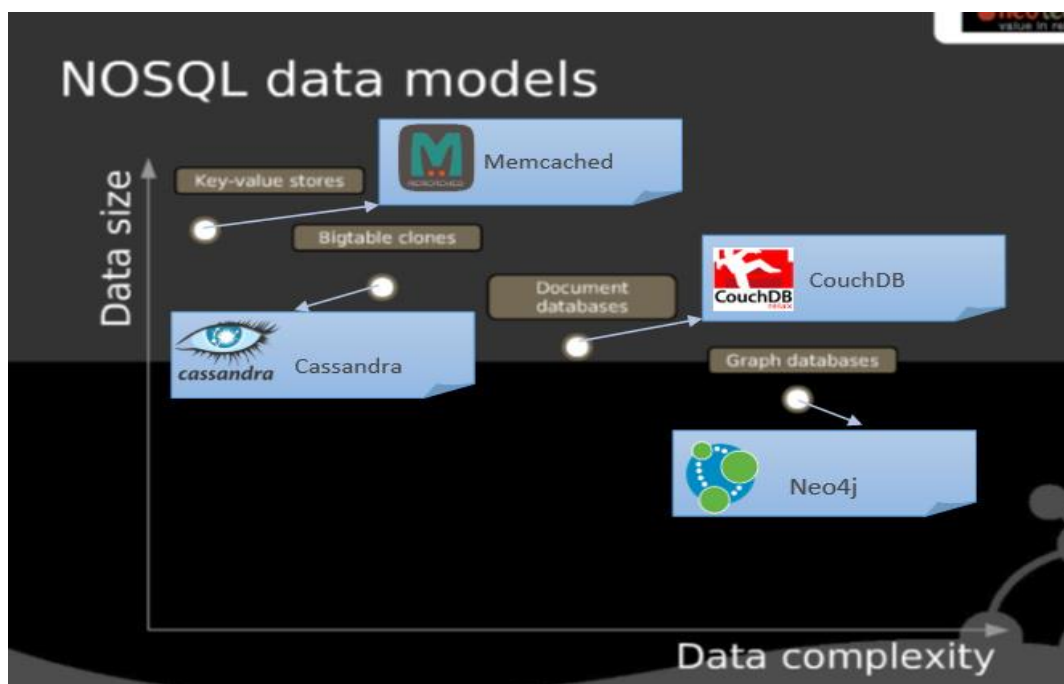


Figure I.11 : Présentation à NOSQL [12]

B. Bases “NewSQL”

NewSQL est un modèle de stockage distribué potentiellement en mémoire qui peut être requêté classiquement par une interface SQL. Le NewSQL désigne une catégorie de bases de données modernes, qui a émergé du monde NoSQL mais reste différent sur plusieurs aspects. Comme NoSQL, il s’agit d’une nouvelle architecture logicielle qui propose de repenser le stockage des données pour prendre en charge les masses d’informations. Elle profite des architectures distribuées et des évolutions sur le plan du matériel pour coller aux nouvelles tendances. Contrairement à NoSQL, le NewSQL permet de conserver le modèle relationnel au cœur du système.

I.12. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons donné un aperçu général sur Internet des objets : l’objet connecté, l’architecture d’objet connecté, la connectivité, la Fonctionnalités et la technologie de communication des IoT, Fonctionnalités d'identification et de capture, Communication radio courte portée et réseaux sans fil et nous donne une idée sur domaines d'application et nouveaux services, et à la fin nous avons détail les deux moteurs de l’Internet des Objets (Cloud et Big Data).

Chapitre II :
LE BRAS HUMAIN ET SES COPIES

II.1. Introduction

Le système robotique a apporté d'énormes changements dans divers aspects socioéconomiques de la société humaine au cours des dernières décennies. D'après Per Guoqiang et al., les robots manipulateurs industriels ont été largement déployés et utilisés dans toutes sortes d'industries pour effectuer des tâches répétitives, fastidieuses, critiques et / ou dangereuses, telles que l'assemblage de produits, la peinture automobile, l'emballage de boîtes et le soudage. Ces robots préprogrammés ont toujours été très performants dans plusieurs applications industrielles structurées en raison de leur grande précision, endurance et rapidité. Les technologies robotiques ont été intégrées aux technologies de réseau existantes pour étendre la gamme de valeurs fonctionnelles de ces robots lorsqu'ils sont déployés dans des environnements non structurés, tout en favorisant l'émergence de la robotique en réseau au cours des années 90.

II.2. Définition

II.2.1. Définition d'un robot

La définition générique stipule qu'un robot est une machine physique qui modifie matériellement son environnement pour atteindre le but qui lui est fixé : la tâche désirée, ou encore, c'est un manipulateur commandé à distance soit à travers internet « internet des objet » soit local par les technologies de transmission comme WiFi, Zigbee, etc., reprogrammable, polyvalent, capable de manipuler des matériaux, des pièces, des outils ou des dispositifs spécialisés. Cette définition s'attache de trop près aux systèmes articulés. Il existe une autre définition plus générale qui considère un robot comme un « agent » artificiel, actif et autonome, ayant comme environnement l'espace physique.

II.2.2. Le concept de robot

L'origine du mot robot provient de la langue tchèque dans laquelle sont ancêtre "robota" signifie travail forcé. Il a été introduit, en 1920, par l'écrivain tchèque Karel Capek dans la pièce de théâtre « Rossum's Universal Robots » [13].

II.2.3. Définition de la robotique

La robotique est une branche de la technologie qui traite la conception, la construction, l'exploitation et l'application des robots.

II.2.4. Définition un agent

Un agent est une entité équipée de la capacité de perception, saisissant son entourage grâce à des *capteurs*, prenant des décisions à l'aide du contrôleur, et enfin agissant en conséquence en usant des effecteurs ; il peut donc s'adapter seul aux variations de son environnement, de telle

sorte que la tâche soit correctement exécutée en dépit de ces variations ; il doit comprendre un « corps » et un « cerveau ».

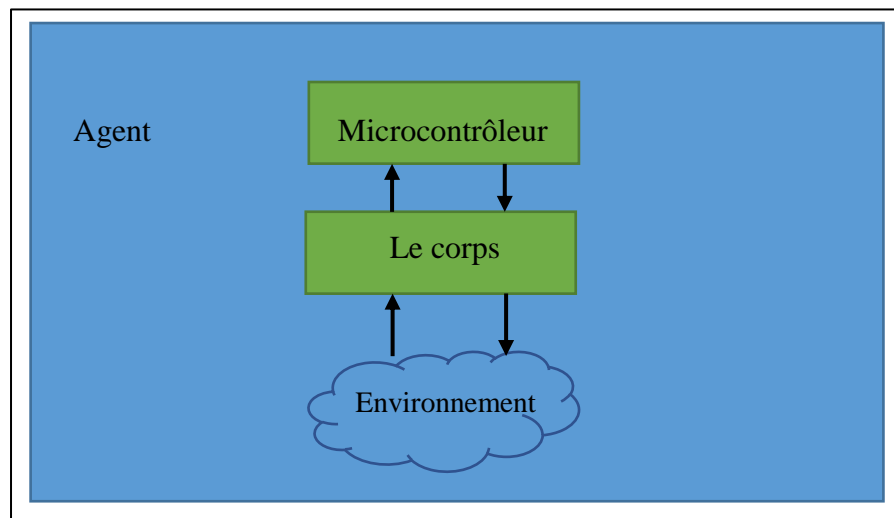


Figure II.1. Représentation schématique d'un agent

II.3. Historique

Le premier robot nommé "*Unimate*" était créé en 1959 par l'entreprise *Unimation*. Deux ans plus tard, exactement en 1961, ce robot industriel a été développé et installé par *George Devol* et *Joseph Engelberger* (Figure II.2). Descendant direct des télémanipulateurs développés pour les besoins du nucléaire, il est vendu à partir de 1961 par la société américaine *Unimation* (Devenu *Stäubli Unimation*). Il est utilisé pour la première fois sur les lignes d'assemblage de General Motors. Ce robot, grâce à son bras articulé de 1,5 tonne, était capable de manipuler des pièces de fonderie pesant 150 kg [14].

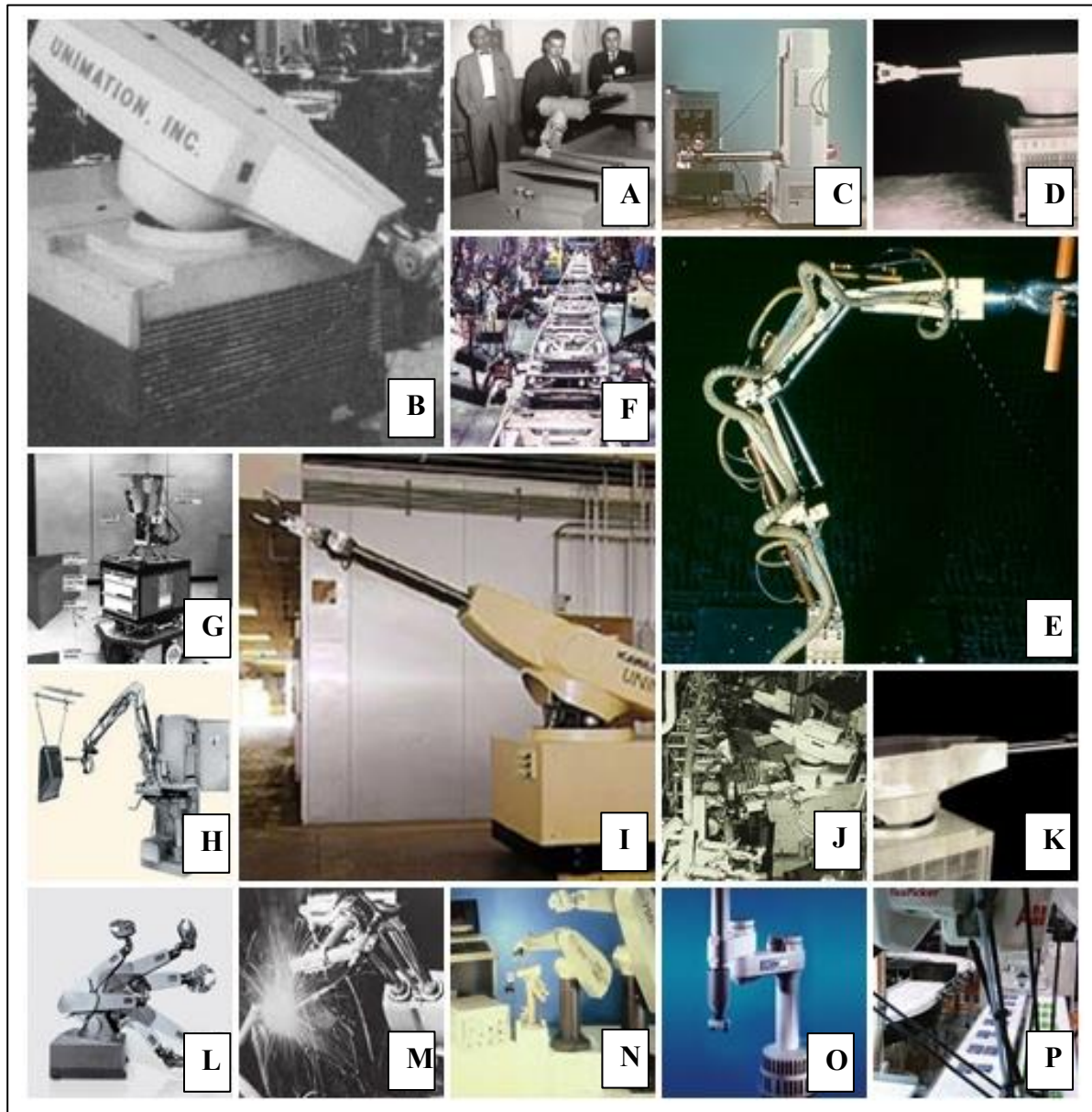


Figure II.2. Présente le développement de la robotique au fil des années

(A) : Le premier robot créé par *George Devol* et *Joseph Engelberger* en 1959 ; (B) : L'installation du premier robot industriel (GM) : manipulation de pièces de fonderie en 1961 ; (C) : La création du premier robot cylindrique en 1962 (I.F.R) ; (D) : La création du premier robot industriel en Europe en 1967. (E) : Le bras tentaculaire semblable à une pieuvre qui a été développé par *Marvin Minsky* en 1968 ; (F) : La première ligne robotisée de soudure par points (*Unimate/GM*) en 1969 ; (G) : La vision de robot, pour le guidage de robot mobile, est démontrée à l'institut « *Stanford Research* » en 1969 ; (H) : Le premier robot de peinture commercial en 1969 ; (I) : Les robots *Unimate* entrent le marché japonais en 1969 ; (J) : Première ligne de production de robots hydrauliques chez *Daimler Benz* en 1971; (K) : La première

chaîne de production robotisée en 1972 ; (L): Premier robot à 6 axes électromécaniques par KUKA en 1973 ; (M) : 1974 Premier robot de soudure à l'arc par Kawasaki (cadres de motos) ; (N): 1978 Unimation lance le premier robot PUMA pour la manipulation de petites charges ; (O) : 1981 Conception du premier robot "Direct-Drive" par Takeo Kanade (CMU, USA) ; (P) : La première application d'un robot Delta pour des applications de pick-and-place en 1992 [15].

II.4. Type des robots

II.4.1. Robot manipulateur

Au cours de l'histoire, on peut distinguer 3 types de robots correspondant en quelque sorte à l'évolution de cette "espèce" créée par l'Homme.

Le **premier type** « Robots industriels » de machine que l'on peut appeler robot correspond aux "**Automates**". Ceux-ci sont généralement programmés à l'avance et permettent d'effectuer des actions répétitives.

Le **second type** de robot correspond à ceux qui sont équipés de capteurs (en fait les robots capteurs). On trouve des capteurs de température, photo électronique, à ultrasons pour par exemple éviter les obstacles et/ou suivre une trajectoire. Ces capteurs vont permettre au robot une relative adaptation à son environnement afin de prendre en compte des paramètres aléatoires qui n'aurait pu être envisagés lors de leur programmation initiale. Ces robots sont donc bien plus autonomes que les automates mais nécessitent un investissement en temps de conception et en argent plus conséquent.

Enfin le **dernier type** de robot existant correspond à ceux disposant d'une intelligence dite "artificielle" et reposant sur des modèles mathématiques complexes tels que les réseaux de neurones. En plus de capteurs physiques comme leurs prédécesseurs, ces robots peuvent prendre des décisions beaucoup plus complexes et s'appuient également sur un apprentissage de leurs erreurs comme peut le faire l'être humain. Bien sûr, il faudra attendre encore longtemps avant que le plus "intelligent" des robots ne soit égal, tant par sa faculté d'adaptation que par sa prise de décisions, à l'homme.

II.4.2. Robots mobiles

Ce sont des robots capables de se déplacer dans un environnement. Ils sont équipés ou non de manipulateurs suivant leur utilisation (les robots explorateurs, les robots de services...).

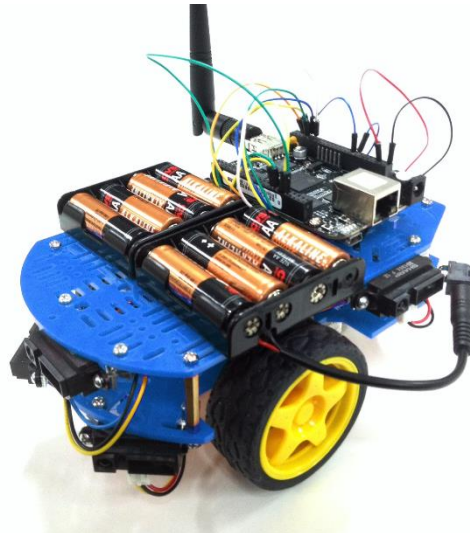


Figure II.3 Robot mobile [16]

II.5. Un bras manipulateur

C'est des robots ancrés physiquement à leur place de travail et généralement mis en place pour réaliser une tâche précise et répétitive.

Ce sont des manipulateurs automatiques programmés qui se substituent à l'homme pour l'accomplissement de tâches répétitives tels que les bras manipulateurs médicaux, les robots industriels...



Figure II.4. Bras manipulateur série [17] Figure II.5. Bras manipulateur parallèle [18]

II.6. La robotique et l'Internet des objets « IoRT »

L'Internet des objets consiste à connecter divers appareils en utilisant Internet et en leur permettant de communiquer entre eux et avec le serveur distant. Une grande quantité de transfert de données à lieu entre différentes choses et le service.

La robotique est également le domaine très important à considérer pour la mise en œuvre de l'IdO. Connecter divers robots dans l'industrie, dans des lieux éloignés, dans des maisons, etc. à Internet est également important. Il est possible de surveiller et de contrôler tous les robots à différents endroits de manière centralisée. Les recherches actuelles conduisent le domaine de la robotique à utiliser Internet, donnant ainsi naissance au nouveau terme "Internet de la robotique". Le rôle de l'IoT dans le domaine de la robotique est de faciliter le contrôle et la communication de l'homme et du robot.

II.7. Les composants d'un système robotique

On les appelle aussi les éléments constitutifs d'un robot. Dans un robot en fonctionnement, on peut distinguer plusieurs ensembles interactifs (figure II.6).

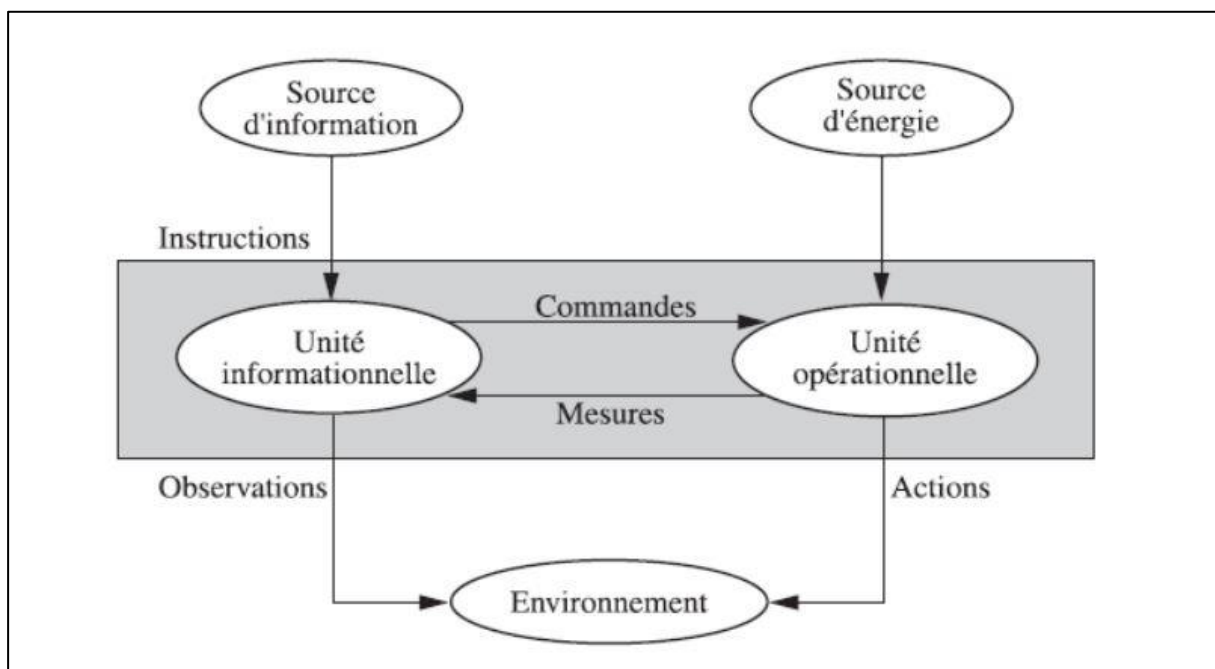


Figure II.6. Structure fonctionnelle d'un robot [19]

II.7.1. Unité informationnelle

Elle reçoit les instructions décrivant la tâche à accomplir, les mesures relatives à l'état interne de la structure mécanique qui constitue le bras manipulateur et les observations concernant son environnement. Elle élabore en conséquence les commandes de ses différentes articulations en vue de l'exécution de ses tâches. Les systèmes actuels fonctionnent en interaction permanente selon le cycle information-décision-action [20].

II.7.2. Unité opérationnelle

Elle exerce les actions commandées en empruntant la puissance nécessaire à la source d'énergie. Cette partie, qui constitue le robot physique, intègre la structure mécanique (segments, articulations, architectures...), les modules d'énergie (amplificateurs, variateurs,

servovalves...), les convertisseurs d'énergie (moteurs, vérins...), les chaînes cinématiques de transmission mécanique (réducteurs, vis à billes, courroies crantées...), les capteurs de proprioceptifs placés sur chaque axe pour mesurer en permanence leur position et leur vitesse, et enfin l'effecteur, ou organe terminal, qui est en interaction avec l'environnement [21].

II.8. La structure mécanique articulée

Un robot manipulateur est constitué généralement par deux sous-ensembles distincts : un organe terminal qui est le dispositif destiné à manipuler des objets, et une structure mécanique articulée (SMA), constituée d'un ensemble de solides reliés entre eux, généralement les uns à la suite des autres où chaque solide est mobile par rapport au précédent. Cette mobilité s'exprime en termes de degrés de liberté (d.d.l) qui est par définition le nombre de mouvements indépendants possibles d'un solide S1 par rapport au solide qui lui est directement relié S2.

Une structure mécanique articulée peut être représentée par une architecture composée de plusieurs chaînes de corps rigides assemblés par des liaisons appelées articulations. Les chaînes peuvent être dites soit ouvertes ou en série dans lesquelles tous les corps ont au plus deux liaisons, ou bien arborescentes où au moins l'un des corps a plus de deux liaisons. Les chaînes peuvent aussi être fermées dans lesquelles l'organe terminal est relié à la base du mécanisme par l'intermédiaire de plusieurs chaînes [22].

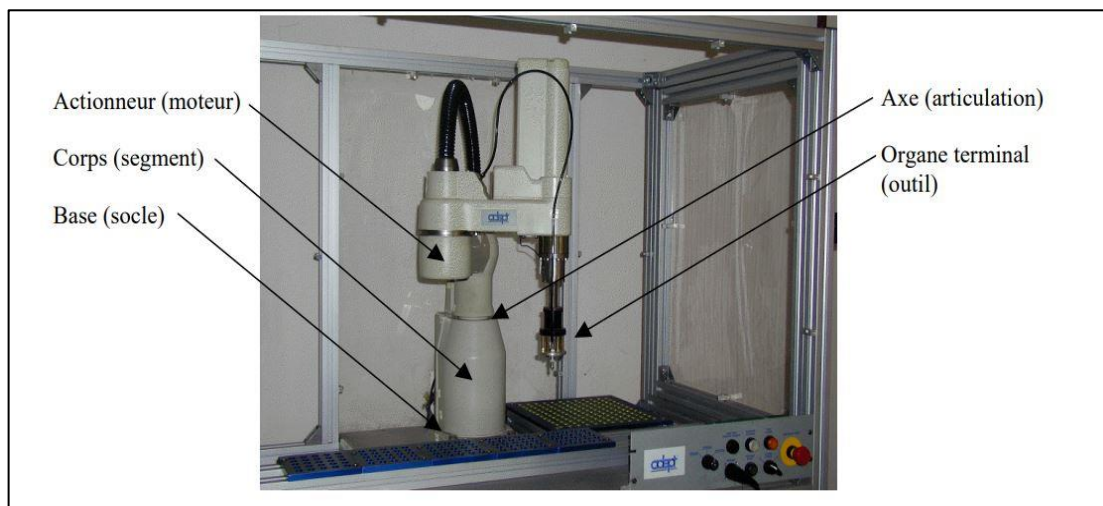


Figure II.7. Représente Constituants d'un robot [23]

II.8.1. Structure mécanique articulée à chaîne cinématique simple

C'est une chaîne cinématique dont chaque membre possède un degré de connexion (nombre de liaisons mécaniques) inférieur ou égal à deux. Un robot sériel est formé d'une chaîne cinématique simple dont la base et l'organe effecteur possèdent un degré de connexion d'un (c'est-à-dire qu'il n'est relié qu'à un seul corps) et les autres éléments un degré de connexion de deux.

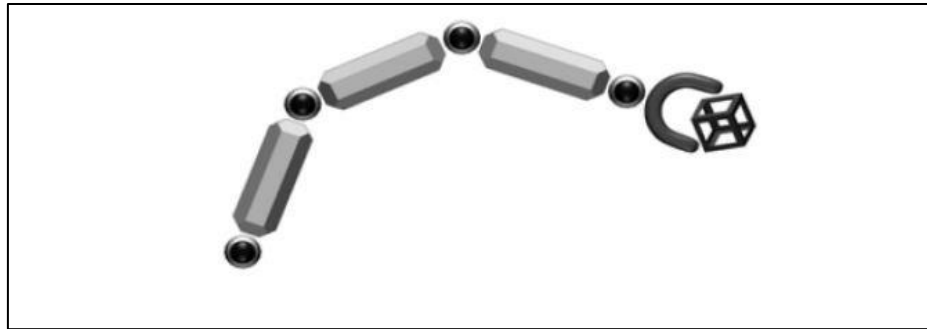


Figure II.8. Structure sérielle [23]

II.8.2. Structure mécanique articulée à chaîne cinématique fermée

C'est une chaîne cinématique dont l'un des membres, différent de la base, possède un degré de connexion supérieur ou égal à trois.

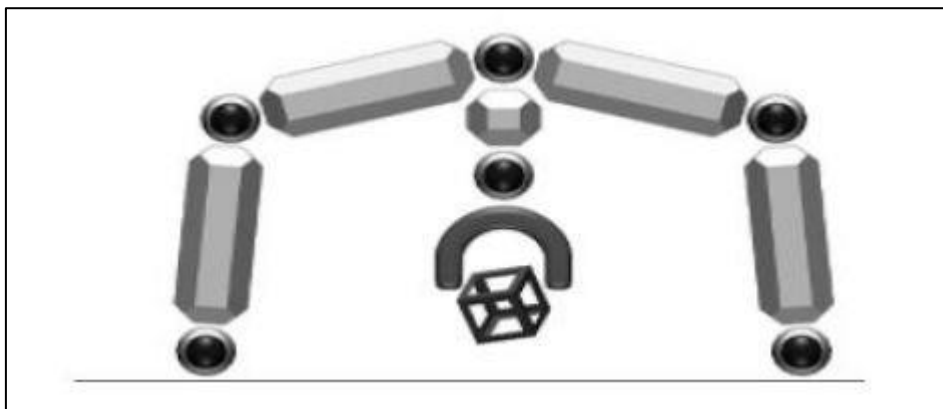


Figure II.9. Structure fermée [23]

II.9. Architecture des robots : L'architecture est montrée par la figure suivante :

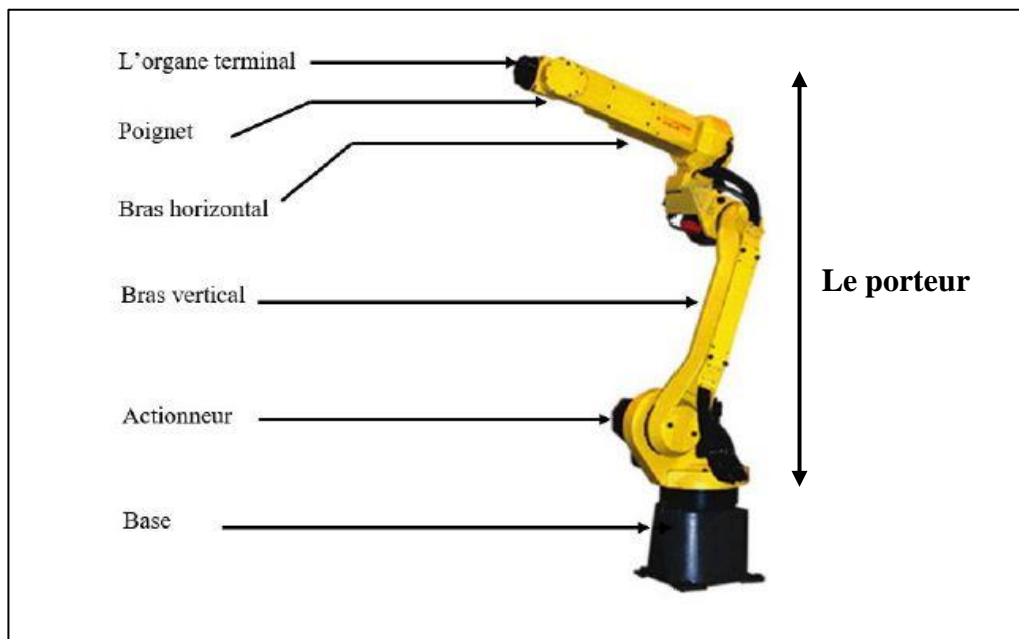


Figure II.10. Architecture d'un robot [24]

II.9.1. La base

La base du manipulateur est fixée sur le lieu du travail. Ceci est le cas de la quasi-totalité des robots industriels [25].

II.9.2. Le porteur

Le porteur représente l'essentiel du système mécanique articulé (segment, articulation, actionneur, organe terminal), il a pour rôle d'amener l'organe terminal dans une situation imposée en fonction de leur environnement. En effet, il est constitué de :

II.9.2.1. Segment

C'e sont les corps solides rigides susceptibles d'être en mouvement par rapport à la base du porteur, et les uns par rapport aux autres [25].

II.9.2.2. Articulation

Une articulation lie deux corps successifs en limitant le nombre de degré de liberté, de l'un par rapport à l'autre [25].

II.9.2.2.1. Articulation rotoïde

Il s'agit d'une articulation de type pivot, notée R, réduisant le mouvement entre deux corps à une rotation autour d'un axe commun. La situation relative entre les deux corps est donnée par l'angle autour [26].

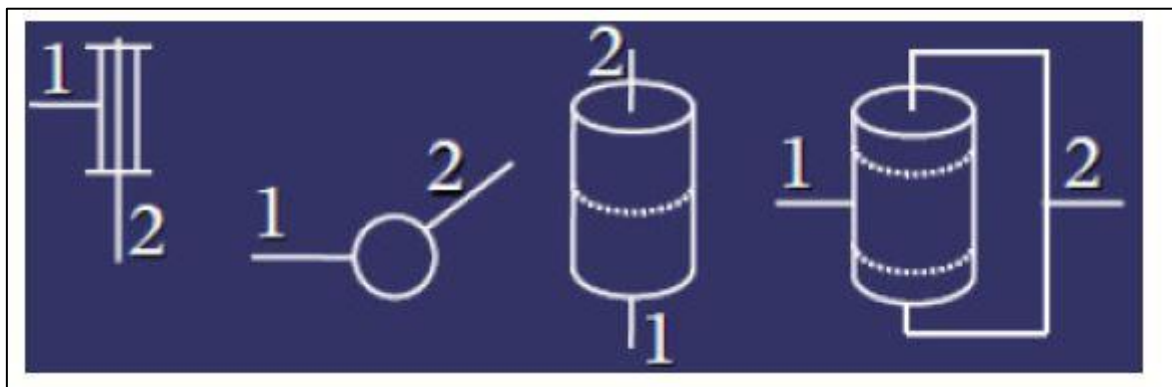


Figure II.11. Représentation d'une articulation rotoïde sous ses différentes formes [23]

II.9.2.2.2 Articulation prismatique

Il s'agit d'une articulation de type glissière, notée P, réduisant le mouvement entre deux corps à une translation le long d'un axe commun. La situation relative entre les deux corps est mesurée par la distance le long de cet axe (voir la figure si dessus).

La situation relative entre les deux corps est mesurée par la distance le long de cet axe [27].

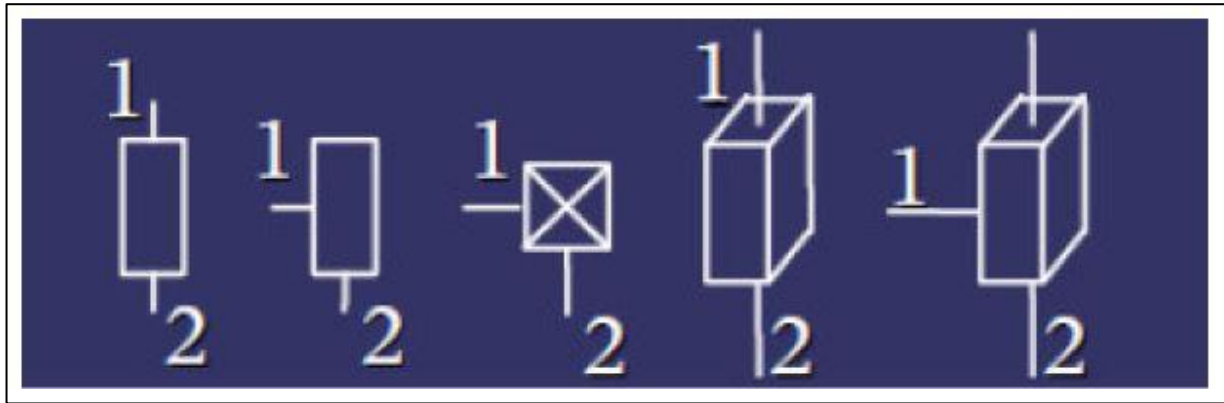


Figure II.12. Représentation d'une articulation prismatique sur ses différentes formes [23]

II.9.3. L'actionneur

Un « actionneur » peut être défini comme un dispositif qui convertit l'énergie (en robotique, cette énergie tend à être électrique) en un mouvement physique. La grande majorité des actionneurs produit un mouvement soit rotatif, soit linéaire. Par exemple, un « moteur à courant continu » est donc un type d'actionneur.

Un actionneur est la partie du robot lui permettant d'agir sur son environnement. C'est grâce à lui que le robot peut exécuter un travail. On peut aussi l'appeler "partie opérative".

Choisir les bons actionneurs pour votre robot nécessite une compréhension de ce dont les actionneurs sont capables, d'un peu d'imagination, et d'un peu de maths et de physique.

II.9.3.1. Actionneurs rotatifs

Comme son nom l'indique, ce type d'actionneurs transforme l'énergie électrique en un mouvement rotatif. Il existe deux principaux paramètres mécaniques qui les distinguent les uns des autres : (1) le couple, la force qu'ils peuvent produire à une distance donnée (généralement exprimée en N.m), et (2) la vitesse de rotation (habituellement mesurée en tours par minute, ou tr/min).

A. Moteur à courant alternatif

Le CA (courant alternatif) est rarement utilisé dans les robots mobiles puisque la plupart d'entre eux sont alimentés en courant continu (CC) provenant de batteries. De plus, comme les composants électroniques utilisent le CC, il est plus pratique d'avoir également le même type d'alimentation électrique pour les actionneurs. Les moteurs à courant alternatif sont principalement utilisés dans les environnements industriels où un couple très élevé est nécessaire, ou lorsque les moteurs sont connectés à une prise secteur.

B. Moteurs à courant continu

Les moteurs CC revêtent diverses formes et tailles bien que la plupart soient cylindriques. Ils disposent d'un arbre de sortie qui tourne à des vitesses élevées, habituellement dans la plage de 5 000 à 10 000 tr/min. Bien que les moteurs CC tournent très rapidement, en général, la plupart ne sont pas puissants (faible couple). Afin de réduire la vitesse et d'augmenter le couple, une roue dentée peut être ajoutée.

C. Servomoteurs R/C

Les servomoteurs R/C (ou amateurs) sont des types d'actionneurs qui tournent vers une position angulaire spécifique, et sont classiquement utilisés dans des véhicules télécommandés plus coûteux, pour la direction ou la commande des surfaces de vol. Maintenant qu'ils sont utilisés dans un grand nombre d'applications, le prix des servomoteurs amateurs a diminué de façon significative, et le choix (différentes tailles, technologies, et force) a augmenté.

D. Servomoteurs industriels

Un servomoteur industriel est commandé de façon différente qu'un servomoteur amateur et on le retrouve plus généralement sur de très grandes machines. Un servomoteur industriel est généralement constitué d'un grand moteur CA (parfois triphasé), d'un démultiplicateur et d'un encodeur qui fournit des informations sur la position et la vitesse angulaire. Ces moteurs sont rarement utilisés dans les robots mobiles en raison de leurs poids, taille, coût et complexité. Vous pourriez trouver un servomoteur industriel dans un bras robotique industriel plus puissant ou de très gros véhicules robotiques.

E. Moteurs pas à pas

Un moteur pas à pas agit exactement comme son nom l'indique : il tourne selon des « étapes » spécifiées (en fait, des angles spécifiques). Le nombre de degrés auxquels l'arbre tourne à chaque pas (dimension du pas) varie en fonction de plusieurs facteurs. La plupart des moteurs pas à pas n'incluent pas d'engrenages, c'est pourquoi, tout comme pour un moteur à courant continu, le couple est souvent faible. Configuré correctement, un incrémentera peut tourner dans le sens horaire et anti-horaire et peut être déplacé vers une position angulaire souhaitée. Les moteurs pas à pas peuvent être de type *unipolaire* et *bipolaire*. Un inconvénient notable des moteurs pas à pas est que si le moteur n'est pas alimenté, il est difficile d'être certain de l'angle de départ du moteur.

II.9.3.2. Actionneur hydraulique

Il est l'une des plus intéressantes dans la robotique pour de multiples raisons :

- Puissance massique élevée.

- Temps de réponse court.
- Précision.

Certains problèmes sont cependant à considérer :

- L'étanchéité des conduites du fluide sous pression ainsi que les points de raccordement.
- Cout élevé de certains éléments.

L'énergie est générée par un groupe moto -pompe qui réalise la mise sous pression par la compression du fluide, le stockage de l'énergie est possible par un accumulateur.

II.10. Classification des robots

Quand on commande un robot, on a intérêt à pouvoir contrôler individuellement chaque articulation ou axe pour être bien maître de la trajectoire. C'est pourquoi on utilise principalement des liaisons pivot (articulations cylindriques). Elles ont par ailleurs l'avantage d'une réalisation pratique peu onéreuse comparée aux articulations à plusieurs degrés de liberté. On comprend qu'une combinaison d'articulations cylindriques et prismatiques permet de réaliser toutes les liaisons mécaniques autour de trois axes normaux concourants donnent une rotule à l'articulation rotoïde.

On peut classer les robots d'un point de vue fonctionnel ou d'après leur structure géométrique.

II.10.1. Classification fonctionnelle

Le nombre de classe et les distinctions entre celles-ci varient de pays à pays (6 classes au Japon, 4 en France).

L'A.F.R.I (*Annuaire Français De Relations Internationales*) distingue 4 classes illustrées ci-dessous :

II.10.1.1. Manipulateur à commande manuelle

Le manipulateur à commande manuelle conçu et réalisé pour les manipulations particulièrement difficiles, répond spécifiquement aux exigences liées à la manutention de charges élevées, dans tous les points du volume de travail sans effort et dans des conditions optimales d'ergonomie et de sécurité. Exemple Regardez figure II.13 ci-dessous.



Figure II.13. Manipulateur à commande manuelle « MEGAPARTNER MG »

[28]

II.10.1.2. Manipulateur automatique

Manipulateur automatique montre un bras manipulateur qui exerce des mouvements de soudure sans l'intervention de l'homme.



Figure II.14. Manipulateur automatique [29]

II.10.1.3. Robots programmables

Ils répètent les mouvements qu'on leur a appris ou programmés sans informations sur l'environnement ou la tâche effectuée. On peut aussi faire la distinction entre robots « Playback » qui reproduit la tâche apprise et robots à commande numérique qui peuvent être programmés hors-ligne.



Figure II.15. Troisième génération des robots Mindstorms [30]

II.10.1.4. Robots intelligents

On trouve actuellement des robots de seconde génération qui sont capables d'acquérir et d'utiliser certaines informations sur leur environnement (systèmes de vision, détecteurs de proximité, capteurs d'efforts, ...), Figure II.16. Les robots de troisième génération sont capables de comprendre un langage oral proche du langage naturel et de se débrouiller de façon autonome dans un environnement complexe grâce à l'utilisation de l'intelligence artificielle.



Figure II.16. Robots intelligents [31]

II.10.2. Classification géométrique

On peut aussi classer les robots suivant leur configuration géométrique, autrement dit l'architecture de leur porteur.

II.10.2.1. Structure cartésienne (PPP)

A trois liaisons prismatiques, est la plus ancienne, historiquement, elle découle logiquement par exemple. Cette structure est relativement peu utilisée, sauf dans quelques applications particulières : robot pratiques, robots de magasinage, par exemple.

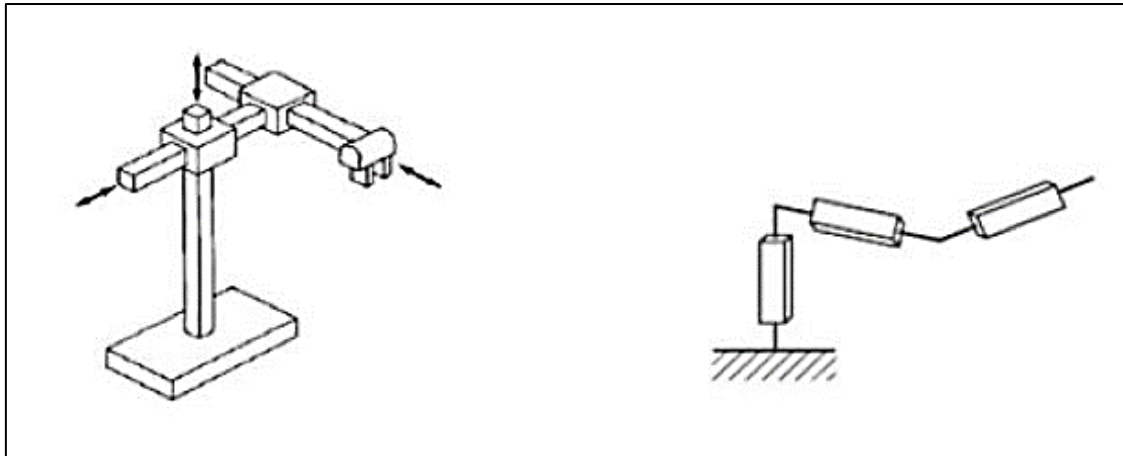


Figure II.17. Structure d'un Robot cartésien

II.10.2.2. La structure cylindrique (RPP) ou (PRP)

Elle associe une rotation et deux translations. Elle présente l'inconvénient d'offrir un volume de travail faible devant un encombrement total important. Elle n'est pratiquement plus utilisée.

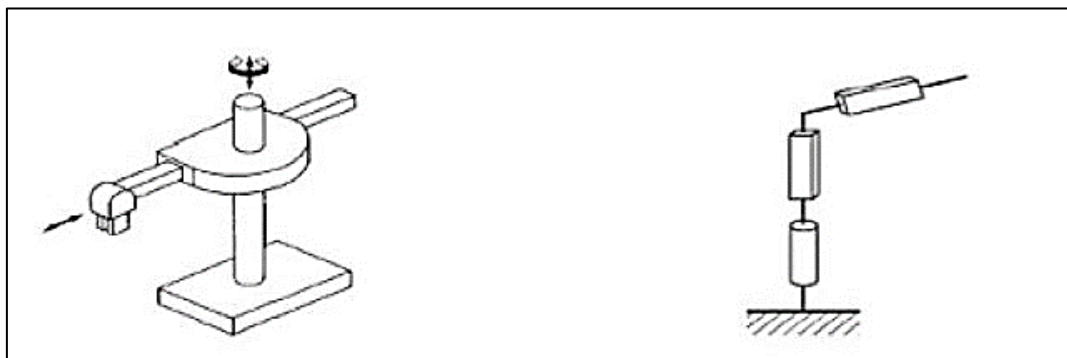


Figure II.18. Structure d'un robot cylindrique

II.10.2.3. La structure sphérique ou polaire à axe de rotation orthogonale

Elle est une structure quasiment abandonnée pour des raisons similaires à l'abandon de la structure cylindrique.

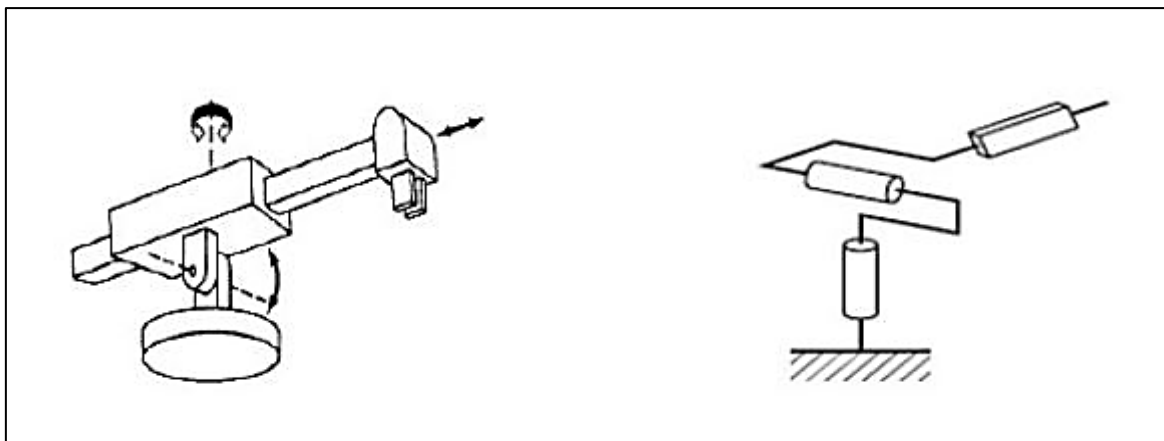


Figure II.19. Structure d'un robot sphérique

II.10.2.4. La structure dite SCARA

Axes de rotation parallèles est l'une des plus utilisées, en particulier pour des tâches de manutention ou d'assemblages très fréquents dans l'industrie. Ce succès commercial est lié au fait que le ratio entre le volume de travail et l'encombrement est très favorable et aussi que la structure SCARA est très adaptée à ce type de tâches.



Figure II.20. Structure d'un robot SCARA

II.10.2.5. La structure 3R (anthropomorphe)

Elle permet d'amener un solide en un point de l'espace par trois rotations, généralement une à axe vertical et deux à axes horizontaux et parallèles c'est le porteur généraliste par excellence, pouvant se programmer facilement pour différents types de tâches et disposant d'un volume de travail conséquent.



Figure II.21. Structure d'un robot 3R

II.11. Caractéristiques d'un robot

Un robot doit être choisi en fonction de l'application qu'on lui réserve. Voici quelques paramètres à prendre, éventuellement, on compte :

Critères techniques généraux

- Capacité de charge (masse et diagramme de charge)

- Rayon d'action
- Temps de cycle (conditionné par vitesse/accélération)
- Montage (sol, suspendu, mur, incliné)

Critères techniques fonction de l'application

- Répétabilité de position et de trajectoire
- Capacité de charge poignet en inertie
- Possibilités de la base de commande

Critères économiques

- Coût d'achat et d'intégration
- Coût d'exploitation et d'entretien

II.12. Domaines d'applications

La robotique est un domaine en plein essor depuis quelques années. Les évolutions technologiques, dépassant sans cesse nos espérances, permettent maintenant de réaliser des solutions technologiques s'adaptant au moindre problème.

Par conséquent, la robotique est utilisée dans des domaines extrêmement rigoureux et exigeants. Nous allons explorer quelques différents domaines.

II.12.1. L'industrie

Le but premier des robots est de remplacer l'homme dans des activités fastidieuses ou onéreuses pour l'employeur. Les robots ont donc commencé à être utilisés dans les chaînes d'assemblage industrielles. Dans les chaînes d'assemblage, on retrouve des robots soudeurs, manipulateurs, peintres ...

II.12.2. Le domaine militaire

Les robots sont de plus en plus utilisés dans le domaine militaire. En effet, la miniaturisation permet aujourd'hui de créer des robots discrets mais dotés de nombreux capteurs, ce qui est idéal pour des missions d'espionnage ou d'éclairage.

II.12.3. La santé

Les robots commencent à être de plus en plus dans le domaine médical, qu'il s'agisse de « simples » échographies ou d'opérations chirurgicales plus délicates. En fait, ces robots ne sont pas complètement autonomes mais ils assistent les médecins ou chirurgiens, jusqu'à permettre des opérations médicales à distance (télémédecine). On parle de chirurgie robotisée (mot né de l'anglais « surgery » : chirurgie) c'est-à-dire tout ce qui consiste à introduire les derniers outils des technologies informatiques et robotiques dans la pratique médico-chirurgicale. Cette pratique

de « chirurgie assistée » est émergente donc bien que peu répandue, elle est en phase de devenir la chirurgie du futur.

II.13. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons donné un aperçu général sur la robotique : l’historique des robots, leurs structures, leurs utilisations, leurs différents types, leurs classifications ainsi que leurs domaines d’application ce qui va nous servir pour la construction de notre bras. Les robots sont utilisés à jouer un rôle de plus en plus important dans notre vie. Dans le chapitre suivant, nous allons décrire la partie matérielle et la partie logicielle de notre bras manipulateur.

Chapitre III :
Commande du bras via une interface Android

III.1. Introduction

La robotique est au service de l'homme dans de nombreux domaines tels que l'industrie, médecine, domotique, militaire, etc.

Dans ce chapitre, nous allons apprendre à utiliser et programmer notre Arduino Mega 2560 dans le cadre d'un environnement robotique. Dans un premier temps, nous allons voir une simple présentation concernant les composants du bras manipulateur, puis dans un second temps, nous allons voir en détails la réalisation électronique, et enfin nous présenterons les différentes procédures, programmes et les explications pour contrôler le robot via une application Android qui constitue l'objectif de notre travail.

Le contrôle de ce bras manipulateur sera fait par un protocole de communication sans fil WiFi.

III.2. Description du kit de bras manipulateur

Pour l'installation et la forme, elle est de ma propre conception. Cette dernière a été faite par l'utilisation de « principe des poteaux électriques en fer »

La figure ci-dessous montre les éléments constitutifs de bras, les différentes étapes de formation et sa forme finale.

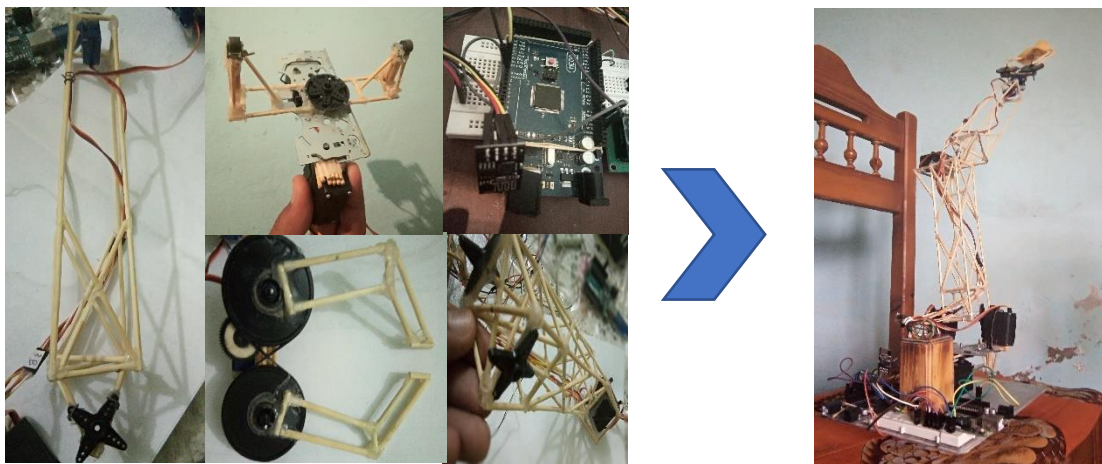


Figure III.1. Le Bras avant et après l'assemblage

La plate-forme dans leur composition est très simple. Elle est capable de porter les éléments du système, composée de six servomoteurs. Ces derniers ont joué le rôle des actionneurs c'est-à-dire des articulations des bras. Les autres modules dont nous avons utilisé ont été illustrés ci-dessous :

III.2.1. Partie électronique

La partie électronique a pris une place très importante dans notre projet car elle fait le lien entre l'application sur votre smartphone et les composants en lien direct avec l'extérieur (Arduino, servomoteurs...).

Tout d'abord, le cerveau du robot est le Arduino Mega 2560 présenté par la figure III.2.

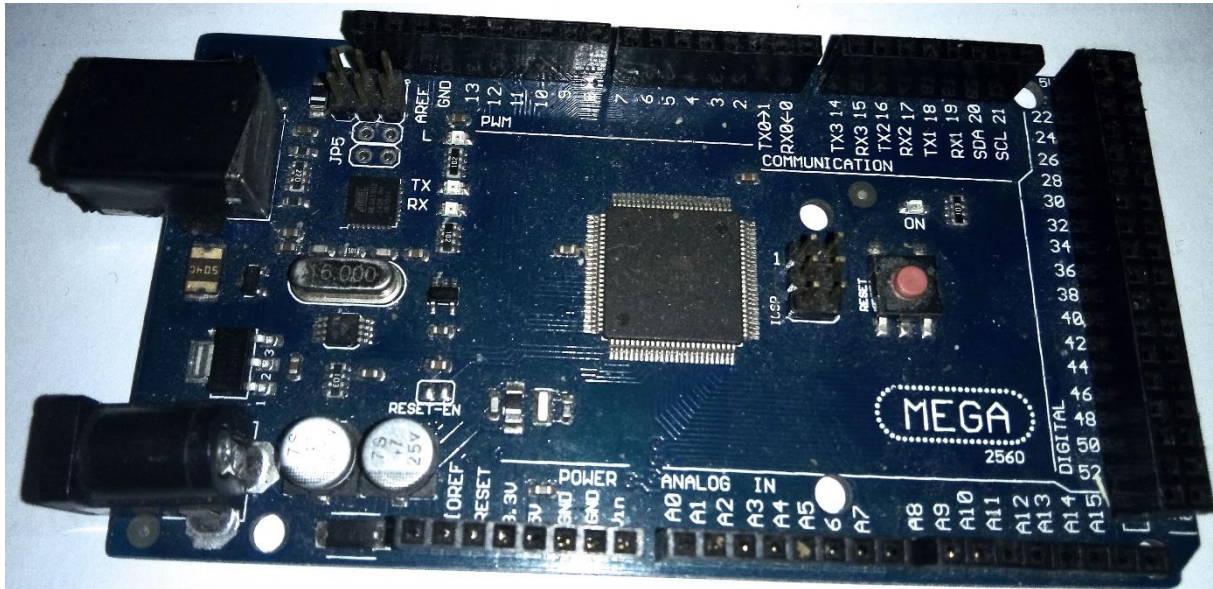


Figure III.2. Arduino Mega 2560

Dans cette partie, nous détaillons les montages électroniques que nous avons pu réaliser étape par étape ainsi que le rôle de chaque module électronique utilisé pour bien apprendre comment le robot fonctionne.

Pour assurer le déplacement du robot, on a utilisé les servomoteurs.

III.2.1.1. Le servomoteur

Lors de vos différents montages, vous avez sûrement travaillé avec des servomoteurs (Figure III.3). Les servomoteurs sont de petits moteurs avec un réducteur intégré permettant de déplacer un axe sur 180° (Figure III.4).

Le servomoteur est composé de 3 pins, deux pour le courant et un pour le signal.



Figure III.3. Servomoteur de type MG996R

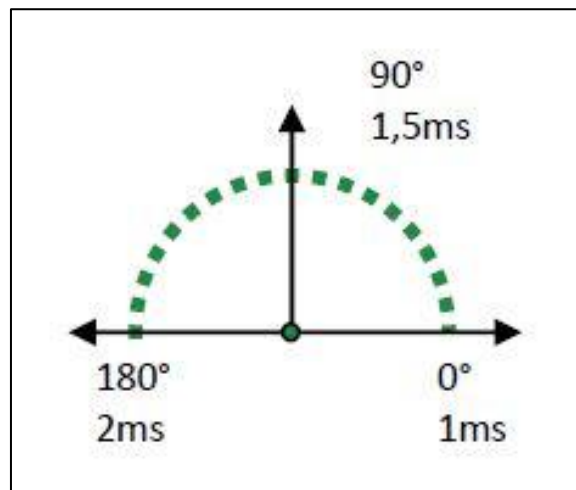


Figure III.4. Angle de rotation en fonction de temps d'impulsion PWM

Dans la plupart des servomoteurs, le signal envoyé correspond à une impulsion comprise entre 1 et 2 ms toutes les 20 ms (Figure III.5). La durée du signal correspond à un angle entre 0 et 180°. Ainsi 1 ms correspondra à un angle de 0°, 1,5 ms à 90° et 2 ms à 180°. Ces servomoteurs se base dans leurs sens de rotations sur le pont H.

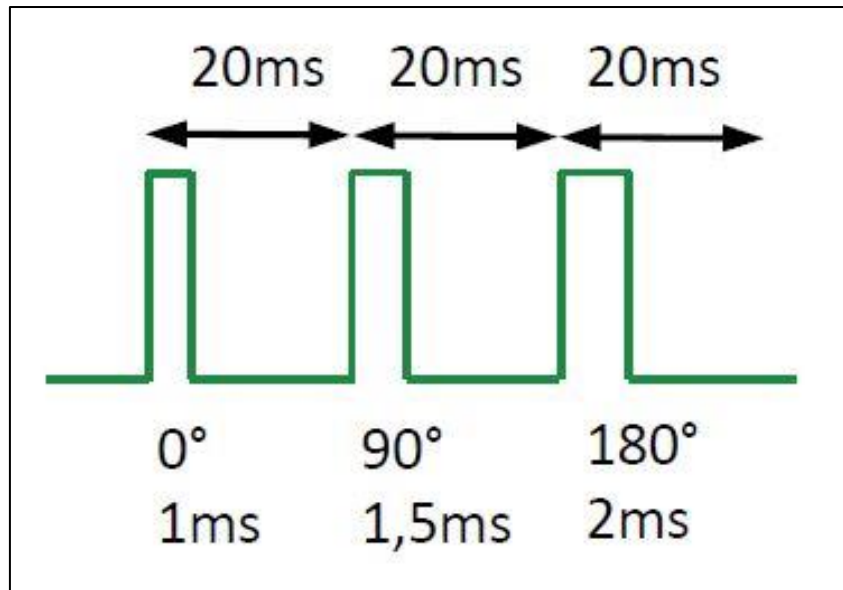


Figure III.5. Impulsion PWM

A. Le pont H

Un des avantages de bien servir des moteurs est de pouvoir aller dans les deux sens. En effet, inversant le courant envoyé dans le rotor, il est possible de le faire tourner dans le sens inverse.

Les schémas ci-dessous illustrent ce processus, grâce à des transistors, il est possible de modifier la direction du passage du courant.

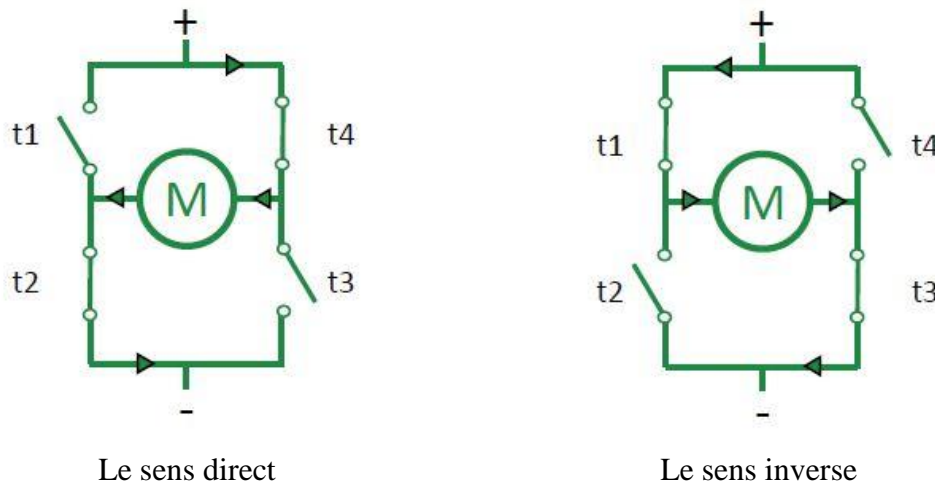


Figure III.6. Sens du courant en fonction de l'état des interrupteurs d'un pont en H

L'utilisation de transistors pour modifier le sens du courant peut aussi dégrader le montage, en effet :

- Si t1 et t3 sont ouverts : un courant positif traverse le moteur.

- Si t2 et t4 sont ouverts : un courant négatif traverse le moteur.
- Si plus de 2 transistors sont ouverts : le courant ne circule pas.
- Si t1 et t2 ou t3 et t4 sont fermés : le montage est court-circuité

B. La technique PWM

La technique de modulation de largeur d'impulsion (Pulse Width Modulation PWM) consiste à générer un signal carré avec un rapport cyclique modulé en fonction d'un signal de commande. Le signal généré peut servir à commander un circuit de puissance à découpage (pont en H), associé à un filtrage passe-bas inductif, pour générer une onde sinusoïdale ou d'une autre forme.

Le rapport cyclique définie par la relation suivante :

$$a = U_0/m$$

m : est la valeur maximale de la porteuse

U_0 : La moyenne de ce signal carré

C. Utilisation de la technique PWM

La modulation par largeur d'impulsion (MLI en français) est une technique utilisée pour contrôler la puissance envoyée à un périphérique. Nous l'utiliserons dans ce projet pour contrôler la quantité d'énergie alimentant le moteur et par conséquent sa vitesse de rotation.

Le schéma ci-dessous montre le signal PWM tel qu'il est envoyé par la broche PWM du Arduino Mega 2560.

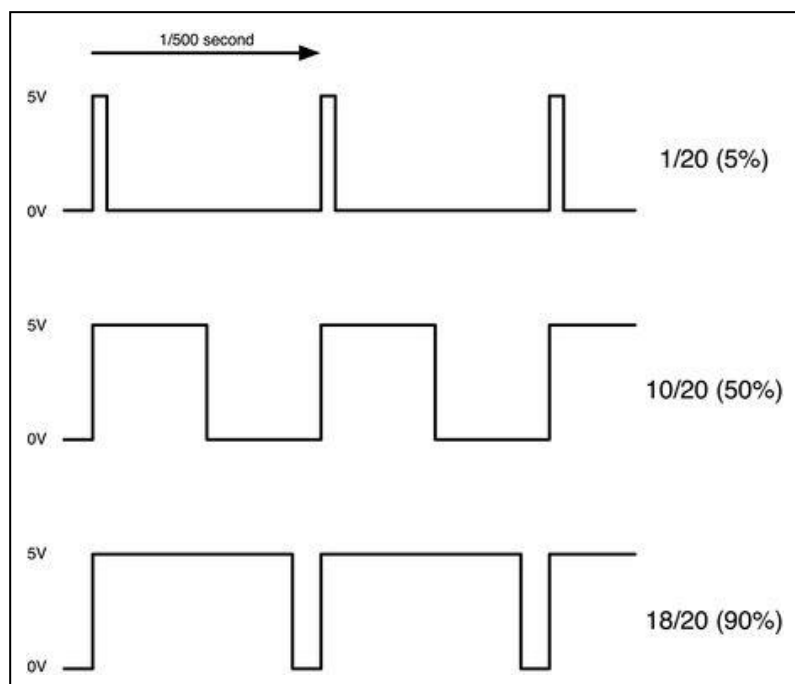


Figure III.7. Signal PWM envoyé par la broche PWM du Arduino Mega2560

Chaque 1/500 ième de seconde, la sortie PWM produit une impulsion. La longueur de cette impulsion (dans le temps) contrôle la quantité d'énergie qui alimente le moteur. Comme vous pouvez le constater sur le graphique, la longueur de l'impulsion peut varier de 0 à 100%. Sans impulsion, le moteur ne fonctionne pas, une courte impulsion le fera tourner lentement. Si l'impulsion est active pendant cinquante pour cent du cycle, le moteur recevra la moitié de la puissance qu'il recevrait avec des impulsions maximales (constante dans le temps).

III.2.1.2. Arduino Mega 2560

L'Arduino Mega est une carte électronique basée sur le microcontrôleur ATmega2560. Elle dispose de 54 broches numériques d'entrée/sortie (dont 12 peuvent être réutilisés comme sorties PWM), 16 entrées analogiques, 4 UART (ports série matériels), un oscillateur cristal de 16 MHz, une connexion USB, une prise d'alimentation, et un bouton de remise à zéro. Elle contient tout le nécessaire pour soutenir le microcontrôleur.

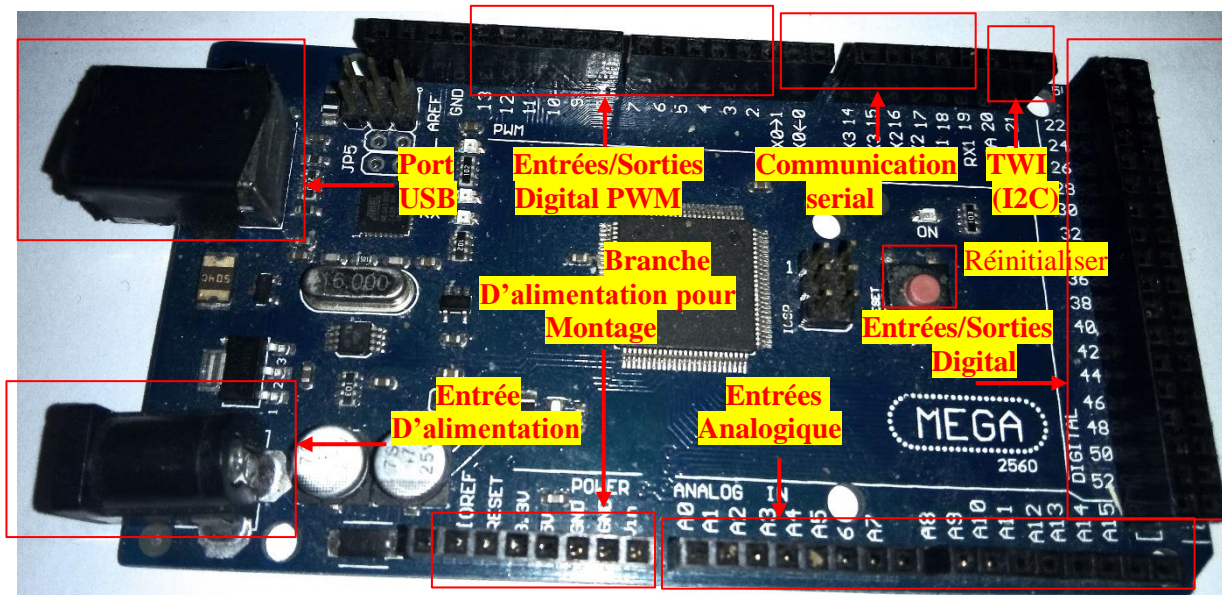


Figure III.8. Arduino mega 2560

La bibliothèque TWI est une interface abstraite pour les pilotes de périphérie I2C. La bibliothèque comprend un gestionnaire de bus matériel et logiciel et des exemples de pilotes de périphérie pour le capteur d'humidité et de température I2C, le module d'extension de périphérie 8 bits.

Microcontrôleur	ATmega1280
Tension de fonctionnement	5V
Tension d'entrée (recommandé)	7-12V
Tension d'entrée (limites)	6-20V

Intensité maxi disponible par broche E/S (5V)	40 mA
Courant DC pour Pin 3.3V	50 mA
Mémoire flash	128 KB dont 4 KB utilisés par bootloader
Mémoire SRAM (mémoire volatile)	8 KB
Mémoire EEPROM (mémoire non volatile)	4 KB
Vitesse de l'horloge	16 MHz

Tableau III.1. Tableau présente les caractéristiques de Arduino mega2560

III.2.1.2. ESP-01 Module WiFi ESP8266

L'ESP-01 est un petit module permettant de connecter n'importe quel microcontrôleur (du moment qu'il possède un UART Rx/Tx) à un réseau WiFi.

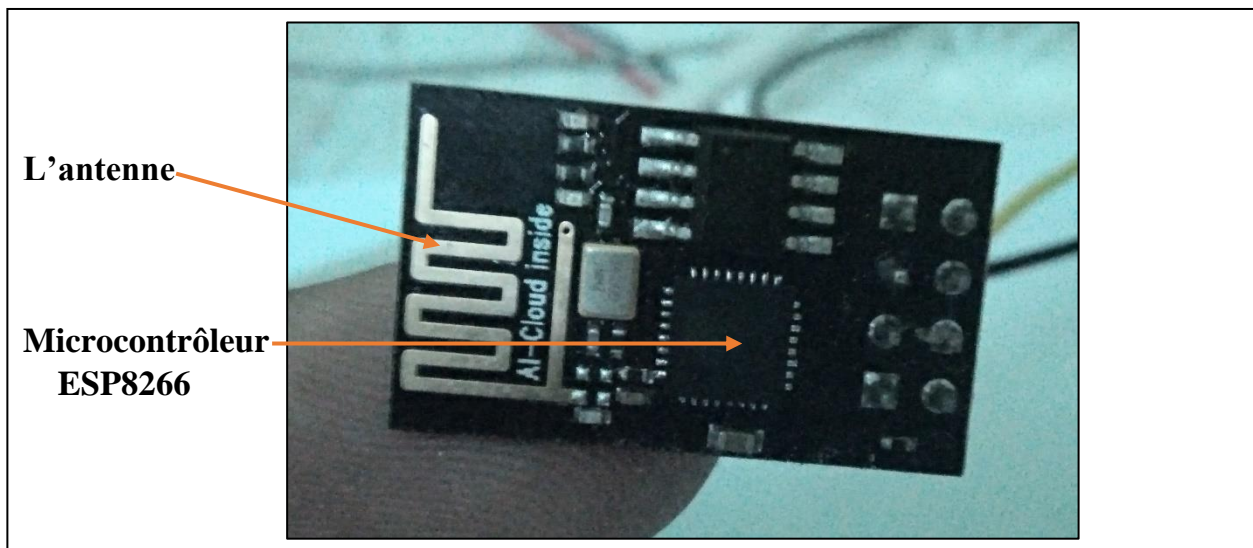


Figure III.9. ESP8266-01 module WiFi

L'ESP8266-01 est un SoC (System on Chip) qui contient un microcontrôleur et un système WiFi. Permettant de connecter n'importe quel microcontrôleur (du moment qu'il possède un UART Rx/Tx). Il ne fonctionne qu'en 3.3 V et n'est pas tolérant au 5 V. Il a deux GPIO (0 à 2) qui peuvent être utilisés pour la communication I²C. Il est pourvu d'un port RS232 qu'on peut utiliser pour lui envoyer des commandes AT. Il a deux façons différentes d'utiliser cet ESP :

- En lui envoyant des commandes AT sur son port RS232 avec un ordinateur ou un microcontrôleur.
- En programmant directement son microcontrôleur interne en Arduino C.

Pour la première partie sur les commandes AT, le firmware NodeMCU doit être installé sur l'ESP. C'est en général le cas pour les ESP neufs.

Lorsque l'ESP est programmé en Arduino C, cela écrase le firmware NodeMCU, mais rien n'est perdu, on peut le flasher à nouveau.

A. Micro-contrôleur ESP8266

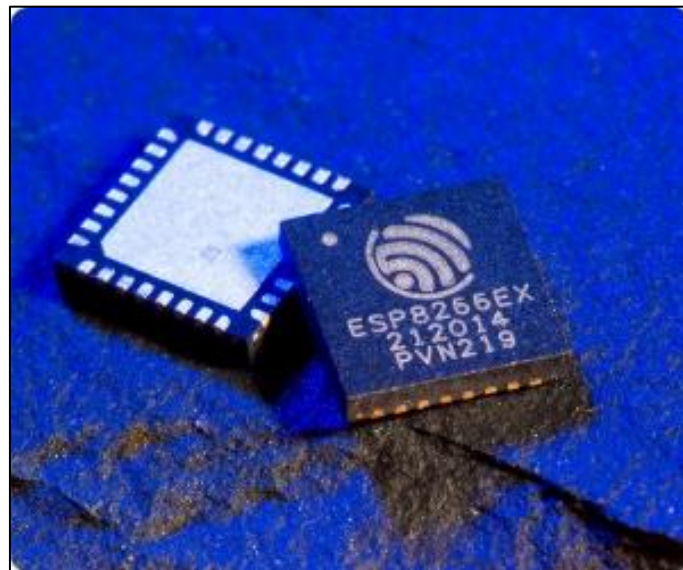


Figure III.10. Micro-contrôleur de L'ESP8266-01

L'ESP8266 est un Micro-contrôleur programmable conçu par Espressif, constructeur chinois. Son succès tient en quelques points :

- Le micro-contrôleur proprement dit est ridiculement petit (5mm x 5mm).
- Il supporte le WiFi (802.11 b/g/n).

Micro-contrôleur	Tensilica Xtensa LX106
Espace d'adressage	32bits
Fréquence d'horloge	80 MHz
Mémoire flash	Aucune
Mémoire RAM	96 ko
E/S numérique	16 (3,3V), toutes capables de PWM
Entrées analogiques	10 bits, 1V max (1)
Communication	1,5x UART (2); 1x I2C; 1x SPI

Tableau III.2. Tableau présente la synthèse des caractéristiques de ESP8266-01

- (1) L'ESP8266 accepte 1V maximum sur sa broche analogique. Certains modules de prototypage intègrent un pont diviseur de tension pour autoriser une mesure maximale à 1,8V ou 3,3V.
- (2) 1,5 UART car il y en a un complet (broches RX et TX).

B. Utilisation de l'ESP8266 comme module WiFi

L'utilisation de l'ESP-01 en module WiFi permet d'apporter une connectivité WiFi à un microcontrôleur de l'Arduino. Dans ce cas-là, l'ESP est un périphérique du microcontrôleur.

Ce mode de fonctionnement utilise les bornes Rx et Tx. La connexion avec un microcontrôleur se fait comme indiqué ci-dessous.

Les paramètres de configuration par défaut de la liaison série sont : 115200/1/N/N (Attention, parfois certains modules sont en 9600 bauds).

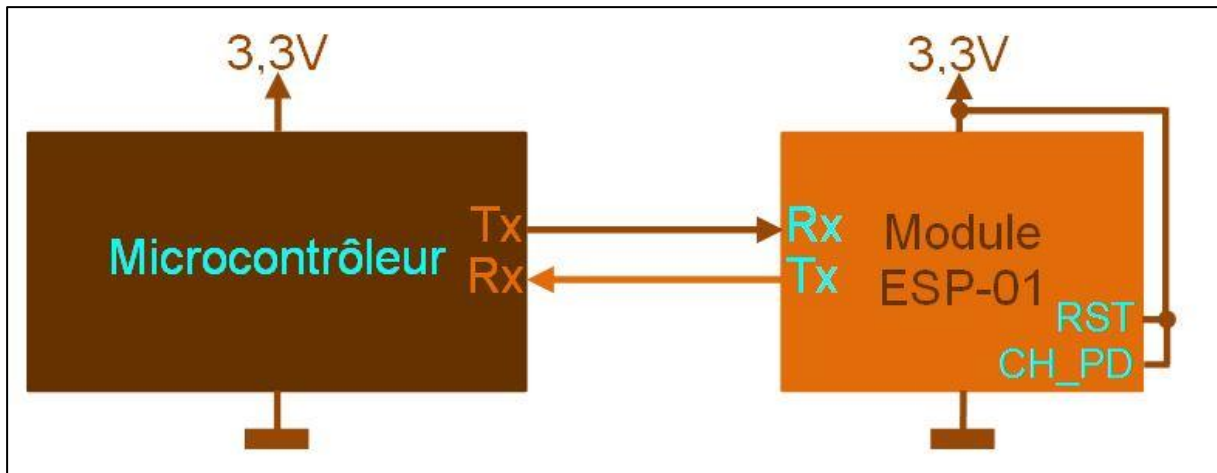


Figure III.11. ESP-01 avec un microcontrôleur fonctionnant en 3,3V

III.3.1. Première étape

Dans la première étape, on accorde le « Module WiFi ESP8266-01 » avec la carte Arduino Mega2560 pour assurer la connexion entre l'application et les éléments du système (le bras).

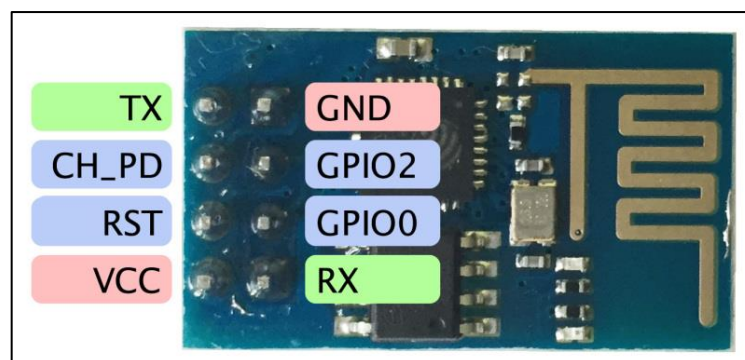


Figure III.12. Brochage du module ESP-01

L'image ci-dessous montre comment brancher correctement le module WiFi ESP8266-01 avec Arduino mega2560.

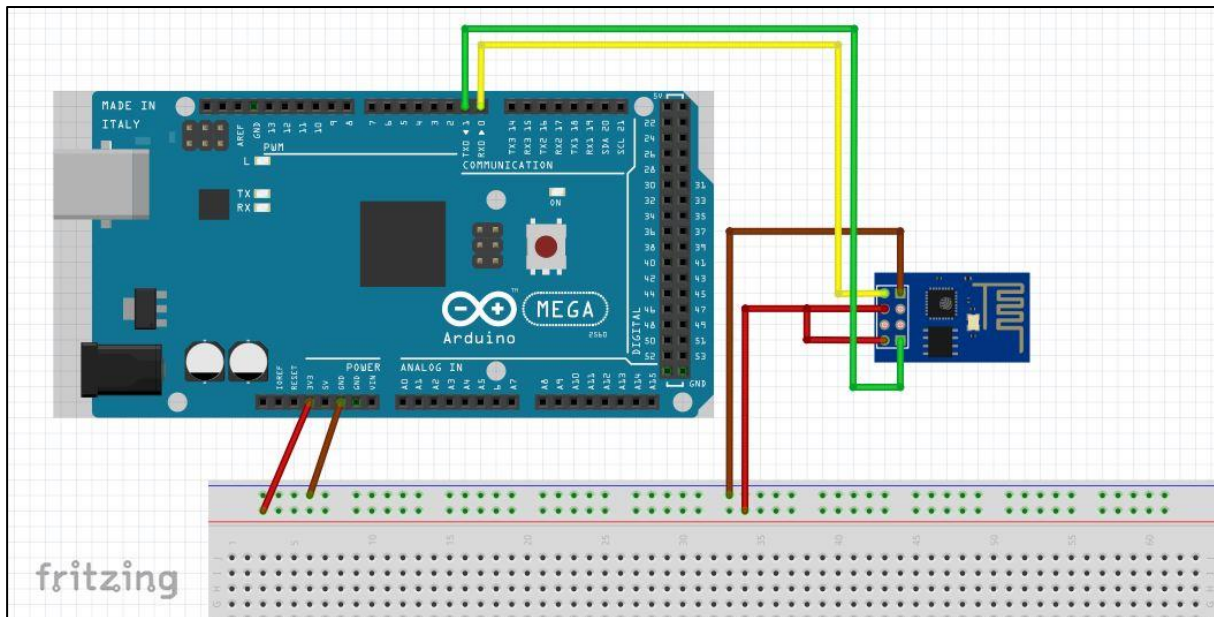


Figure III.13. Branchement de ESP8266-01 sur fritzing

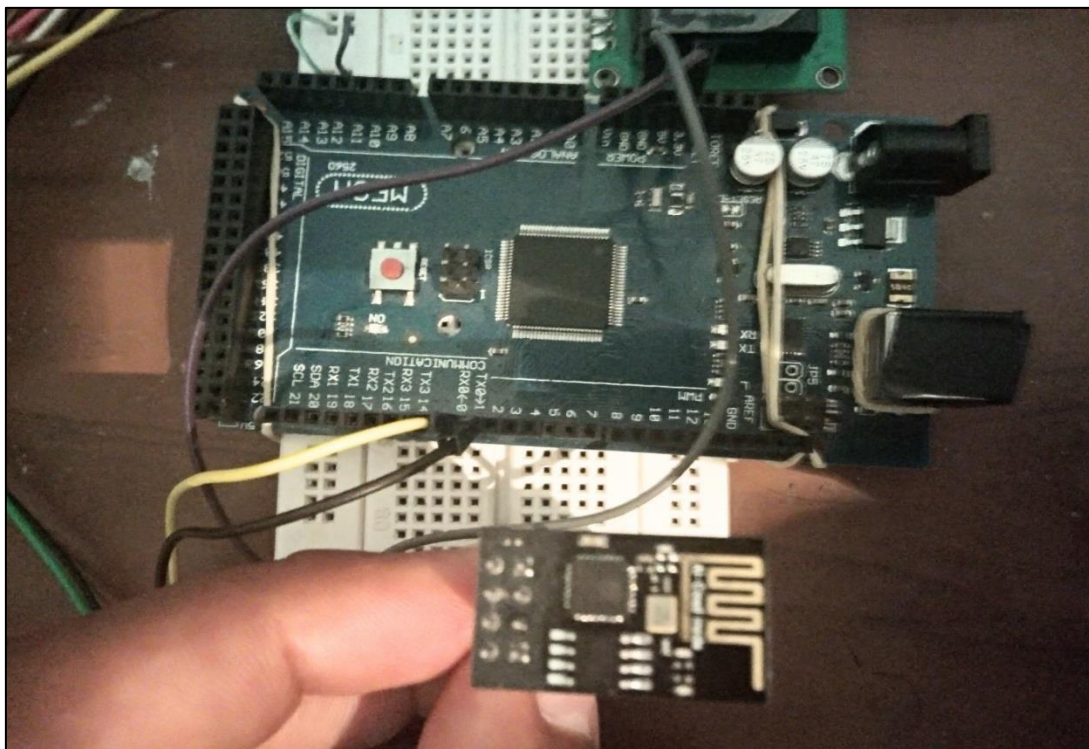


Figure III.14. Raccordement du module ESP8266-01 avec Arduino mega2560

III.3.2 Deuxième étape

Dans cette étape, on va vérifier que le module WiFi fonctionne correctement. On alimente la carte Arduino avec une source d'énergie et on vérifie le point d'accès de WiFi.

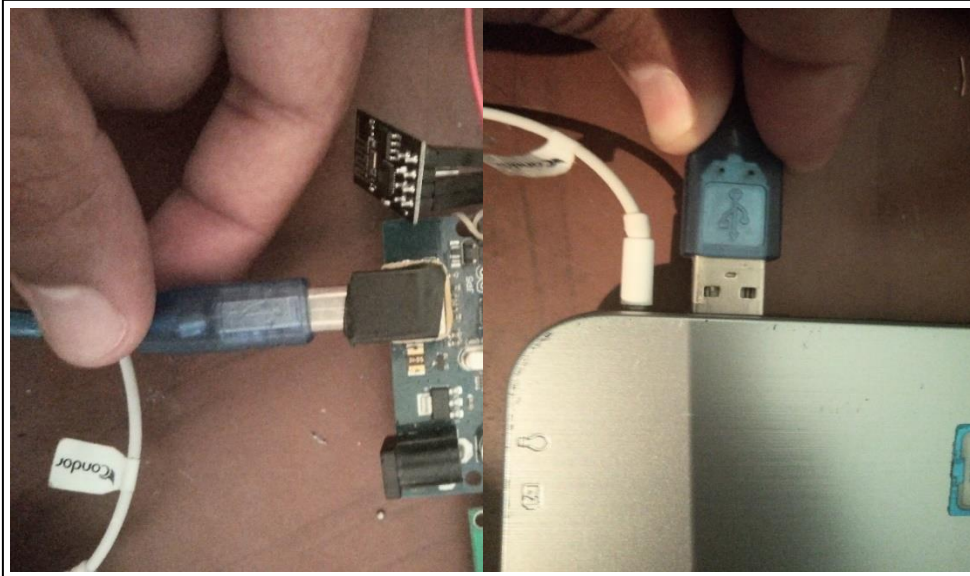


Figure III.15. L'alimentation de la carte Arduino

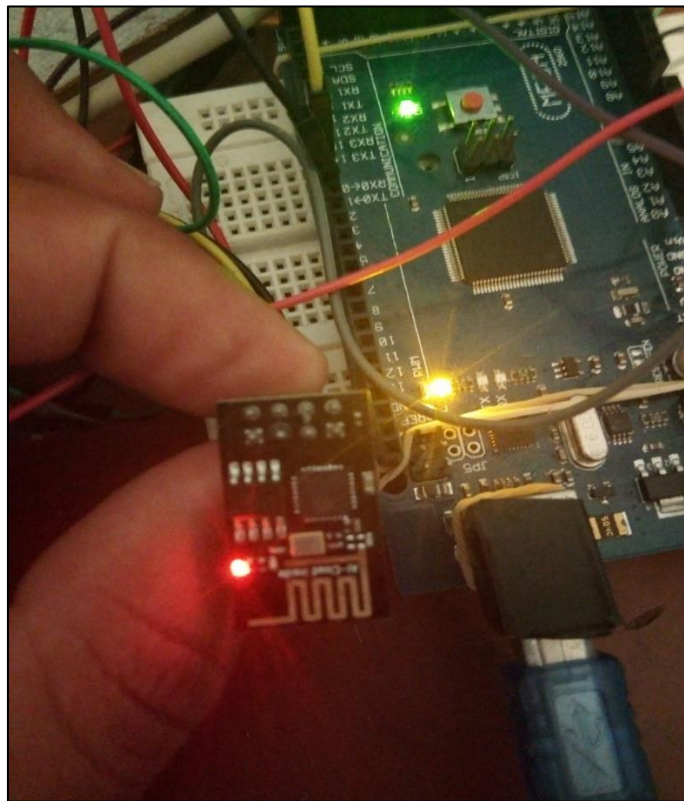


Figure III.16. Après l'alimentation

On remarque qu'il a deux led qui s'allument :

- Led jaune sur la carte Arduino : ça signifie qu'il n'y aucun problème dans le programme.
- Led rouge sur le ESP8266-01 : ça signifie que le module est alimenté correctement.

On prend un téléphone mobile qui contient WiFi et on va tester le point d'accès du module.

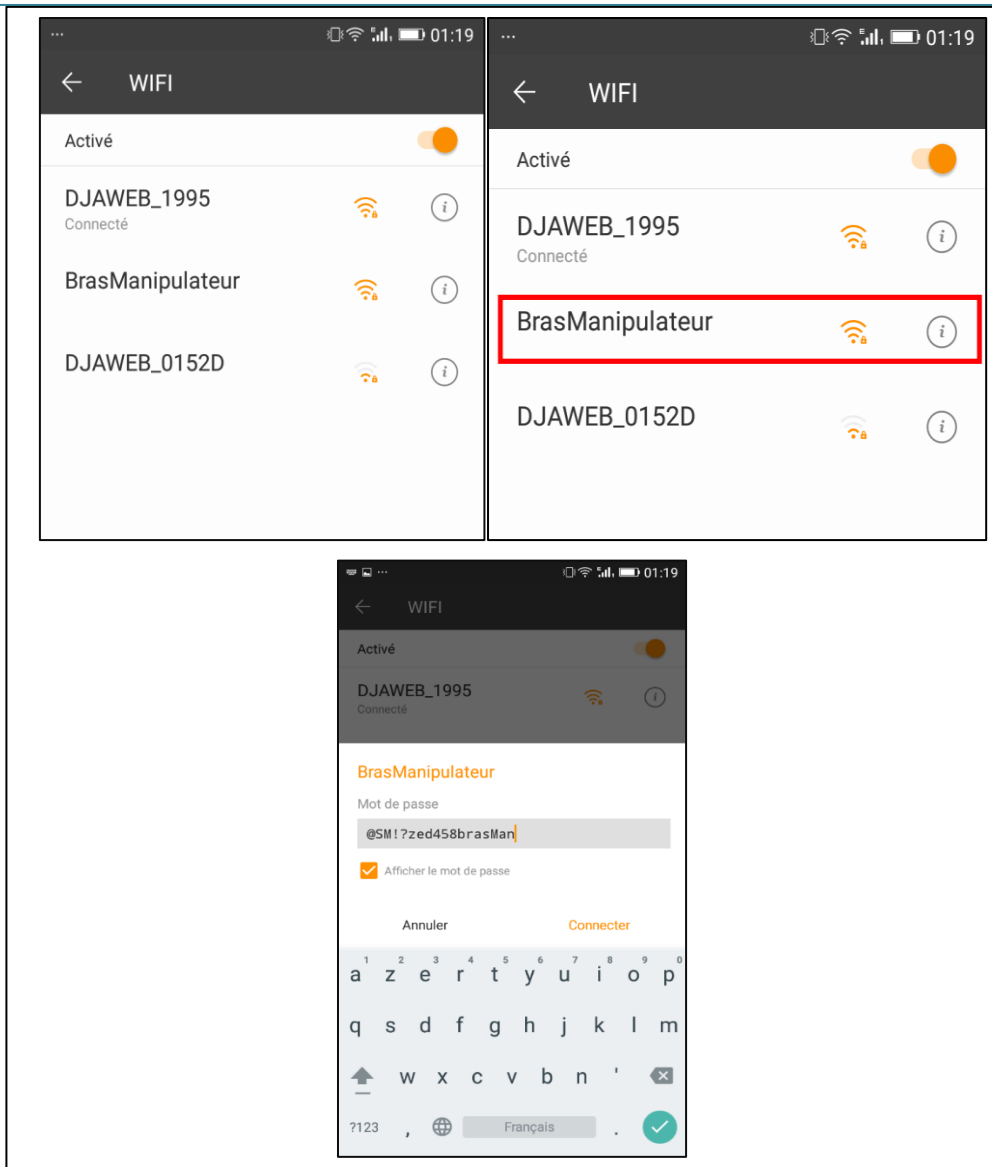


Figure III.17. Taper le mot de passe

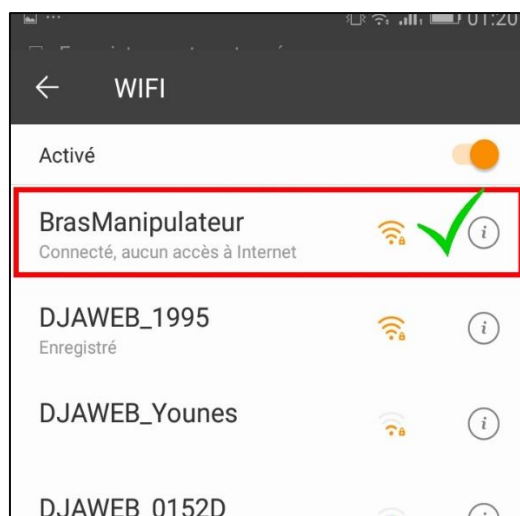


Figure III.18. Vérification de fonctionnement du module ESP8266-01

Nous concluons que la connexion entre téléphone mobile et Arduino à travers le module ESP8266-01 est absolument correcte.

On remarque que le nom de point d'accès (SSID) c'est « BrasManipulateur » et pour connecter à ce réseau, il faut entrer un mot de passe (Figure III.17). A l'origine, ESP8266-01 non configuré donne un nom d'utilisateur de la forme « AD54EIJH25634 » et ne contient pas un mot de passe. Dans ce cas, on peut tester son interconnexion avec le mobile facilement.

Dans mon exemple, j'ai fait la configuration déjà sur la carte Arduino. On va voir la configuration sur la partie informatique.

III.3.3 Troisième étape

Dans cette étape, on va former le bras étape par étape en utilisant le principe des poteaux électriques en fer. J'ai utilisé ce dernier car il est :

- Très solide.
- Fiable.
- Poids distribué au 4 points à la base.

La figure ci-dessous montre un exemple de poteaux électriques en fer.



Figure III.19. Poteaux électriques en fer

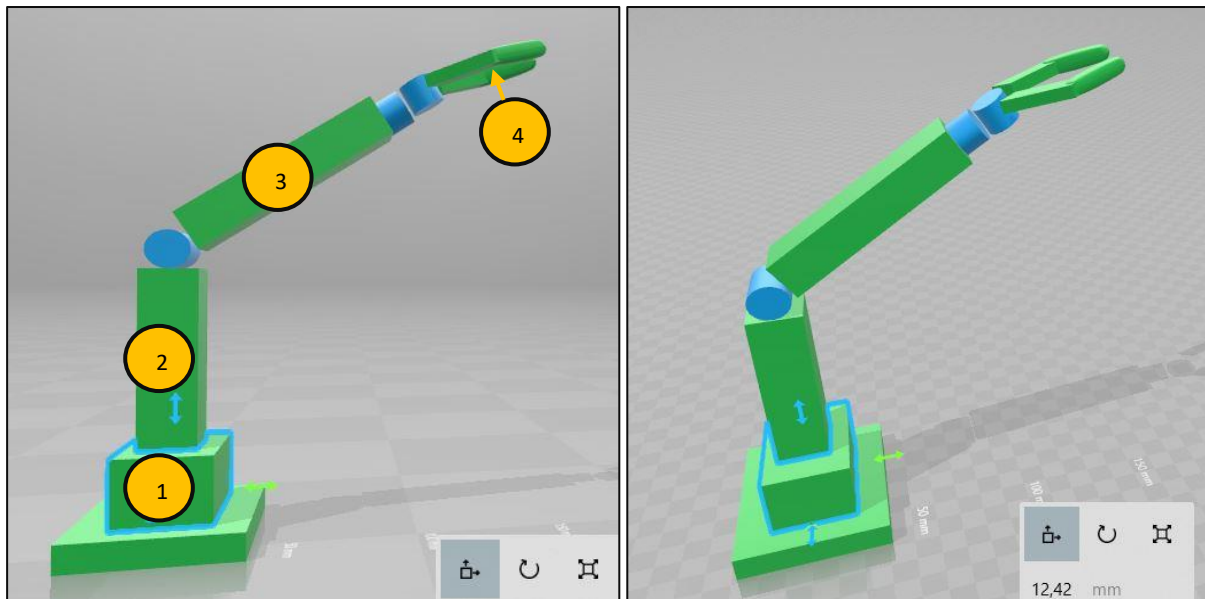


Figure III.20. Forme générale du bras

J'ai créé ce bras en début en 3D par l'application « 3D Builder » sous Windows 10. L'idée et l'architecture externe de ce bras sont fixées avant d'entamer la pratique.

3D Builder

C'est une application gratuite simple qui vous permet de créer des objets en 3D très facilement, et les visualiser d'une façon très claire.

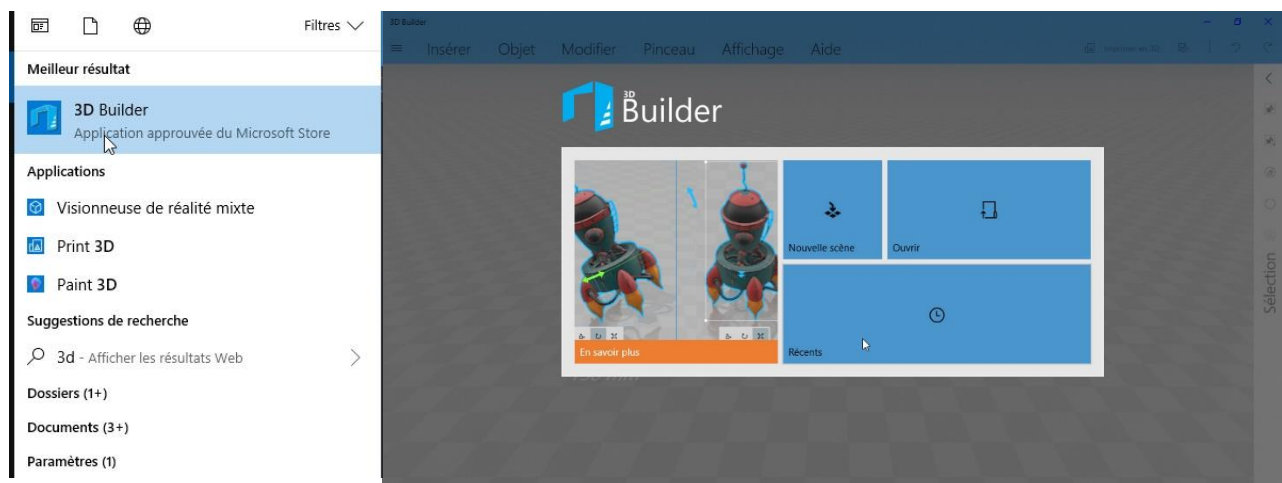


Figure III.21. 3D Builder

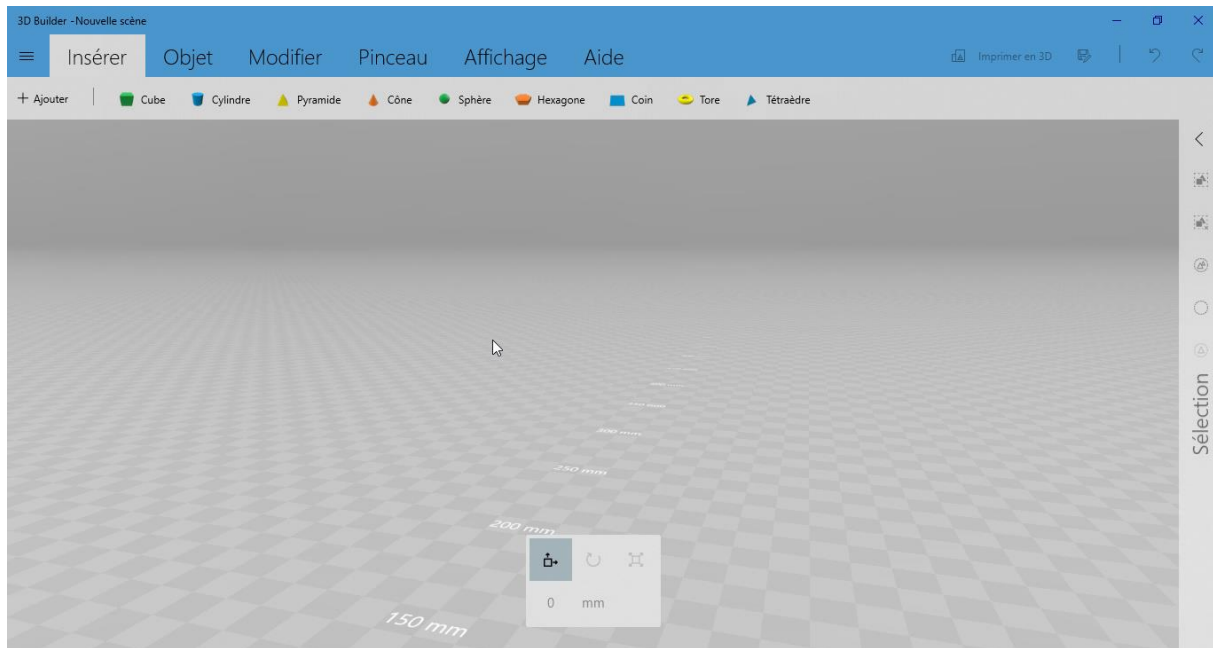


Figure III.22. Interface de 3D Builder

A. Partie 1

La partie bras est très importante, car tout le poids se concentre sur cette dernière.

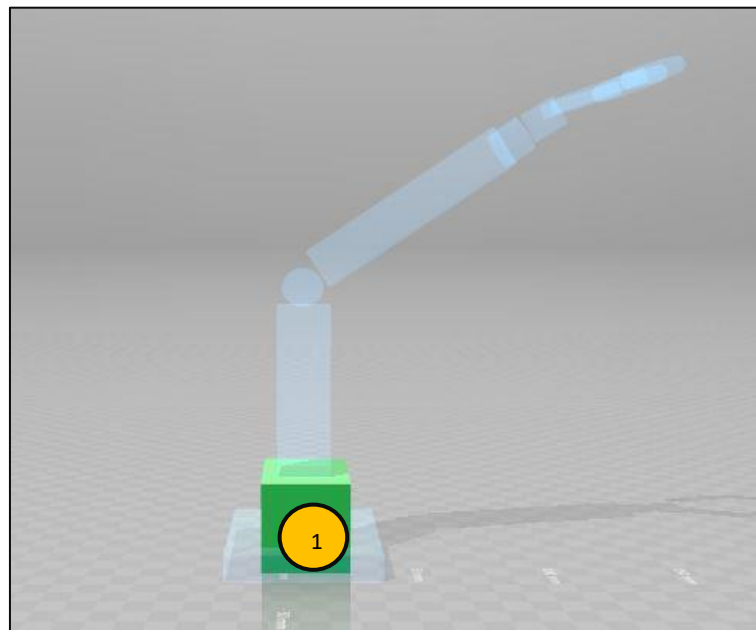


Figure III.23. Partie 1 du bras en 3D

Cette partie est composée de deux parties (rotation horizontale et verticale).

A.1. Rotation horizontale

Elle est composée d'un servomoteur qui tourne le bras 180° , 90° à droite et 90° à gauche.

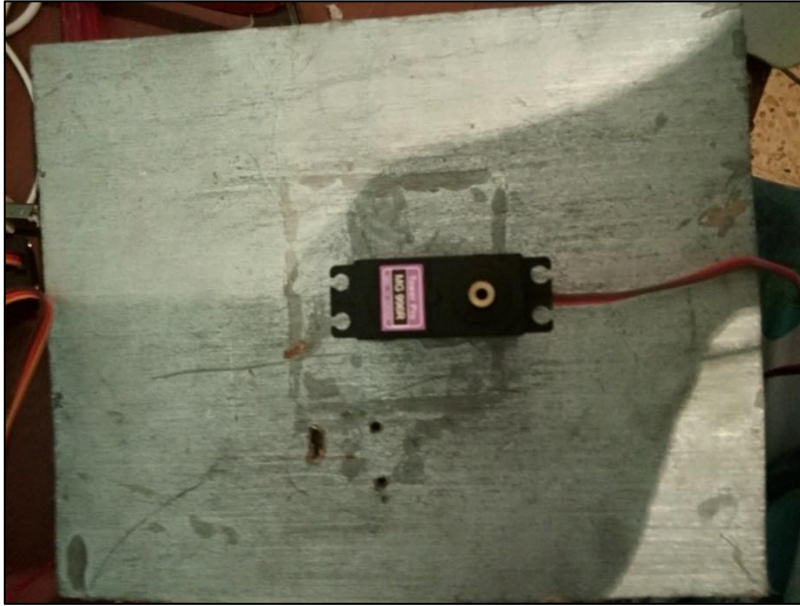


Figure III.24. Servomoteur de rotation horizontale.

A.2. Rotation verticale

Cette partie a besoin d'une grande force pour faire une rotation verticale de tout le bras ; c'est pour ça, on utilise deux servomoteurs, la première tourne $+90^\circ$, -90° et l'autre dans le sens contraire -90° , $+90^\circ$ pour obtenir le même mouvement.

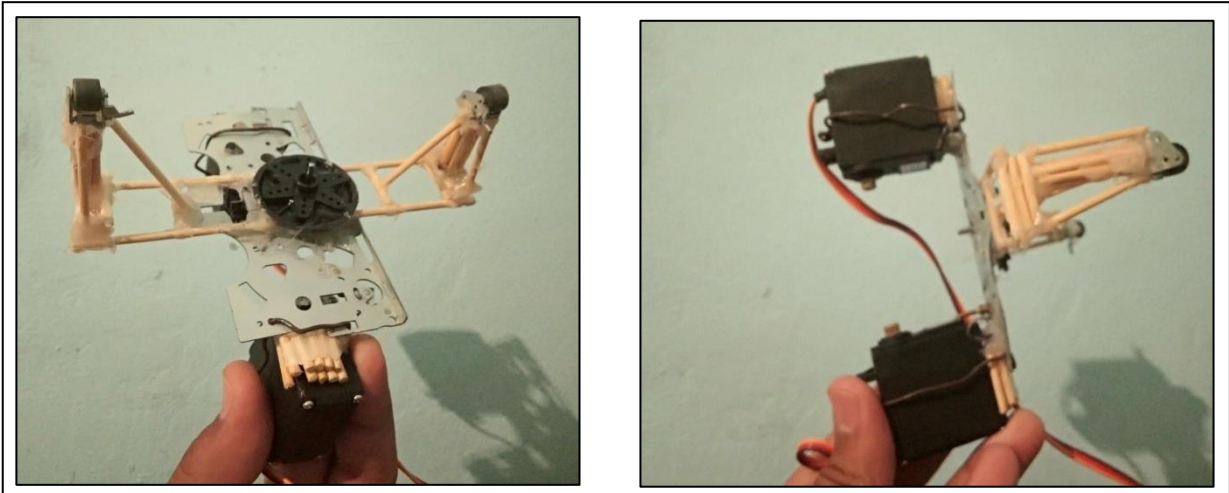


Figure III.25. Servomoteur de rotation verticale

B. Partie 2

Cette partie contient un servomoteur.

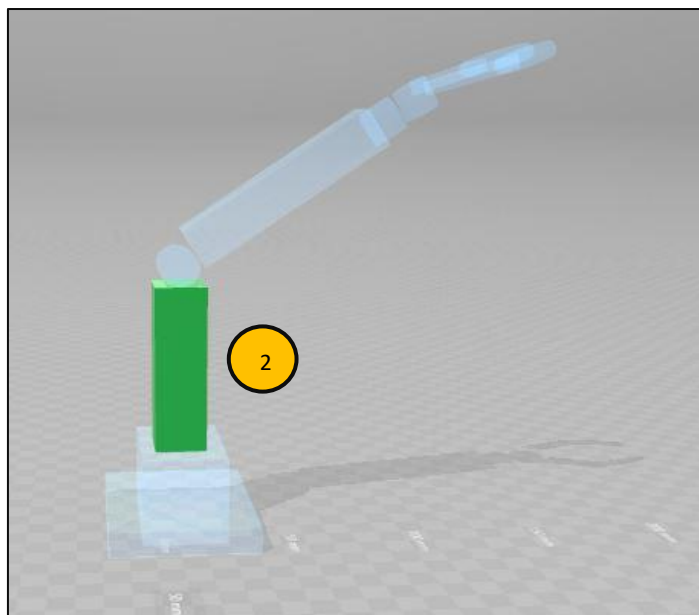


Figure III.26. Partie 2 du bras en 3D

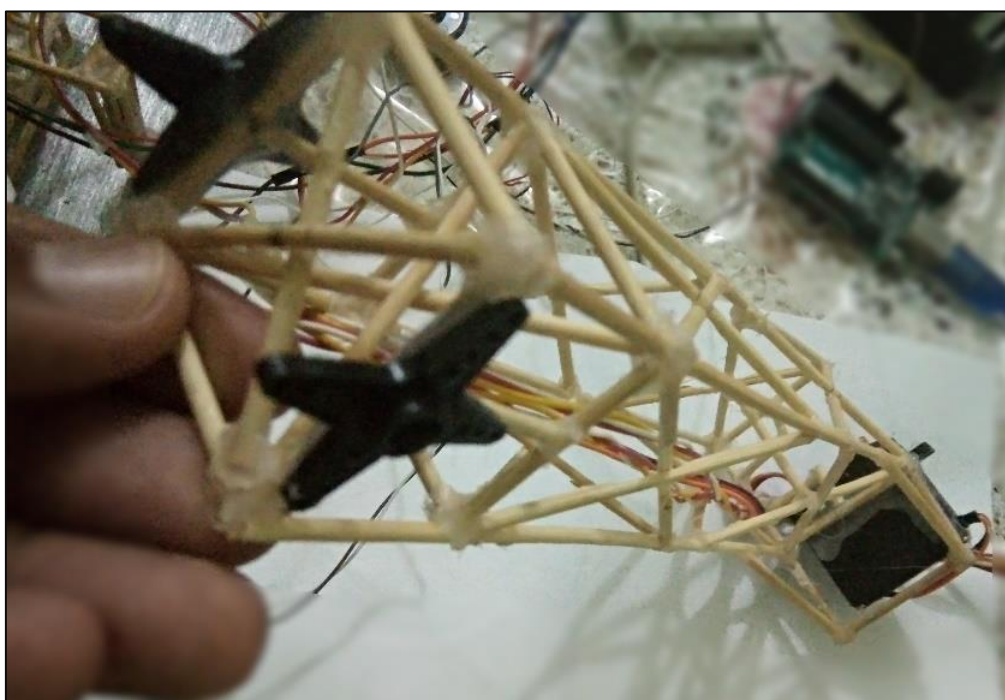


Figure III.27. Partie 2 réelle du bras

C. Partie 3

Cette partie contient un servomoteur qui tient la poignée.

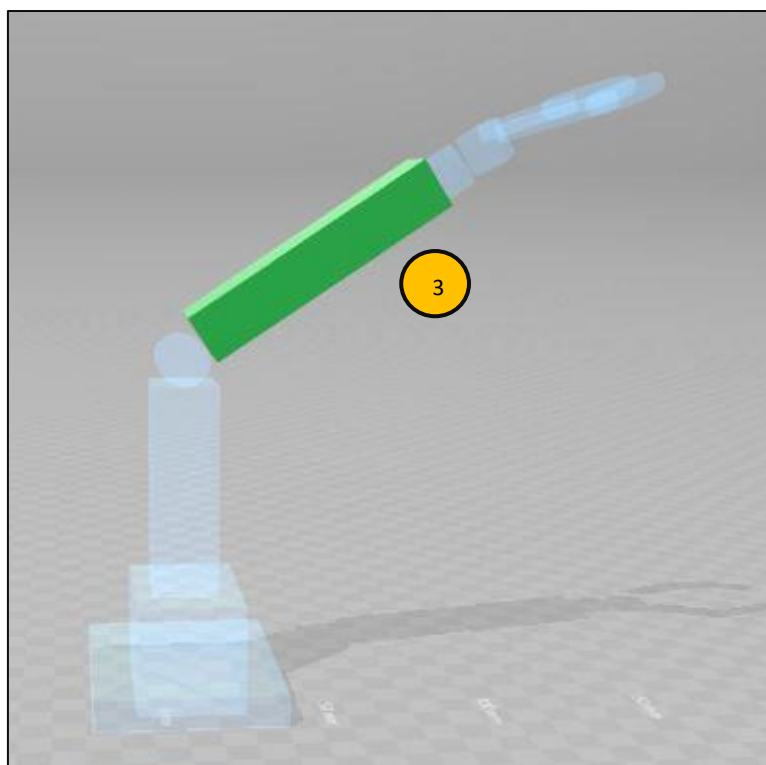


Figure III.28. Partie 3 du bras en 3D



Figure III.29. Partie 3 réelle du bras

D. Partie 4

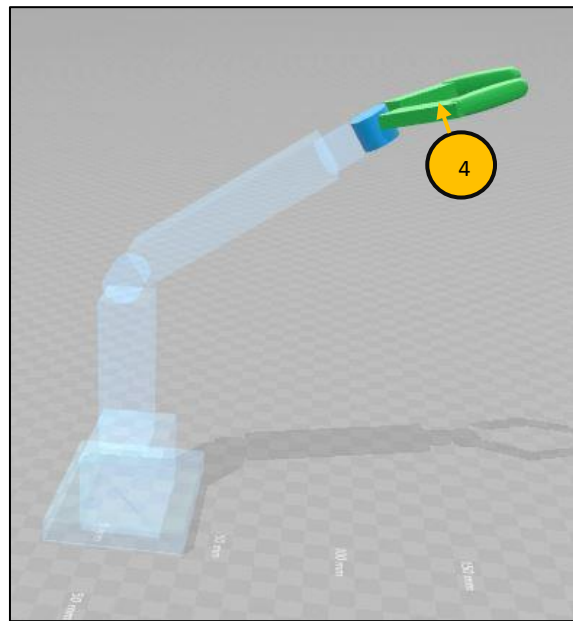


Figure III.30. Partie 4 du bras

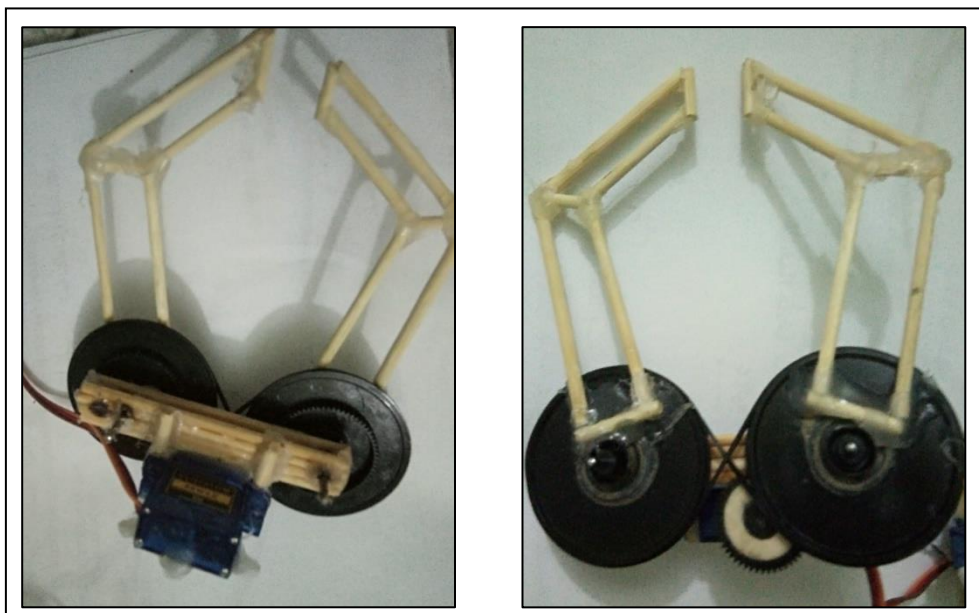


Figure III.31. Partie 4 de bras en réalité

Le système de cette poignée est basé sur le principe mécanique. Si le servomoteur tourne positivement (sur le sens positive), le côté droit tourne aussi dans le même sens, et par contre le côté gauche tourne mais au sens contraire car la relation entre les deux côtés a une relation inversive, qui donne la possibilité de prendre des objet de n'importe quel endroit.

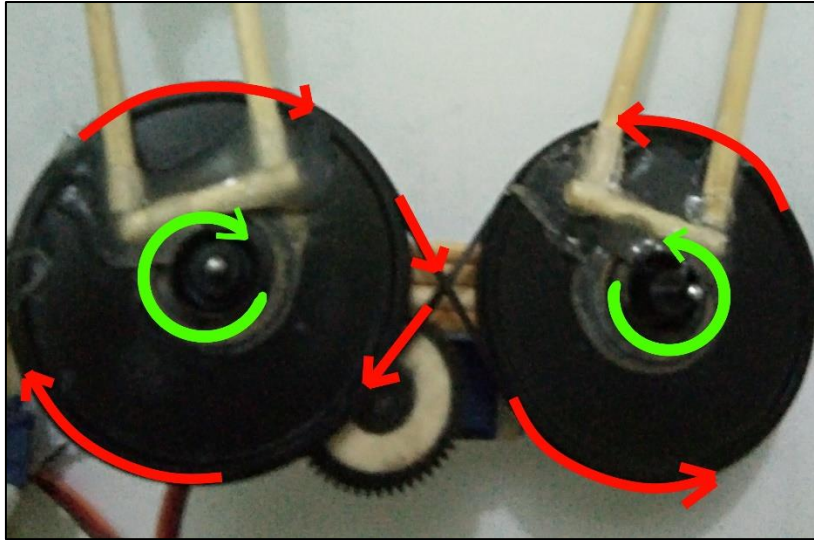


Figure III.32. Système de poignée

III.3.4 Quatrième étape

Dans cette étape, on va relier les servomoteurs à la carte Arduino. Dans l'ensemble de bras, j'ai utilisé Arduino Uno pour assurer 5V parfait pour les servomoteurs. La carte Arduino Uno est choisie pour des raisons de disponibilité du matériel, mais on peut utiliser une autre source qui assure les 5v de 6 servomoteurs.

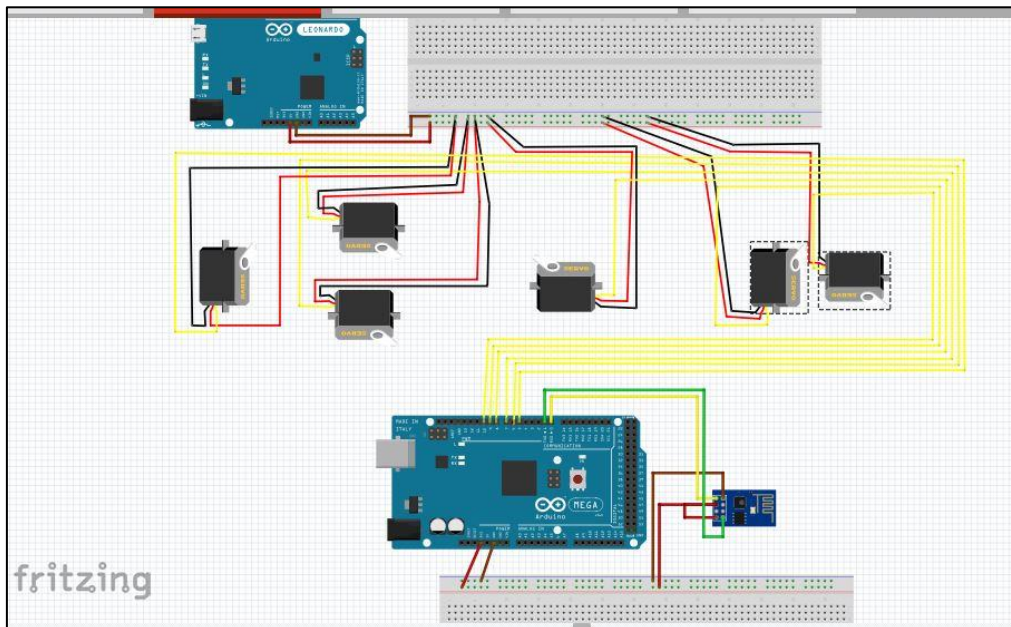


Figure III.33. Raccordement total du bras



Figure III.34. Raccordement total du bras en réalité

III.3 Partie logicielle

III.3.1. Téléchargement de l'application Arduino

La carte Arduino est programmée par un langage qui s'appelle langage Arduino. Premièrement, on va télécharger l'application programmation de Arduino sur le site officiel <https://www.arduino.cc/>

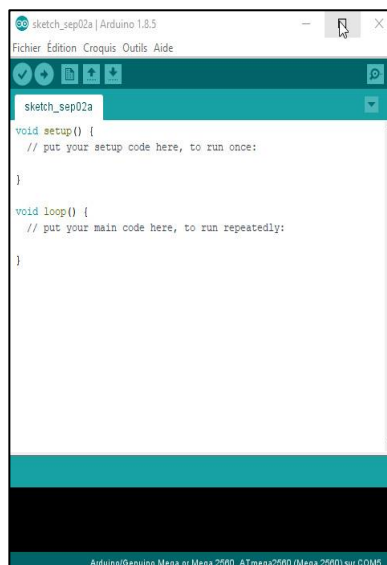


Figure III.35. Interface de l'application Arduino

Le programme en langage Arduino minimum doit être composé des deux fonctions obligatoires :

- La fonction d'initialisation `setup()` qui est exécutée une seule fois au démarrage.
- La fonction `loop()` "boucle sans fin" qui est exécutée infiniment.
- Toutes les lignes qui commencent par `//` sont ignorées par le compilateur et sont appelées des commentaires.
- Le code de la fonction est compris entre des accolades qui sont en quelque sorte les "bornes" délimitant la fonction.

III.3.2. Configuration de Module WiFi ESP8266-01

La première chose à faire dans la configuration est de définir l'interface de connexion :

```
// configuration de ESP8266-01
#define REMOTEXY_SERIAL Serial
#define REMOTEXY_SERIAL_SPEED 115200
#define REMOTEXY_WIFI_SSID "BrasManipulateur"
#define REMOTEXY_WIFI_PASSWORD "@SM!zed458brasMan"
#define REMOTEXY_SERVER_PORT 6377
```

III.3.3. Création d'application

III.3.3.1. Interface de contrôle du robot

On va entrer sur le site de <http://remotexy.com/>

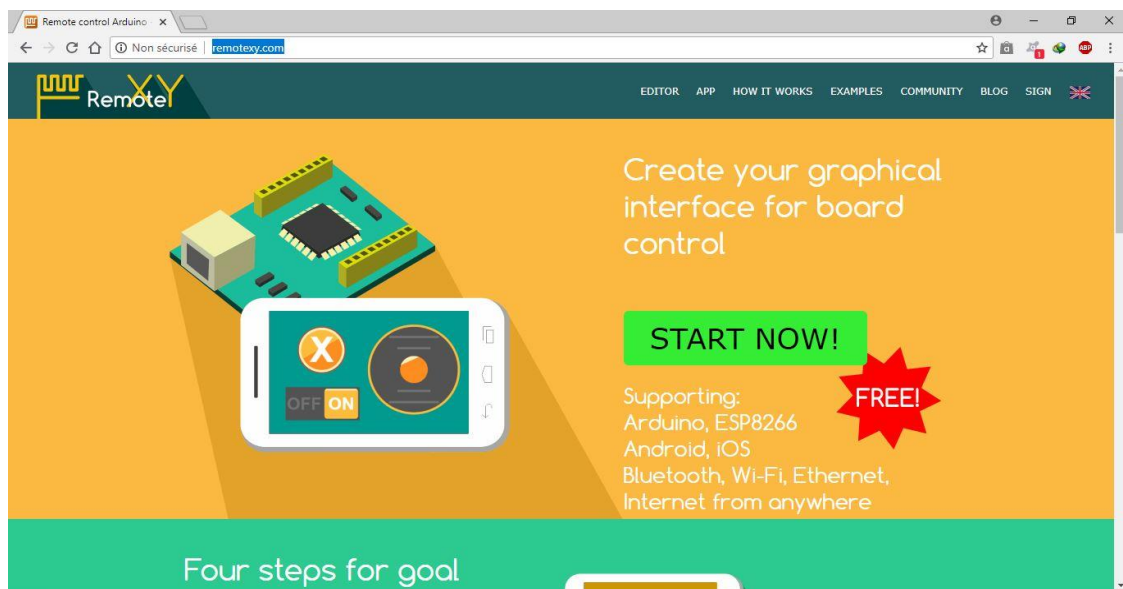


Figure III.36. Interface du site remotexY

Et on clique sur « START NOW ».

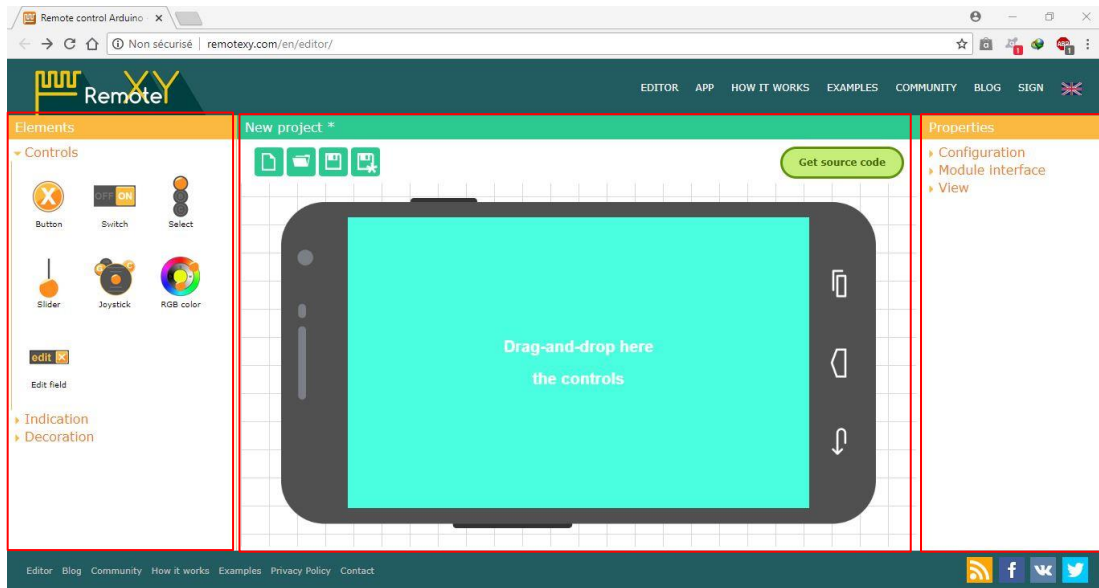


Figure III.37. Création d'application

D'abord, on va faire la configuration d'interface pour avoir une cohérence entre l'application Android et les systèmes électroniques.

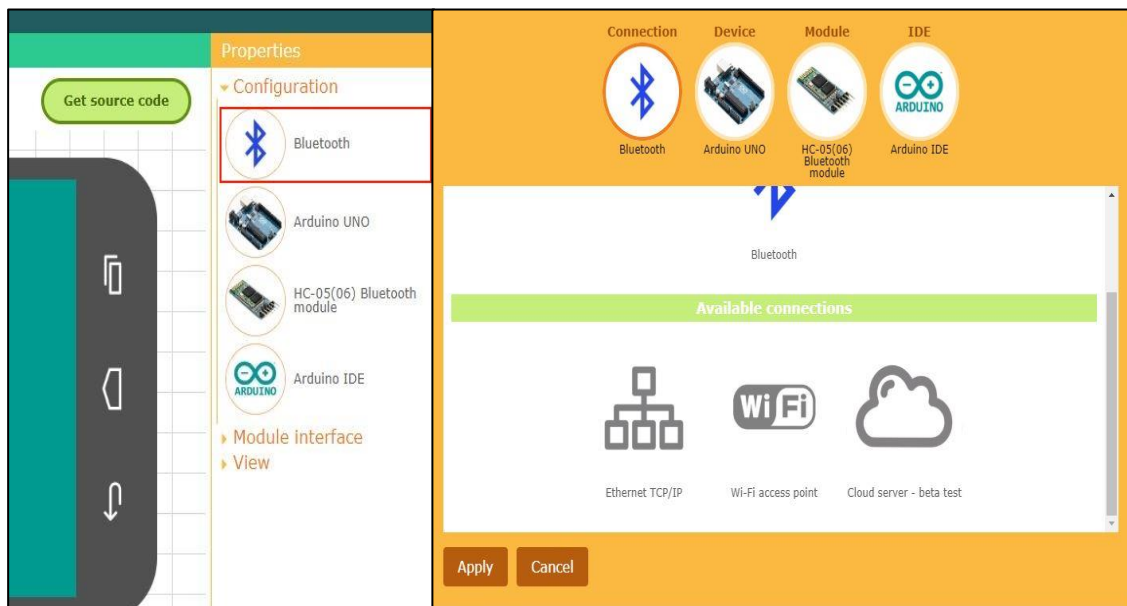


Figure III.38. Configuration connections

Puis, on sélectionne WiFi.



Figure III.39. Connexion WiFi Access point

On choisit la carte utilisée (dans notre cas, il s'agit de la carte Arduino Mega2560).



Figure III.40. Device Arduino Mega 2560

Ensuite, on choisit le Shield WiFi (ESP8266-01).

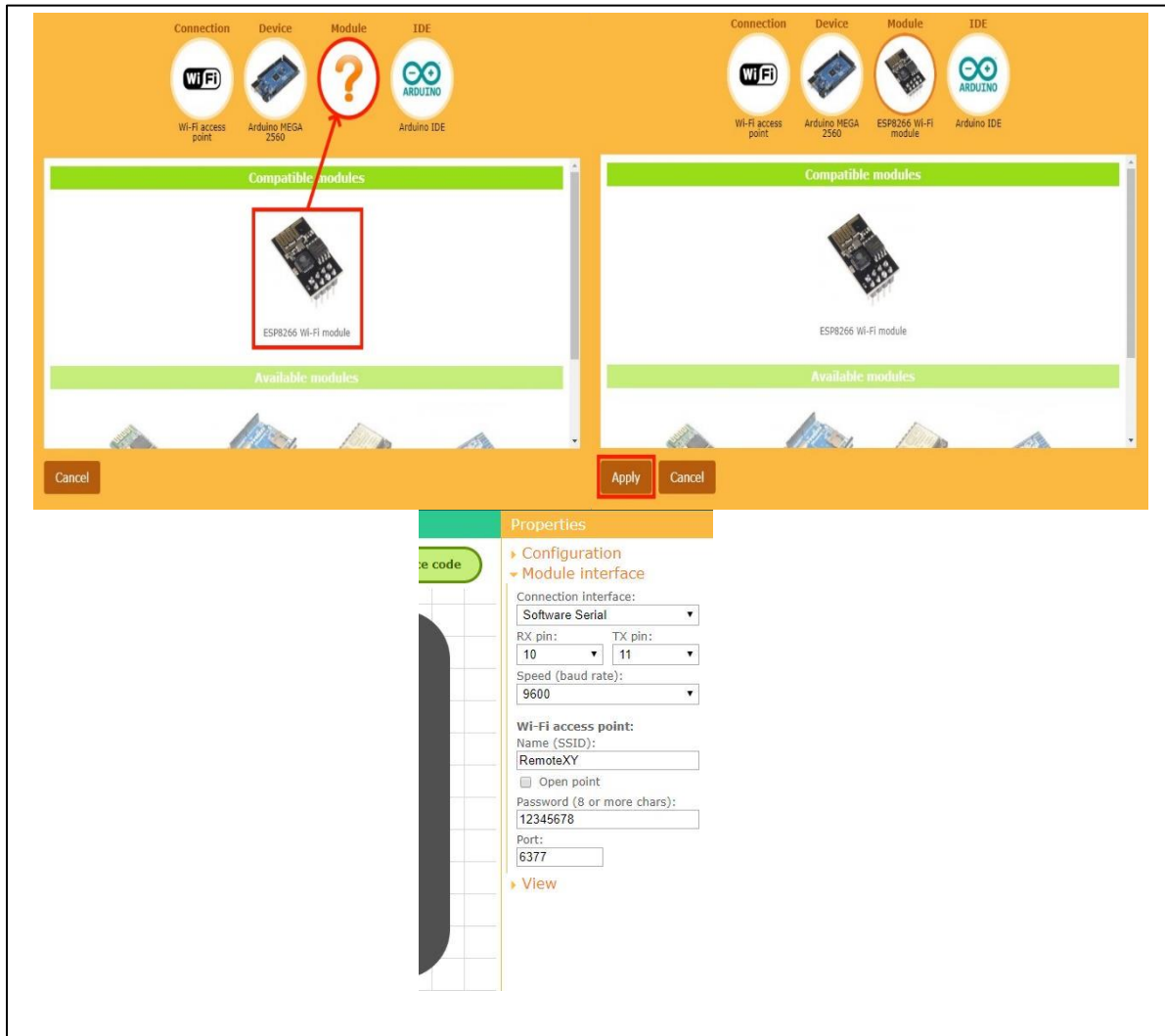


Figure III.41. Configuration Shield ESP8266-01

On change connexion interface de software à hardware Serial.

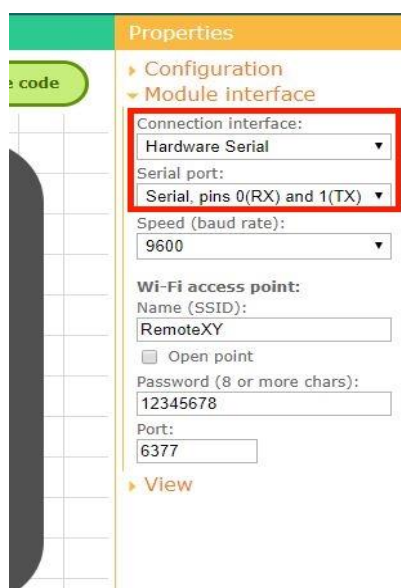


Figure III.42. Choisir connections interface

On fixe le paramètre Speed à 115200 bauds et on entre le SSID et le PASSWORD du WiFi.

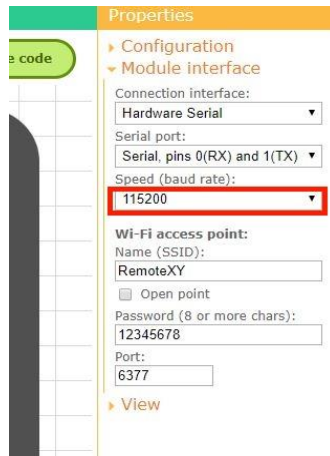


Figure III.43. Choisir vitesse transfère

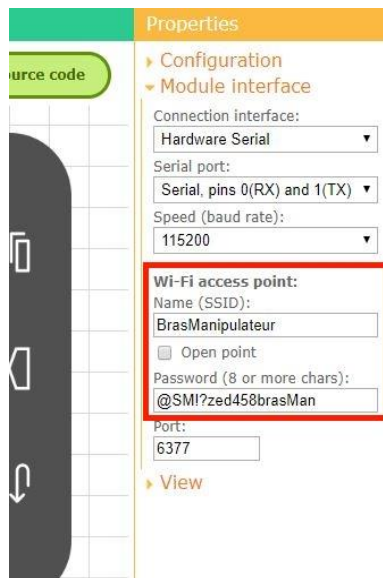


Figure III.44. Nom et mot passe de point d'accès

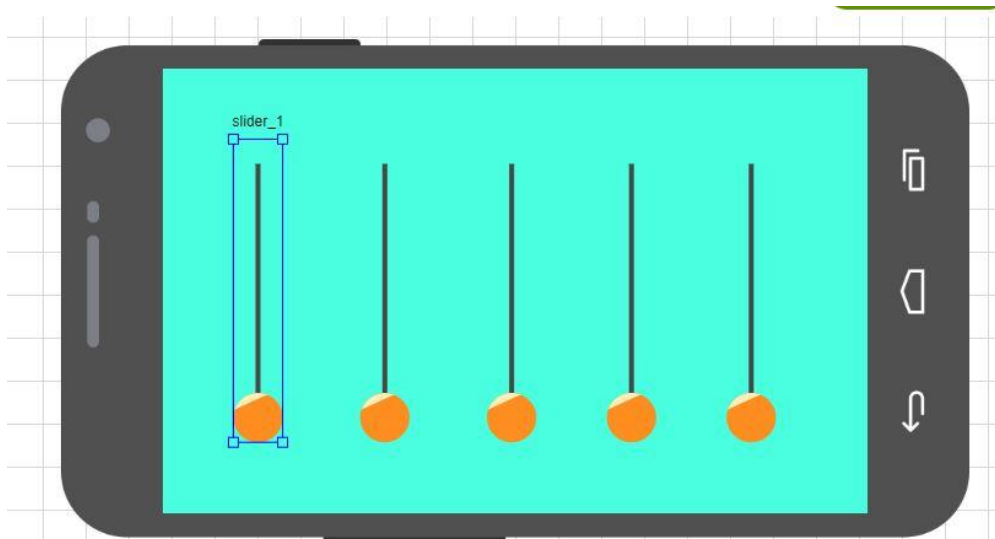


Figure III.45. Nommé les variables (seek bar)

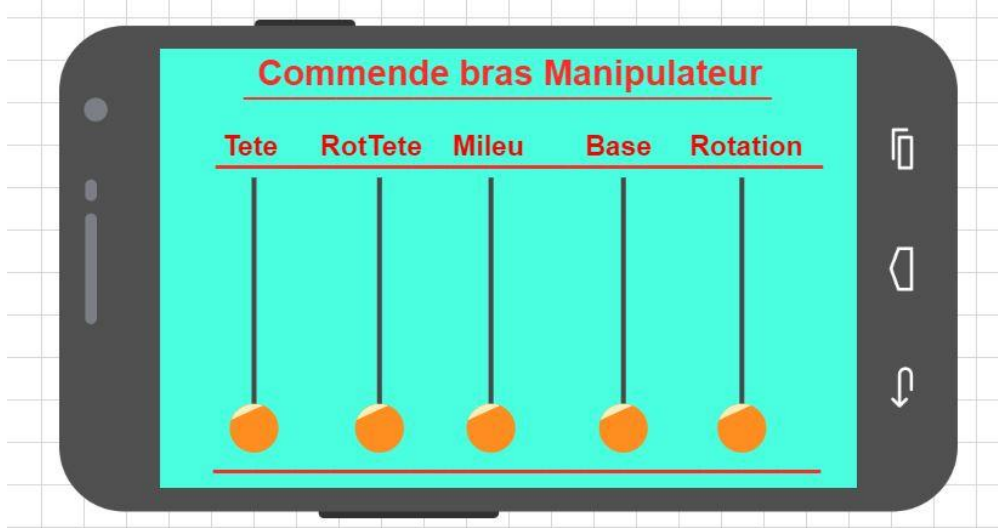


Figure III.46. Interface de l'application

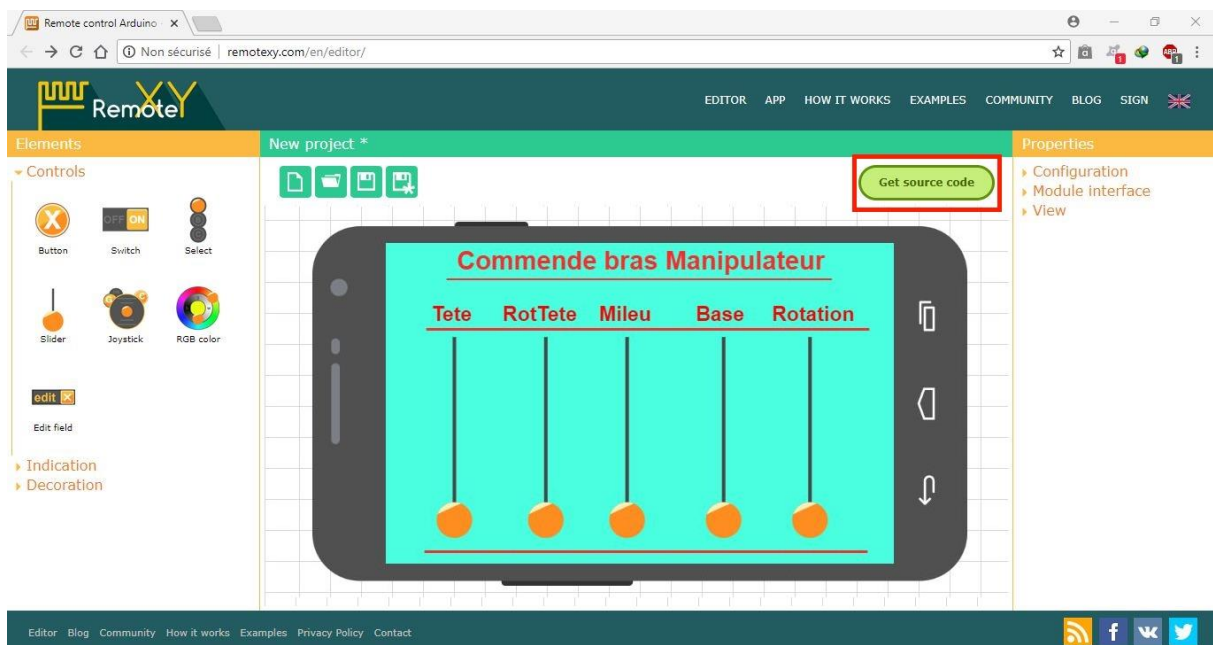


Figure III.47. Interface de contrôle du robot

Ce site vous permet de créer une interface simple avec les boutons, les variables, les led en couleurs de backgrounds, des commentaires, des afficheurs, etc.

Le site remotexy vous donne le code concernant votre choix d'interface afin de simplifier la création.


```
// other variable
uint8_t connect_flag; // =1 if wire connected, else =0

} RemoteXY;
#pragma pack(pop)

///////////////////////////////////////////////////////////////////
//      END RemoteXY include      //
///////////////////////////////////////////////////////////////////

void setup()
{
  RemoteXY_Init ();

  // TODO you setup code
}

void loop()
{
  RemoteXY_Handler ();

  // TODO you loop code
  // use the RemoteXY structure for data transfer
}
}
```

On assemble tous les programmes et les commandes dans un programme unique et général.

Au début, on configure le module ESP8266-01, puis, on déclare la structure d'interface de l'application suivi par la déclaration des variables de l'application. Ensuite, on inclut la bibliothèque des servomoteurs <servo.h>. Après, on déclare les pins sortie de chaque servomoteur, et on définit les servomoteurs en définissant le temps de transfert data entre l'application et le Shield.

Dans la fonction setup(), on attache la variable qui définit le servo à le variable qui définit le pin de sortie, puis, on affecte une valeur moyenne aux variables sur l'application (50/100 car nous aurons besoin d'une rotation +90° et -90°).

Dans la fonction loop(), on déclare la fonction RemoteXY_Handler () qui est une fonction de remoteXY, ensuite, on définit le temps de transfert data, après, on fait l'écoute du servomoteur aux variables de l'application.

```

sketch_aug19a | Arduino 1.8.5
Fichier Édition Croquis Outils Aide

sketch_aug19a $

////////////////////////////////////
//      RemoteXY include library      //
////////////////////////////////////

// RemoteXY select connection mode and include library
#define REMOTEXY_MODE_ESP8266_HARDSERIAL_POINT

#include <RemoteXY.h>
#include <Servo.h>

// configuration de ESP8266-01
#define REMOTEXY_SERIAL Serial
#define REMOTEXY_SERIAL_SPEED 115200
#define REMOTEXY_WIFI_SSID "BrasManipulateur"
#define REMOTEXY_WIFI_PASSWORD "@SM!zed458brasMan"
#define REMOTEXY_SERVER_PORT 6377

/* configurate de l'interface de l'application*/

#pragma pack(push, 1)
uint8_t RemoteXY_CONF[] =
  { 255,5,0,0,0,10,1,8,165,0,
    4,0,10,15,7,43,2,26,4,0,
    28,15,7,43,2,26,4,0,44,15,
    7,43,2,26,4,0,63,15,7,43,

    /* input variable */
    int8_t slider_Tete; // =0..100 slider position
    int8_t slider_RotTete; // =0..100 slider position
    int8_t slider_mileu; // =0..100 slider position
    int8_t slider_Base; // =0..100 slider position
    int8_t slider_Rot; // =0..100 slider position

    /* =1 if switch ON and =0 if OFF */

    /* other variable */
    unsigned char connect_flag; /* =1 if wire connected, else =0 */

} RemoteXY;

////////////////////////////////////
//      END RemoteXY include      //
////////////////////////////////////
#pragma pack(pop)
#include <Servo.h>
/* les pin de signal qui commander le servomoteur*/
#define PIN_Tete_SERVO 10
#define PIN_RotTete_SERVO 9
#define PIN_mileu_SERVO 8

```

```

#define PIN_Base_SERVO 7
#define PIN_Base2_SERVO 6
#define PIN_Rot_SERVO 5
/*  declaration des servos */
Servo Tete_servo;
Servo RotTete_servo;
Servo mileu_servo;
Servo Base_servo;
Servo Base2_servo;
Servo Rot_servo;

unsigned char led_state = 0;
unsigned long led_time=0;
unsigned long prev_time=0;

void setup()
{
  RemoteXY_Init ();

  // TODO you setup code

  Tete_servo.attach(PIN_Tete_SERVO);
  RotTete_servo.attach(PIN_RotTete_SERVO);
  mileu_servo.attach(PIN_mileu_SERVO);
  Base_servo.attach(PIN_Base_SERVO);
  Base2_servo.attach(PIN_Base2_SERVO);

  Rot_servo.attach(PIN_Rot_SERVO);
  /*pour initial  sur la moitie de valeur */
  RemoteXY.slider_Tete=50;
  RemoteXY.slider_RotTete=50;
  RemoteXY.slider_mileu=50;
  RemoteXY.slider_Base=50;
  RemoteXY.slider_Rot=50;
}

void loop()
{
  RemoteXY_Handler ();

  // TODO you loop code
  // use the RemoteXY structure for data transfer
  unsigned long time = millis();
  unsigned long d_time = time - prev_time;
  prev_time = time;

  Tete_servo.writeMicroseconds(RemoteXY.slider_Tete*20+500);
  RotTete_servo.writeMicroseconds(RemoteXY.slider_RotTete*20+500);
  mileu_servo.writeMicroseconds(RemoteXY.slider_mileu*20+500);

  Base_servo.writeMicroseconds(RemoteXY.slider_Base*20+500);
  Base2_servo.writeMicroseconds(2500-RemoteXY.slider_Base*20);
  Rot_servo.writeMicroseconds(RemoteXY.slider_Rot*20);

  //
}

```

III.4. Conclusion

Dans ce chapitre, on a appris comment accéder à notre carte Arduino à distance via WiFi par une application Android. Dans la première partie, nous avons décrit le kit du robot en définissant chaque module. Dans la deuxième partie (électronique), nous avons vu comment connecter l'application avec les composants électroniques et comment créer le bras et le branchement des servomoteurs. Dans la troisième partie, nous avons configuré le module ESP8266-01 et créé l'interface de l'application. Enfin, nous avons assemblé toutes les commandes dans un programme unique afin de le téléverser sur la carte Arduino.

Conclusion générale

Ce projet nous a permis de découvrir et de consolider nos connaissances en électronique et en informatique. Il nous a aussi permis de découvrir Arduino mega 2560 et la programmation des micro-contrôleurs.

L'avantage d'un bras manipulateur est de faciliter les travaux forcés et les travaux lourds dans les usines industrielles comme la fabrication des voitures, les usines de ciment, et il effectue aussi des tâches dans les milieux dangereux pour éviter les pertes humaines. Pour cela, nous avons conçu et réalisé un prototype d'un bras manipulateur commandé par une application mobile dont l'interconnexion est faite par la technologie WiFi. Le bras réalisé permet d'effectuer des tâches en temps réel et avec des précisions dans le mouvement.

Nous pensons à embarquer un système de reconnaissance dans notre bras qui soit capable de prendre des décisions tout seul. Nous pouvons aussi enregistrer les mouvements sur cloud et mémoire pour faire un travail répétitif.

Enfin, ce projet était une occasion de nous initier au domaine de micro-contrôleur. Ce dernier qui est devenu un grand domaine de recherche aujourd'hui.

Bibliographie

- [1] C. Baland, D. Cauquil, T. Gayet, Julia Juvigny, Renaud Lifchitz, Nha-Khanh Nguyen digital , « La securité de l'internet des objets » Livre blanc , paris ,2015
- [2] Mathieu WEILL et Mohsen SOUISSI 2010 Page 90
- [3] Naagaraj, Manu Chakravarthy Kittanakere, "Implementing QR Code Technology in Medical Device Pacakage" (2009). Thesis.Rochester Institute of Technology.
- [4] Les Cahiers de la RFID - Collection CITC Juillet 2011 - P11
- [5] C. C. Aggarwal and J. Han, "A survey of RFID data processing," in Managing and Mining Sensor Data, Springer US, 2013.
- [6] EPC radio-frequency identity protocols generation-2 UHF RFID v2.0.0.
<http://www.gs1.org/gsmp/kc/epcglobal/uhfclg2> accédé le 20/03/2018 à 10h
- [7] J. Banks, D. Hanny, M. Panchano, and L. G. Thompson, RFID Applied. Wiley, 2007
- [8] <http://www.gs1.org/gsmp/kc/epcglobal/uhfclg2> consulté le 25/03/2018 à 10 :30h
- [9] Mémoire Bouguer Safia , Etude et simulation comparative entre les réseaux de capteurs sans fils traditionnels et les réseaux de capteurs véhiculaires , Universite abou bekr belkaid tlemcen, Juin 2012 p9
- [10] <https://www.commentcamarche.com/contents/1309-reseaux-sans-fil-wireless-networks> consulté le 26/03/2018 à 8:40h
- [11] <http://arstechnica.com/business/news/2012/01/the-big-disk-drive-in-the-sky-how-the-giants-of-the-web-store-big-data.ars/> consulté le 28/03/2018
- [12] <https://neo4j.com/blog/nosql-scaling-to-size-and-scaling-to-complexity/> consulté le 28/03/2018
- [13] <https://www.futura-sciences.com/tech/definitions/robotique-robotique-603/>, consulté 01/04/2018 à 10:11
- [14] <https://www.lesechos.fr/idees-debats/sciences-prospective/0211206644182-unimate-grand-ancetre-des-robots-industriels-2022256.php> , consulté 01/04/2018 à 10:56
- [15] IFR International Federation of robotics
https://ifr.org/downloads/press/Executive_Summary_WR_2017_Industrial_Robots.pdf
Sources: IFR, national associations
- [16] <http://pysimiam.sourceforge.net/coursera.html> consulté le 03/04/2018
- [17] Thèse, Julien Hubert, Manipulateurs parallèles, singularités et analyse statique « Ecole Doctorale des Mines de Paris - PARISTECH INRIA - Sophia-Antipolis »

- <https://pastel.archives-ouvertes.fr/pastel-00563998/document>
- [18] <http://www.directindustry.fr/prod/volumec-easyarm/product-36469-1798004.html> consulté le 08/04/2018
- [19] E. Dombre, Analyse et Modélisation des Robots Manipulateurs, 22 janvier 2002
- [20] SAADI RAMZY, SALHI NASSEREDDINE, « Réalisation de carte à microcontrôleur pour le contrôle de bras manipulateur via un pc », Université Mohamed Khider Biskra Option micro informatique et instrumentation, (2010)
- [21] E. Dombre, Analyse et modélisation des robots manipulateurs, 2ème éd. France : Hermès Sciences, 2001.
- [22] CHAAL Merouane, « Modélisation cinématique d'un robot manipulateur à chaîne continue ouverte », UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA Option Maintenance Industrielle , (2013)
- [23] https://bu.univ-ouargla.dz/master/pdf/master_Chaal.pdf?idmemoire=519 page 12
- [24] « Introduction à la Robotique » dans FANUC. 2014. [En ligne].Disponible: <http://eduscol.education.fr/sti/sites/eduscol.education.fr/sti/files/ressources/techniques/4836/4836-fanuc-introduction-la-robotique-juin-2014.pdf>
- [25] R. Gourdeau, ELE4203 — Robotique : Modélisation des Robots Manipulateurs, Département de génie électrique, Ecole Polytechnique de Montréal, 4 novembre 2010.
- [26] W.Khalil et E. Dombre, Modélisation identification et commande des robots, 2e éd. Paris : Hermès Sciences, 1999.
- [27] « Caractéristiques techniques des manipulateurs pneumatiques série partner EQUO », dans Dalmeç, (2013).Disponible: <http://www.dalmeç.com/fr/manipulateurpartner-equo/> consulté le 27/05/2018
- [28] <http://www.dalmeç.com/fr/manipulateur-megapartner/> consulté le 27/05/2018
- [29] <http://www.chinaisgood.com/wn/20/bndzcmhzc.html> consulté le 29/05/2018
- [30] <https://www.kelrobot.fr/2013/01/13/une-troisieme-generation-des-robots-programmables-mindstorms-de-lego/> consulté le 02/06/2018
- [31] <https://www.businesswire.com/news/home/20161208005422/en/ITRI-Demonstrates-Cutting-Edge-Technologies-CES-2017-Booth> consulté le 07/06/2018

Titre Commande d'un bras manipulateur via une application Android

Résumé

Les progrès continus des technologies de la microélectronique et des réseaux de capteurs permettent maintenant d'envisager le déploiement de services sur des réseaux d'objets communicants intelligents interconnectés : c'est la vision d'internet des objets.

Le but majeur des cartes Arduino vise à fusionner le monde virtuel de l'informatique avec le monde physique de l'électronique afin de créer une machine intelligente commandée via un système IoT.

Dans ce contexte, ce projet de fin d'études consiste à commander un bras manipulateur à distance via WiFi depuis une application Android de manière précise et en temps réel.

Mots-clés Bras manipulateur, Arduino, WiFi, application Android, micro-contrôleur

Title Control of a manipulator arm via an Android application

Abstract

Continuous advances in microelectronics technologies and sensor networks are now making it possible to consider the deployment of services over interconnected networks of intelligent communicating objects: this is the vision of the Internet of Things.

The main goal of Arduino boards is to merge the virtual world of computing with the physical world of electronics to create an intelligent machine controlled via an IoT system.

In this context, this end-of-studies project involves controlling a remote manipulator arm via WiFi from an Android application in a precise and real-time manner.

Keywords Manipulator arm, Arduino, WiFi, application Android, micro-contrôleur

العنوان تحكم في ذراع عبر تطبيق أندرويد

الملخص

إن التطورات المستمرة في تكنولوجيات الإلكترونيات الدقيقة وشبكات الحاسبات تجعل من الممكن الآن النظر في نشر الخدمات عبر الشبكات المترابطة للأجسام الذكية المتصلة: هذه هي رؤية إنترنت الأشياء.

الهدف الرئيسي من لوحة Arduino هي دمج العالم الافتراضي للحوسبة مع العالم المادي من الإلكترونيات لإنشاء آلة ذكية يتم التحكم فيها عبر نظام إنترنت الأشياء.

وفي ظل هذا السياق, يشتمل مشروع نهاية الدراسات هذا على التحكم في ذراع التحكم عن بعد عبر WiFi من

تطبيق Android بطريقة دقيقة وفي الوقت الفعلي.

الكلمات المفتاحية Bras manipulateur, Arduino, WiFi, application Android, micro-contrôleur