الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE YAHIA FARES DE MEDEA
FACULTE DE TECHNOLOGIE
Département du Génie Électrique

Projet de fin d'études

Présenté pour l'obtention du Diplôme De Master en Électrotechnique
Spécialité : commande électrique

THÈME

Conception D'une Interface IHM Pour Le Contrôle Et La Supervision D'une Cellule De Production A Base D'iot.

Proposé et dirigé par

ENCADREUR : DR. R. SKENDER

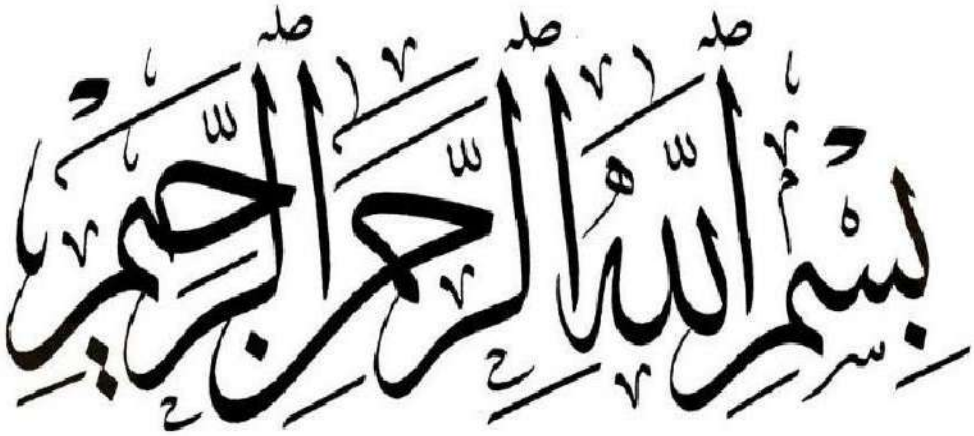
CO-ENCADREUR : MR. Y. ANIBA

Préparé par

HICHAM HADDAD

Année Universitaire 2020 - 2021

Travail préparé au sein du laboratoire d'automatismes de l'université de Médéa


بسم الله الرحمن الرحيم

Dédicace

Je commence par remercier Dieu et sa gentillesse. Dieu soitloué pour m'avoir donné la grâce, la patience et le couraged'atteindre ce stade de la science et de l'apprentissage.

Avec grand plaisir, cœur ouvert et joie inestimable, Je dédié cemodeste travail à

A mon père, *ma source de joie et de bonheur, qui est toujours disponible pour moi, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, je lui confirme mon attachement et mon profond respect.*

A ma mère *qui m'a encouragé durant toutes mes études, et quisans elle, ma réussite n'aura pas eu lieu*

A mes frères *Yahia et Zakaria qui m'avez toujours soutenu etencouragé durant ces années d'études.*

A ma sœur *F. Zohra.*

A mes Amies*.*

A toute la famille Haddad *Et à tous ceux qui ont contribué deprès ou de loin pour que ce projet soit possible, je vous dis*
Merci.

Hicham Haddad

Remerciements

Tout d'abord, nous remercions Dieu de nous avoir donné la foiet la capacité d'atteindre notre objectif.

Nous remercions particulièrement notre encadreur, Mr. Skender Mohamed, et MR. Aniba Yahia pour son soutien, pour l'intérêt qu'il a manifesté à notre travail et pour être resté à noscôtés tout au long de l'année universitaire.

Nous remercions sincèrement, les membres de jury d'avoir bienvoulu accepter d'examiner notre travail.

Nous remercions également tous nos enseignants qui ont contribué à notre formation et à notre éducation tout au long denos années universitaires.

Nous aimerions également remercier nos collègues qui nous ontencouragés à travailler pendant nos années d'études.

Nous remercions tous ceux qui ont participé directement ouindirectement, de près ou de loin à la réalisation de ce travail

ملخص:

يتكون هذا العمل من تصميم واجهة الانسان والالة للإشراف والتحكم في خلية الإنتاج.
تستمر أنظمة التحكم الصناعية في التطور، وتعرض واجهة الانسان والالة البيانات في الوقت الفعلي وتسمح للمستخدم بالتحكم في الآلات.
باستخدام واجهة الانسان والالة على أساس نود راد، يمكننا التواصل بسهولة مع الآلات والحصول على البيانات التشغيلية على جميع المعدات والتركيبات.
أخيرًا، تم اختبار النظام المقترح على نموذج أولي لمصنع صغير في المختبر. تظهر نتائج الاختبار فعالية ونجاح النظام المقترح.

الكلمات المفتاحية:واجهة الانسان والالة , نود راد , انترنت الأشياء

Abstract:

This work consists of designing an HMI interface for the supervision and control of a productioncell.
Industrial control systems continue to evolve; HMIs display data in real time and allow the user tocontrol machines.
With an HMI based on Node-Red, we can easily communicate with machines and obtainoperational data on all equipment and installations.
Finally, the proposed system was tested on a prototype of a Mini-Factory in the laboratory,the test results show the effectiveness and success of the proposed system.

Keywords: IOT, NODE-RED, HMI.

Résumé :

Ce travail consiste à faire la conception d'une interface IHM pour la supervision et le contrôled'une cellule de production.
Les systèmes de contrôle industriels continuent d'évoluer, Les IHM affichent des données entemps réel et permettent à l'utilisateur de contrôler les machines.
Avec une IHM basé sur Node-Red nous pouvons facilement communiquer avec les machines etobtenir des données opérationnelles sur l'ensemble des équipements et d'installations.
Enfin, le système proposé a été testé sur un prototype d'une Mini-Usine dans laboratoire,les résultats de tests montrent l'efficacité et le succès du system proposé.

Les mots clés : IDO, NODE-RED, IHM.

SOMMAIRE

CHAPITRE I

1 Introduction 4
2 Internet des Objets (IdO) 4
2.1 Historique de l'internet des objets (IdO) 4
2.2 Définition de L'IdO 5
2.2.1 Qu'est-ce que l'IdO ? 6
2.3 Présentation de l'IdO 7
2.3.1 Le concept d'IdO 7
3 Objectif de l'IdO 13
3.1 QU'EST-CE qu'un objet ? 14
3.2 Types d'objets 14
4 Les caractéristiques de l'IdO 15
4.1 Exigences de haut niveau 16
5 Domaines d'application de l'IdO 17
5.1 Application Et Futur 17
5.2 Les applications potentielles de l'IdO 18
6 Sécurité et vie privée 25
7 Modèle de référence de l'IoT : 26
8 Conclusion 30

CHAPITRE II

1 Introduction 32
2 Raspberry Pi 32
2.1 Présentation du Raspberry Pi 32
2.2 Historique 32
2.2.1 Conception : 32
2.2.2 Prototype 33
2.3 Définition 33
2.3.1 Modèles de Raspberry Pi 33
2.4 Les composants de Raspberry Pi 39
2.5 Mise en marche d'un Raspberry Pi 43
2.6 Les différentes utilisations du Raspberry Pi 45
3 Node-red 46
3.1 Historique 46
3.2 Présentation de Node-Red 46

IV. Interactions homme-machine (IHM) 52
3.2.2 Historique 52
3.3 Les différentes techniques de L'IHM 53
4 Les interfaces homme-machine ou IHM 55
4.1 Modes d'interaction 55
4.2 Les périphériques IHM 56
4.3 Prospective : 56
4.4 Associations et conférences Scientifique 57
5 Conclusion 57

CHAPITRE III

1 Introduction 59
2 Partie opérative 59
2.1 Les capteurs 59
2.1.1 Définition 59
2.1.2 Capteurs actifs 60
2.1.3 Capteurs Passifs 62
2.1.4 Classification des Capteurs 63
2.2 Les Actionneurs 66
2.2.1 Définition 66
2.2.2 Fonctionnement 66
2.2.3 Les vérins 67
2.3 Les indicateurs 71
2.3.1 Définition 71
2.3.2 Caractéristiques de l'indicateur 71
3 Partie puissance 73
3.1 Circuit imprimé 73
3.2 Le ciruit d'alimentation 73
3.3 Les composants de circuit imprimé 74
3.4 La carte éléctronique 75
4 La supervision 75
4.1 Définition 75
4.2 Présentation du kit 75
4.3 Système étudié 77
4.4 Hardware 79
4.4.1 Module actionneurs 80
4.4.2 Module de communication : 80

4.4.3 Unité de traitement : 80
4.5 Software 81
4.6 L'interface IHM 81
4.7 Les algorithmes 83
4.7.1 L'état 83
5 Le contrôle 90
5.1 Contrôle à distance (protocole vnc viewr) 90
5.1.1 Définition 90
5.1.2 Contrôle de Raspberry Pi depuis PC avec VNC 90
5.1.3 Matériel nécessaire à la mise en place de VNC 90
5.1.4 Activer le serveur vnc sur raspberry pi 90
5.1.5 Connectez-vous en SSH à votre Raspberry Pi pour la contrôller depuisvotre ordinateur 91
5.1.6 Définition de SSH 91
5.1.7 Comment fonctionne SSH ? 91
5.1.8 Activer SSH depuis le Raspberry Pi avec raspi-config. 92
5.1.9 Activer SSH sans écran ni clavier, depuis votre PC. 92
5.1.10 Se connecter à VNC pour contrôler la Raspberry Pi 93
6 CONCLUSION 94

LISTE DES FIGURES

Chapitre I

Figure I. 1 : L'Internet des objets regroupe tous les objets physiques communicants doté d'une identité numérique unique. © DP, via Pixabay..... 5
Figure I. 2 : Le nombre d'objets connectés utilisant les réseaux longue portée personnel de 800 millions en 2017 à 4,1 milliards en 2023… .....….6
Figure I. 3 : La nouvelle dimension introduite par l'Internet des objets 8
Figure I. 4 : Aperçu technique de l'IoT 9
Figure I. 5 : Les types de dispositifs et leurs relations avec les objets physiques..... 11
Figure I. 6 : Domaines d'applications de l'Internet des Objets… 18
Figure I. 7 : Les Systèmes de Transport Intelligents (ITS) 19
Figure I. 8 : Smart grids.....20
Figure I. 9 : Système de détection des incendies 21
Figure I. 10 : Médecine intelligente 22
Figure I. 11 : Usine intelligent 23
Figure I. 12 : La domotique 24
Figure 1.13 : Capteur de température et de la vitesse du vent et taux d'humidité.....25
Figure I. 14 : Modèles de référence de L'IdO 28

Chapitre II

Figure II.1 Raspberry Modèle A 34
Figure II.2 Raspberry Modèle A+ 35
Figure II.3 Raspberry Modèle B1 35
Figure II.4 Raspberry Modèle B1+.....36
Figure II.5 Raspberry Modèle B2 36
Figure II.6 Raspberry Modèle B3 37
Figure II.7 Raspberry Modèle B3+.....38
Figure II.8 Raspberry Modèle Pi 4.....39
Figure II.9 Raspberry standard 40
Figure II.10 Prise jack 41

Figure II.11 Bloc d'alimentation USB 42
Figure II.12 Le port GPIO.....43
Figure II.13 Connexion des périphériques 45
Figure II.14 Aperçu sur node-red 47
Figure II.15 Installation d'un nouveau nœud à travers 'manage palette'.....48
Figure II.16 Installation de nouveau nœud dans la palette.....49
Figure II.17 Importation des flows 50
Figure II. 18 Exportation des flows 51

Chapitre III

Figure III.1 Fonctionnement d'un Capteur..... 60
Figure III.2 Les instruments de mesure des capteurs passifs 63
Figure III.3 schéma explicatif du signal d'un capteur numérique 64
Figure III.4 schéma explicatif du signal d'un capteur numérique 65
Figure III.5 Fonctionnement d'un Pré-actionneur 66
Figure III.6 principe de fonctionnement d'actionneur..... 67
Figure III.7 Constituants de base d'un vérin 68
Figure III.8 Principe de fonctionnement du vérin (la tige sorte)..... 68
Figure III.9 Principe de fonctionnement du vérin (la tige rentre)..... 69
Figure III.10 Symbole du vérin simple effet 69
Figure III.11 Symbole du vérin double effet.....70
Figure III.12 Utilisation des vérins hydrauliques et pneumatique..... 71
Figure III.13 Schéma de circuit de puissance..... 74
Figure III.14 Carte électronique 75
Figure III.15 Mini-usine à production.....76
Figure III.16 schéma présente le programme de fonctionnement de kit.....81
Figure III.17 Les capteurs utilisés.....84
Figure III.18 Les indicateurs de kit..... 85
Figure III.19 Les actionneurs de kit 85
Figure III.20 Dashboard présente l'état de réinitialisation.....86
Figure III.21 Dashboard présenté l'état de démarrage.....86
Figure III.22 présenté l'état que le capteur détecté la pièce.....87

Figure III.23 présente Dashboard l'état fixation de pièce avant perçage.....87
Figure III.24 présente l'état de perçage 88
Figure III.25 la fin de perçage et la montée de vérin sol3 88
Figure III.26 présente le retour de vérin sol1 89
Figure III.27 Dashboard présente l'état d'arrêt..... 89
Figure III.28 Raspi-config est un outil permettant de gérer de nombreuses options sur Raspbian…92
Figure III.29 mot de passe pour connecter pc.....94

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I.1 Les problèmes de sécurité et de vie privée dans l'Internet des objets 26

Tableau III .1 Résumé des effets utilisés pour chaque mesurande 62

Tableau III.2 Résumé des caractéristiques d'un capteur passif 63

Tableau III.3 Les emplacements de gpio 80

LISTE DES ABREVIATIONS

CPU: Central Processing Unit.

GPIO: General purpose Input/output

HDMI: High Difinition Multimedia Interface

HTTP: Hyper text Transfert Protocol

IdO: Internet des Objets

IoT: Internet of Things

IP: Internet Protocol

LED: Light-Emetting Diod

MYSQL: My Structured Query Language

NFC: Near: Flied Communication

RAM: Random Access Memory

RFID: Radio Frequency Identification

ROM: Read-Only Memory (memoire morte).

RPI: Raspberry Pi

SSH: Serveur Secure Shell

SQL: Structured Query Language

TOR: Tout Ou Rien.

VNC: Virtual Network Computing

Wi-Fi: wireless Fidelity

Introduction général

L'internet des objets a évolué de telle manière que nous n'aurions jamais pu l'imaginer.

Au tout début, les progrès ont eu lieu lentement. Aujourd'hui, l'innovation se produit à un rythme effréné. La vie moderne est bouleversée par les technologies de l'information et de la communication TIC, particulièrement le réseau internet et les services qu'il propose : réseau sociaux, E-commerce, E-learning, webinar pour ne citer que quelques exemples.

Dans ce contexte, il y-a lieu de citer l'avènement des IoT (Internet des objets).

Cette nouvelle technologie est basée sur l'association d'équipements embarqués et logiciels Intelligents connectés sur internet offrant une multitude d'applications et de services allant du transport et la supervision jusqu'au bien être des individus.

Les IoT sont en pleines croissance bénéficiant de la création du Cloud Computing et de son autonomie.

La technologie de l'internet des objets permet de prendre le contrôle et la supervision de cellule de production à distance et permet également de régler automatiquement les données en agissents sur un certain nombre d'actionneurs

L'objectif principal de notre travail est de créer un système intelligent.

Ce système collecte en temps réel des données relevées par différents capteurs préalablement places au niveau de mini-usine.

Ces données sont envoyées via la communication radio à un système central pour être stocker dans une base de données.

Les données sont affichées à l'aide d'une interface home machine.

Cette IHM permet également de contrôler certains paramètres de l'usine.

Pour atteindre cet objectif, nous avons développé une plateforme matérielle composée d'une Raspberry Pi dont le rôle est de gérer la base de données et de contrôler les Paramètres d'usine et dont la tâche principale est la commande des actionneurs et la collecte des données fournies par les différents capteurs à l'aide d'un relais.

Egalement en va faire la programmation sur NODE-RED.

Ce mémoire est composé de trois chapitres :

- **Le 1er chapitre présente des généralités sur l'internet des objets leurs domaines d'application et l'utilisation dans la vie quotidienne.**

- **Le 2ème chapitre contient les outils de notre travail selon le Raspberry pi et leur types ainsi le node-red pour la programmation également des petits détails sur l'ihm.**

- **Le 3ème chapitre contient le concept de l'internet des objets ainsi que les outils hardware et software utilisés.**

Chapitre I : Généralités Sur L'internet Des Objets

CHAPITRE I. GENERALITES SUR L'INTERNET DES OBJETS

1 Introduction

L'Internet des Objets, parfois écrit IdO ou IOT (Internet of things), désigne l'ensemble des infrastructures et technologies mises en place pour faire fonctionner des objets divers par le biais d'une connexion Internet.

Nous donnerons dans ce chapitre une vue globale sur les objets connectés.

Ces objets sont pilotables à distance, le plus souvent à l'aide d'un ordinateur, d'un smartphone ou d'une tablette.

Ainsi, le terme Internet des objets regroupe tous les objets et appareils physiques qui possèdent une identité numérique.

Il peut s'agir d'objets du quotidien omniprésents dans les logements (télévision, réfrigérateur, machine à laver, système de chauffage, porte de garage électrique), d'appareils ou de systèmes plus complexes comme des véhicules (avions, voitures autonomes) et l'éclairage d'une ville.

Les infrastructures créées permettent d'établir une passerelle entre le monde virtuel et les objets physiques grâce aux technologies de l'information et de la communication.

2 Internet des Objets (IdO)

2.1 Historique de l'internet des objets (IdO)

L'Internet des Objets est une concrétisation technique de l'informatique ubiquitaire où la technologie est intégrée naturellement aux objets du quotidien. Très prometteur, ce concept ouvre la voie vers une multitude de scénarios basés sur l'interconnexion entre le monde physique et le monde virtuel : domotique, e-santé, ville intelligente, logistique, sécurité, etc. Cependant, comme d'autres concepts prometteurs, celui-ci fait face à un certain nombre de problématiques techniques et non techniques qui nécessitent d'être étudiées pour permettre à l'Internet des Objets d'atteindre son plein potentiel.

L'Internet des Objets est un concept concrétisant la vision de l'informatique ubiquitaire telle qu'imaginée en 1991 par Mark Weiser, où la technologie deviendra efficace peu à peu dans

l'environnement des utilisateurs, intégrés naturellement à l'intérieur des objets du quotidien. La technologie n'est plus alors représentée par un objet unique, l'ordinateur personnel, mais se présente au contraire sous la forme d'appareils spécialisés et simples d'emploi, capables de communiquer au travers de plusieurs types de réseaux sans fil : liseuses numériques, télévisions et montres connectées, ordinateurs de bord, téléphones intelligents, etc.

À l'origine, le terme Internet des objets a été utilisé pour la première fois en 1999 par Kevin Ashton pour décrire des objets équipés de puces d'identification par radiofréquence (ou puce RFID).

Chaque objet, identifié de manière unique et universelle, peut alors être rattaché à un ensemble d'informations le concernant, ces dernières étant lisibles par d'autres machines.

Caractéristiques, état courant et position sont alors autant de métadonnées échangées entre les objets, formant un nouveau réseau qui leur est dédié :

L'Internet des objets.

Le concept a toutefois évolué avec le temps et s'est généralisé vers une approche consistant à connecter un très grand nombre d'objets du quotidien au réseau Internet, les dotant ainsi d'une identité propre et leur permettant, entre autres, d'offrir des services et de collecter des informations de manière autonome [4].

L'objectif ambitieux derrière cette interconnexion est double, consistant en premier lieu dans la mise en place d'une infrastructure de communication machine à machine (M2M) à grande échelle de façon à permettre à ces machines de mieux « percevoir » le monde qui les entoure.

En second lieu réside une volonté d'offrir les abstractions nécessaires aux êtres humains pour interagir avec ces machines, et par extension avec le monde physique, aussi simplement qu'avec le monde virtuel que nous connaissons aujourd'hui [4]. En d'autres termes, les utilisateurs de l'Internet des objets devraient être en mesure de manipuler l'environnement physique de la même façon qu'ils manipulent aujourd'hui des abstractions de haut niveau, telles que les fichiers et les dossiers, les pages Web et les hyperliens, ou encore les profils et les relations (p. ex. sur les réseaux sociaux).

2.2 Définition de L'IdO

Le concept Internet des Objets (en anglais : Internet of Things ou IoT), selon l'union international des télécommunications, l'internet objet (IdO) est une :

«Infrastructure mondiale pour la société de l'information, qui permet de disposer de services évolués en interconnectant des objets (physique ou virtuels) grâce aux technologies de l'information et de la communication interopérables existantes ou en évolution», En réalité, la définition de ce qu'est l'Internet des objets n'est pas figée.

Elle recoupe des dimensions d'ordres conceptuel et technique.

D'un point de vue conceptuel, l'Internet des objets caractérise des objets physiques connectés ayant leur propre identité numérique et capables de communiquer les uns avec les autres.

Ce réseau crée en quelque sorte une passerelle entre le monde physique et le monde virtuel.

D'un point de vue technique, l'IdO consiste en l'identification numérique directe et normalisée (adresse IP, protocoles smtp, http...) d'un objet physique grâce à un système de communication sans fil qui peut être une puce RFID, Bluetooth ou Wifi [1].



Figure I. 1 : *L'Internet des objets regroupe tous les objets physiques communicants dotés d'une identité numérique unique. © DP, via Pixabay*

2.2.1 Qu'est-ce que l'IdO ?

Un ensemble d'objets physiques disposant de capteurs et possédant une adresse IP qui se connectent en reçoivent et envoient des données via un réseau de communication.

L'IoT s'inscrit dans une migration qui s'opère alors que le monde évolue des communications M2M (Machine-to-Machine) de l'IoT vers l'Internet of Things et, probablement vers « l'Internet of Everything ».

Cette évolution est induite par trois moteurs :

– la prolifération des objets connectés.

– la croissance exponentielle des applications multiplateformes.

– la maturité des technologies réseau capables de connecter des milliards de dispositifs, de manière économique et sans efforts [3].



Figure I. 2 : *Le nombre d'objets connectés utilisant les réseaux longue portée personnel de 800 millions en 2017 à 4,1 milliards en 2023*

2.3 Présentation de l'IdO

2.3.1 Le concept d'IdO

L'Internet des objets (IdO) peut être considéré comme un concept ambitieux ayant des répercussions sur les technologies et la société.

Au plan de la normalisation technique, on peut se représenter l'IoT comme une infrastructure mondiale pour la société de l'information, qui permet de disposer de services évolués en

interconnectant des objets (physiques ou virtuels) grâce aux technologies de l'information et de la communication (TIC) interopérables existantes ou en évolution.

En exploitant les capacités d'identification, de saisie de données, de traitement et de communication, l'IoT tire pleinement parti des objets pour offrir des services à toutes sortes d'applications, tout en garantissant le respect des exigences de sécurité et de confidentialité.

L'IdO devrait associer étroitement certaines technologies de pointe – telles que la communication évoluée de machine à machine, la réseautique autonome, l'exploration de données et la prise de décision, la protection de la sécurité et de la sphère privée et l'informatique en nuage – avec des technologies offrant des capacités avancées en matière de détection et d'actionnement.

Comme l'illustre la Figure 1, l'IoT donne aux TIC une nouvelle dimension en ce sens que, grâce à lui, la communication est non seulement possible en tout LIEU et à tout moment, comme c'était déjà le cas, mais aussi avec n'importe quel objet.

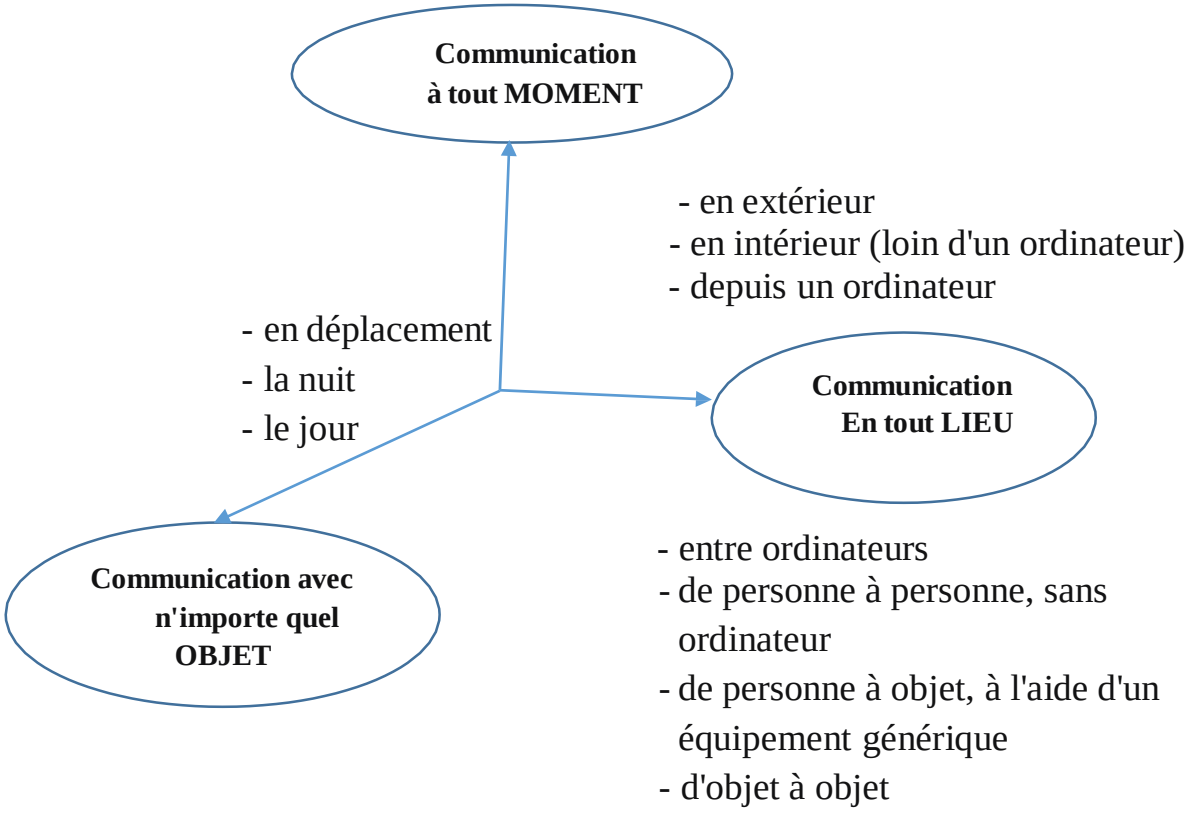


Figure I. 3 : *La nouvelle dimension introduite par l'Internet des objets*

Dans l'IoT, les objets s'entendent d'objets du monde physique (objets physiques) ou du monde de l'information (objets virtuels), pouvant être identifiés et intégrés dans des réseaux de communication.

Des informations leurs sont associées, qui peuvent être statiques ou dynamiques.

Les objets physiques appartiennent au monde physique et peuvent être détectés, commandés et connectés. L'environnement qui nous entoure, les robots industriels, les biens et les équipements électriques sont autant d'exemples d'objets physiques.

Les objets virtuels appartiennent au monde de l'information ; on peut les stocker, les traiter et y accéder.

Ces objets sont par exemple des contenus multimédias ou des logiciels.

I.1.1. Aperçu technique de l'IoT

On trouvera dans la Figure I.4 un aperçu technique de l'IoT.

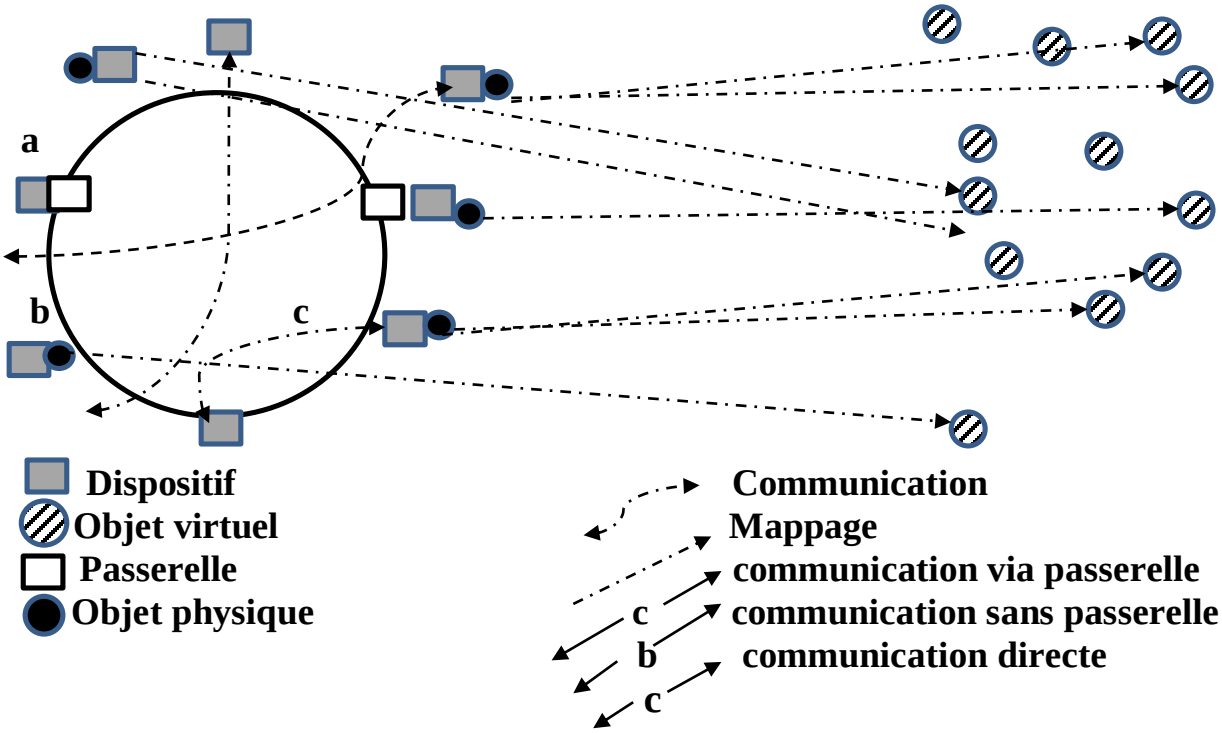


Figure I. 4 : *Aperçu technique de l'IoT*

Un objet physique peut être représenté dans le monde de l'information par l'intermédiaire d'un ou de plusieurs objets virtuels (mappage) mais un objet virtuel peut tout aussi bien n'être associé à aucun objet physique.

Un dispositif est un équipement doté obligatoirement de capacités de communication et éventuellement de capacités de détection, d'actionnement, de saisie de données, de stockage de données et de traitement de données.

Il recueille des informations de différents types, qu'il transmet aux réseaux d'information et de communication en vue d'un traitement approfondi. Certains dispositifs peuvent également exécuter des opérations à partir des informations reçues des réseaux d'information et de communication.

Les dispositifs communiquent entre eux soit par l'intermédiaire du réseau de communication, via une passerelle (cas a) ou sans passerelle (cas b), soit de manière directe, c'est-à-dire sans passer par le réseau de communication (cas c).

Il est également possible de combiner les cas a et c ou les cas b et c; des dispositifs peuvent par exemple communiquer avec d'autres dispositifs au moyen d'une liaison directe sur un réseau local (c'est-à-dire un réseau assurant une connectivité locale entre les dispositifs eux-mêmes et entre ceux-ci et une passerelle, comme un réseau ad hoc) (cas c) puis d'une liaison sur le réseau de communication via une passerelle de réseau locale (cas a).

La Figure I.4 ne présente que les interactions qui se produisent dans le monde physique (communications entre dispositifs), des interactions ont également lieu dans le monde de l'information (échanges entre objets virtuels) et entre les deux mondes (échanges entre objets physiques et objets virtuels).

L'IoT prend en charge des applications très diverses, ayant trait par exemple aux "systèmes de transport intelligents", aux "réseaux électriques intelligents", à la "cybersanté" ou au "logement intelligent".

Les applications IoT peuvent être installées sur des plates-formes propriétaires mais aussi sur une ou plusieurs plates-formes de service/d'application communes dotées de capacités génériques (par exemple, authentification, gestion de dispositifs, taxation et comptabilité).

Les réseaux de communication transfèrent aux applications et aux autres dispositifs les données saisies par les dispositifs, de même que les instructions que les applications adressent à ceux-ci. Ils sont à même d'assurer le transfert des données de manière fiable et efficace. L'infrastructure réseau de l'IoT peut être mise en place sur la base des réseaux existants, tels que les réseaux TCP/IP conventionnels, ou sur la base de réseaux en évolution, tels que les réseaux de prochaine génération [2].

La Figure I.5 présente les différents types de dispositifs ainsi que les relations entre ceux-ci et les objets physiques.

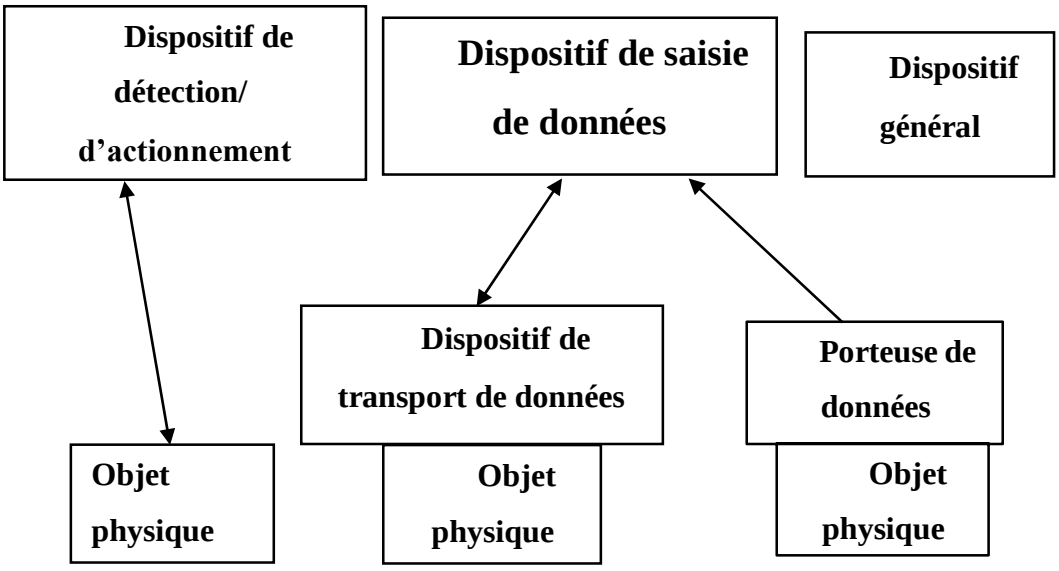


Figure I .5 *Les différents types de dispositifs et leurs relations avec les objets physiques*

"Dispositif général" peut également désigner un objet physique ou un ensemble d'objets physiques.

L'exigence minimale en ce qui concerne les dispositifs IoT est la prise en charge de capacités de communication.

Il existe différentes catégories de dispositifs, à savoir :

– Dispositifs de transport de données : il s'agit de dispositifs rattachés à un objet physique pour assurer une connexion indirecte entre celui-ci et les réseaux de communication.

– Dispositifs de saisie de données : il s'agit de dispositifs de lecture/écriture à même d'interagir avec des objets physiques. L'interaction peut être indirecte, par l'intermédiaire de dispositifs de transport de données, ou directe, via des porteuses de données rattachées aux objets physiques. Dans le premier cas, le dispositif de saisie de données lit les informations sur un dispositif de transport de données et peut aussi, éventuellement, y écrire les informations fournies par les réseaux de communication.

Les interactions entre les dispositifs de saisie de données et les dispositifs de transport de données ou les porteuses de données sont notamment assurées au moyen de commandes radioélectriques, infrarouge, optiques ou par courant galvanique.

– Dispositifs de détection et d'actionnement : il s'agit de dispositifs capables de détecter ou de relever des informations concernant leur environnement immédiat et de les convertir en signaux électronumériques. Ils peuvent également convertir les signaux électronumériques reçus des réseaux d'information en opérations. En règle générale, les dispositifs de détection et d'actionnement des réseaux locaux communiquent entre eux à l'aide de technologies filaires ou hertziennes et se connectent aux réseaux de communication via des passerelles.

– Dispositifs généraux : il s'agit de dispositifs dotés de capacités de traitement et de communication, qui est à même d'interagir avec les réseaux de communication au moyen de technologies filaires ou hertziennes. Cette catégorie de dispositifs recouvre les équipements et appareils utilisés dans différents domaines d'application de l'IoT (machines industrielles, appareils électroménagers, smartphones, etc.) [2].

3 Utilité de l'internet des objets

L'internet des objets devra faire partie de notre quotidien proche et ser dans divers, domaines.

Il présente de nombreux points positifs à titre d'exemple, le renforcement dela sécuritédes voitures autonomes et la gestion des ressources...

Le nombre d'objets connectés à Internet a dépassé celui des personnes, cela a offert une infinité d'opportunités en matière de création d'applications dans les domaines del'automatisation, de la détection et de la communication. La photo ci-dessous montre comment l'IoT peut nous faciliter la vie et permettra la création de nouveaux emplois dans le secteur du Télécom.

4 Objectif de l'IdO

L'objectif ambitieux derrière l'Internet des Objets d'après le concept d'objet étant posé, les différentes définitions présentées et la littérature que nous avons étudiée à ce sujet nous conduisent à conclure que l'Internet des objets est une infrastructure globale permettant notamment :

– aux objets actifs d'échanger des informations ou d'en collecter à propos des objets passifs, ce qui rejoint les définitions d'un réseau M2M mondial ;

– de stocker et de rendre accessible l'identité des objets, les informations produites par ces derniers et toutes les connaissances nécessaires pour que les objets gagnent en autonomie, ce au travers de représentations, de structures et de formats de données manipulables par les machines ;

– offrir les abstractions nécessaires aux êtres humains pour interagir avec ces machines, et par extension avec le monde physique, aussi simplement qu'avec le monde virtuel que nous connaissons aujourd'hui [4].

4.1 QU'EST-CE qu'un objet ?

Un objet est, avant toute chose, une entité physique ; par exemple, un livre, une Voiture, une machine à café électrique ou un téléphone mobile. Un objet connecté est un matériel électronique qui peut communiquer avec un Smartphone, une tablette tactile et/ou un ordinateur, ses caractéristiques pouvant évoluer au cours du temps (position, niveau de batterie, etc.). Il peut envoyer et recevoir des informations, via une liaison sans fil, Bluetooth ou Wi-Fi, etc.

Autres définitions s'accordent à dire qu'un objet possède des capacités de calcul, d'acquisition (capteur) et d'action (actionneur). Cependant, cette définition exclut les objets inertes identifiés par RFID. En effet, une puce RFID classique ne peut pas être considérée comme un dispositif de calcul, celle-ci se résumant à un identifiant stocké dans une mémoire. De même, si l'on considère les cas extrêmes, un simple code-barres peut être employé pour identifier un objet, ce dernier étant exempte d'une quelconque partie électronique.

L'intérêt principal d'un objet connecté est l'interactivité, la possibilité de récupérer des informations, ou d'envoyer des statistiques, de garder le contact, etc [3].

4.2 Types d'objets

Il est raisonnable de considérer que l'Internet des objets est composé d'objets actifs, capables d'accomplir des calculs, d'effectuer des mesures sur l'environnement ou d'influer sur celui-ci, et d'objets passifs qui n'ont pas d'autres aptitudes que celles d'être suivis et détectés par des objets actifs [4].

- **Objet actif**

Au contraire, un **objet actif** peut stocker tout ou partie de son identité et échanger directement ces informations avec d'autres objets actifs [4].

- **Objet passif**

Par extension, l'identité d'un **objet passif** n'est pas directement stockée dans celui-ci, à l'exception de l'identifiant, et nécessite l'utilisation d'une infrastructure tierce capable de stocker ces informations [4].

5 Les caractéristiques de l'IdO

Les caractéristiques fondamentales de l'IdO sont les suivantes : [2]

• *Inter connectivité :*

Dans l'IdO, tout objet peut être connecté à l'infrastructure mondiale de l'information et de la communication.

• *Services liés aux objets :*

L'IdO est à même de fournir des services liés aux objets tenant compte des exigences inhérentes à ceux-ci (par exemple protection de la sphère privée et cohérence sémantique entre les objets physiques et les objets virtuels qui leurs sont associés). Pour que de tels services puissent être fournis dans le respect de ces exigences, les technologies utilisées seront amenées à changer, aussi bien dans le monde physique que dans le monde de l'information.

• *Hétérogénéité :*

Les dispositifs utilisés dans l'IdO sont hétérogènes puisqu'ils ne font pas appel aux mêmes plates-formes matérielles ni aux mêmes réseaux. Ils peuvent interagir avec d'autres dispositifs ou plates-formes de service par l'intermédiaire de réseaux différents.

• *Changements dynamiques :*

L'état des dispositifs (par exemple veille/réveil, connecté/déconnecté) change de façon dynamique, de même que le contexte dans lequel ces dispositifs fonctionnent (emplacement, vitesse, etc.). Par ailleurs, le nombre de dispositifs peut lui aussi évoluer de façon dynamique.

• *Très grande échelle :*

Les dispositifs qui devront être gérés et qui communiqueront entre eux seront au moins dix fois plus nombreux que ceux connectés à l'Internet à l'heure actuelle. Le rapport entre les communications établies par des dispositifs et celles établies par des personnes deviendra nettement plus favorable aux premières. La gestion des données générées et leur interprétation pour les besoins des applications seront d'autant plus critiques. Cette question est en lien avec la sémantique et le traitement efficace des données.

Les applications potentielles de l'IdO sont nombreuses et variées, pénétrant dans pratiquement tous les domaines de la vie quotidienne des individus, des entreprises et de la société dans son ensemble [3].

5.1 Exigences de haut niveau

On trouvera ci-après les exigences de haut niveau applicables à l'IoT :

– *Connectivité fondée sur l'identification :*

La connexion entre un objet et l'IoT doit pouvoir être établie sur la base de l'identificateur de l'objet en question. Cela implique par ailleurs que les identificateurs des différents objets, potentiellement hétérogènes, soient traités de manière uniforme.

– *Interopérabilité :*

Il est nécessaire d'assurer l'interopérabilité de systèmes hétérogènes et répartis afin de permettre la mise à disposition et l'utilisation d'un large éventail d'informations et de services.

– *Réseautique autonome :*

la réseautique autonome (y compris les techniques ou mécanismes d'autogestion, d'auto configuration, d'auto rétablissement, d'auto-optimisation et d'autoprotection) doit être prise en charge dans l'IoT par les fonctions de contrôle de la réseautique afin de pouvoir s'adapter à des domaines d'application et à des environnements de communications différents ainsi qu'à des dispositifs nombreux et variés.

– *Fourniture de services autonomes :* Les services doivent pouvoir être fournis à travers la saisie, la transmission et le traitement automatiques des données concernant les objets conformément aux règles établies par les opérateurs ou définies par les abonnés. La fourniture de services autonomes pourra dépendre des techniques de fusion et d'exploration automatiques des données.

– *Capacités de localisation :*

L'IoT doit prendre en charge des capacités de localisation. Les communications et services liés à un objet quelconque seront fonction des informations relatives à l'emplacement des objets ou des utilisateurs. Ces informations devront être détectées et actualisées de manière automatique. Les communications et services de localisation peuvent être limités en vertu des lois et règlements en vigueur et devraient satisfaire aux exigences de sécurité.

– *Sécurité :*

Dans l'IoT, chaque objet est connecté, de sorte qu'il existe d'importants risques Pour la sécurité, notamment en ce qui concerne la confidentialité, l'authenticité et l'intégrité des données comme des services. L'un des meilleurs exemples d'exigences de sécurité que l'on puisse donner est la nécessité de tenir compte des politiques et techniques de protection liées aux différents types de dispositifs et de réseaux d'utilisateur existant dans l'IoT.

– *Protection de la sphère privée :*

La sphère privée doit être protégée dans l'IoT. De nombreux Objets ont des propriétaires et des utilisateurs et les données détectées relatives aux objets peuvent receler des informations confidentielles concernant ces propriétaires et utilisateurs. L'IoT doit assurer la protection de la confidentialité lors de la transmission, de l'agrégation, du stockage, de l'exploration et du traitement des données. Cette protection ne devrait pas empêcher l'authentification de l'origine des données.

– *Fourniture de services de qualité hautement sécurisés concernant le corps humain :*

L'IoT doit prendre en charge des services concernant le corps humain offrant un niveau de qualité et de sécurité élevé. Différents pays ont adopté leurs propres législations et réglementation concernant de tels services.

Les services concernant le corps humain désignent les services fournis moyennant la saisie, la transmission et le traitement, avec ou sans intervention humaine, des données relatives aux caractéristiques statiques et dynamiques d'une personne.

– *Plug and play :*

L'IoT doit offrir des capacités de connexion immédiate (Plug and play) permettant de générer, composer ou acquérir de manière instantanée des configurations sémantiques, de sorte que les objets interconnectés soient parfaitement intégrés aux_applications et coopèrent avec elles sans discontinuité apparente et que les exigences propres à ces applications soient respectées.

– *Gérabilité :*

L'IoT doit pouvoir être géré de manière à garantir un fonctionnement normal des réseaux.

En règle générale, les applications IoT fonctionnent de manière automatique, sans intervention humaine, mais leur processus global d'exploitation devrait néanmoins pouvoir être géré par les parties concernées.

6 Domaines d'application de l'IdO

6.1 Application Et Futur

Les objets connectés produisent de grandes quantités de données dont le stockage et le traitement entrent dans le cadre de ce que l'on appelle big data. En logistique, il peut s'agir de capteurs qui servent à la traçabilité des biens pour la gestion des stocks et les acheminements. Dans le domaine de l'environnement, il est question de capteurs surveillant la qualité de l'air, la température, le niveau sonore, l'état d'un bâtiment, etc.

En domotique, l'IdO recouvre tous les appareils électroménagers communicants, les capteurs (thermostat, détecteurs de fumée, de présence...), les compteurs intelligents et systèmes de sécurité connectés des appareils de type box domotique.

Le phénomène IdO est également très visible dans le domaine de la santé et du bien-être avec le développement des montres connectées, des bracelets connectés et d'autres capteurs surveillant des constantes vitales. Selon diverses projections (cf. Cisco et le cabinet Gartner), le nombre d'objets connectés devrait largement augmenter au fil des ans [1].

L'Internet des Objets est influencé par les différents scénarios d'utilisation qui sont considérés aujourd'hui par les mondes scientifique et industriel. Quelques exemples courants sont présentés dans la figure I.6 à titre d'illustration.



Figure I.6 *Domaines d'applications de l'Internet des Objets*

6.2 Les applications potentielles de l'IdO

Sont nombreuses et variées, pénétrant dans pratiquement tous les domaines de la vie quotidienne des individus, des entreprises et de la société dans son ensemble [3].

Ville intelligente :

Une ville intelligente ou encore « smart city » en Anglais, désigne une ville utilisant les technologies de l'information et de la communication (TIC) pour « améliorer » la qualité des services urbains ou encore réduire ses coûts. Ce concept désigne un type de développement urbain apte à répondre à l'évolution ou l'émergence des besoins des institutions, des entreprises et des citoyens, tant sur le plan économique, social, qu'environnemental.

Une ville intelligente serait capable de mettre en oeuvre une gestion des infrastructures (d'eau, d'énergies, d'information et de télécommunications, de transports, de services d'urgence, d'équipements publics, de bâtiments, de gestion et tri des déchets, etc.) communicantes, adaptables, durables et plus efficaces, automatisées pour améliorer la qualité de vie des citoyens, dans le respect de l'environnement.



Figure I. 7 ***Les*** *Systèmes de Transport Intelligents (ITS)*

Un des aspects d'une ville intelligente est les Systèmes de Transport Intelligents

(STI) (En anglais Intelligent Transportation System (ITS)) qui sont les applications des nouvelles technologies de l'information et de la communication au domaine des transports.

On les dit "Intelligents" parce que leur développement repose sur des fonctions généralement associées à l'intelligence : capacités sensorielles, mémoire, communication, traitement de l'information et comportement adaptatif. On trouve les STI dans plusieurs champs d'activité : dans

l'optimisation de l'utilisation des infrastructures de transport, dans l'amélioration de la sécurité (notamment de la sécurité routière) et de la sûreté ainsi que dans le développement des services [wikipedia_Ville_intelligente].

Les Réseaux Intelligents :

Les Réseaux Intelligents ou « **Smart Grids** » sont des réseaux d'électricité qui, grâce à des technologies informatiques, ajustent les flux d'électricité entre fournisseurs et consommateurs.

En collectant des informations sur l'état du réseau, les Smart Grids contribuent à une adéquation entre production, distribution et consommation.

Il est nécessaire de différencier Smart Grids et compteur communicant ou « Smart Meter », qui renseigne le consommateur sur sa demande en électricité. « Smart grids » est une appellation générale pour l'ensemble des technologies et des infrastructures « intelligentes » installées. Chez le particulier, le compteur communicant est une première étape dans la mise en place des Smart Grids [wikipedia_Réseau_intelligent].

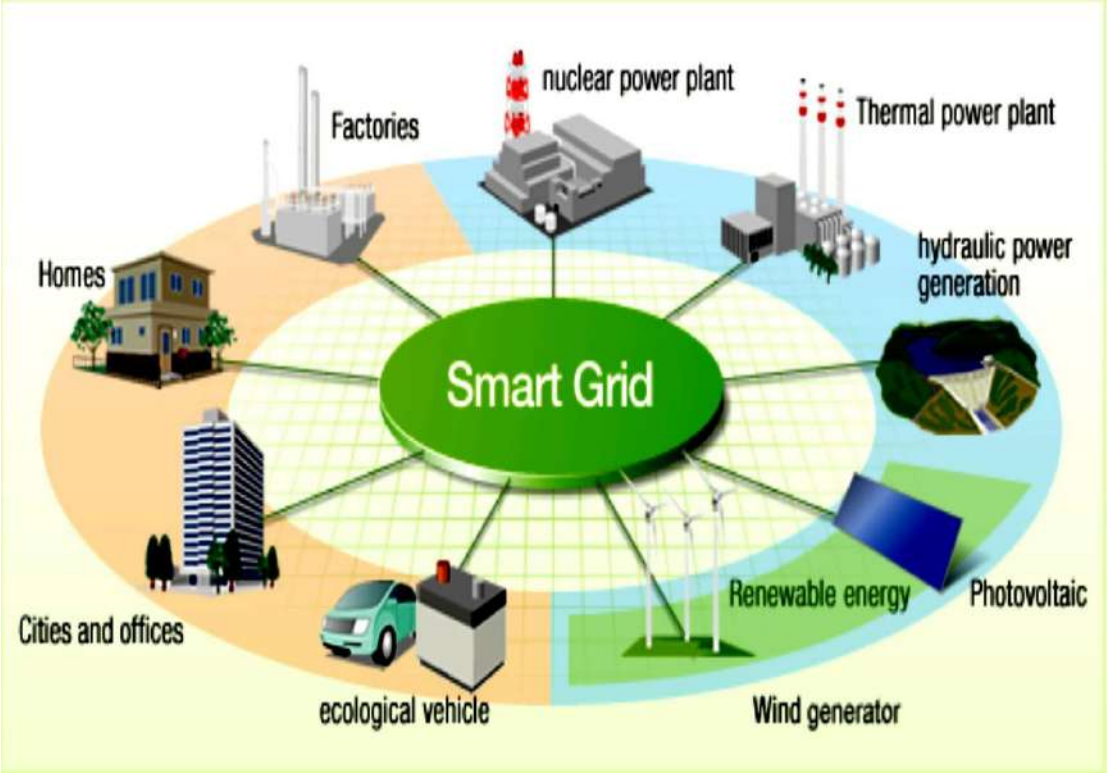


Figure I.8 *Smart Grids*

Les réseaux intelligents peuvent être définis selon quatre caractéristiques en matière de :

Flexibilité : ils permettent de gérer plus finement l'équilibre entre production et consommation

Fiabilité : ils améliorent l'efficacité et la sécurité des réseaux ;

Accessibilité : ils favorisent l'intégration des sources d'énergies renouvelables sur l'ensemble du réseau ;

Économie : ils apportent, grâce à une meilleure gestion du système, des économies d'énergie.

Les environnements intelligents :

Les environnements intelligents sont des environnements dans lesquels des détecteurs et actionneurs ont été intégrés, pour réagir à des évènements et s'adapter aux personnes présentes. Par exemple, une maison intelligente peut adapter la température et l'éclairage en fonction de la santé, de l'humeur et des préférences des personnes et animaux à l'intérieur de chaque pièce.

Un exemple sur ce concept intelligent c'est le système de détection des incendies de forêts.

Ce système est basé sur des capteurs Libelium, permettant de détecter des incendies de forêt. L'objectif étant de fournir une infrastructure de surveillance de l'environnement, avec une capacité de gestion d'alerte rapide.

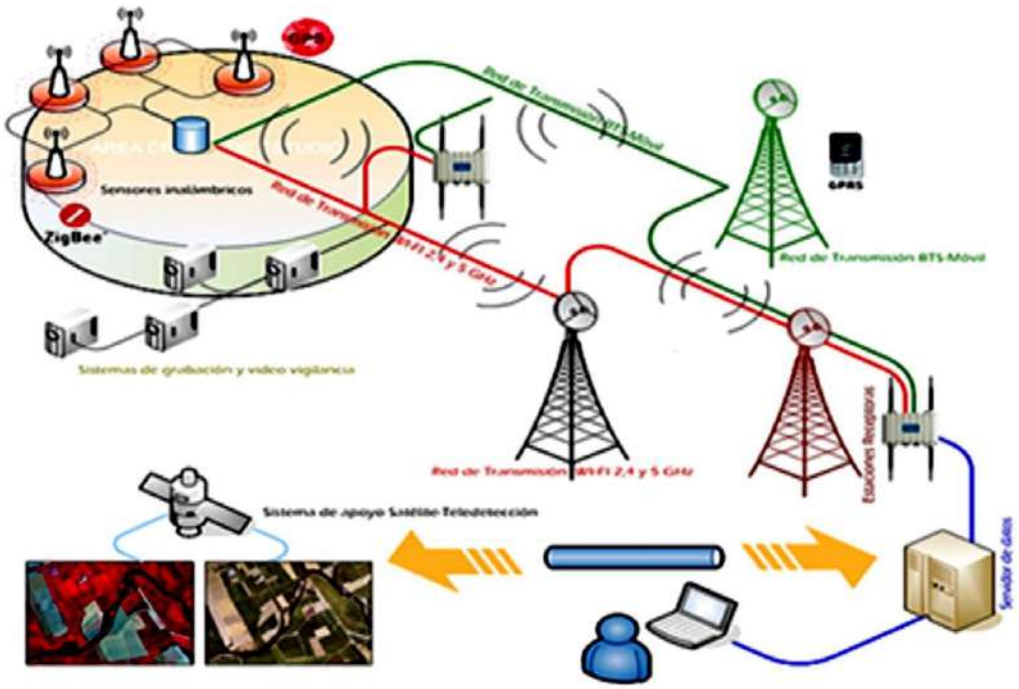


Figure I. 9 *Système de Détection des Incendies*

La Médecine Intelligente (Smart eHealth) :

Le domaine médical peut aussi intégrer des applications pertinentes, comme par exemple, l'aide à la médication et le suivi des patients à distance (rythme cardiaque, pression du sang, etc.),

l'identification des allergies et des médicaments administrés aux patients, la localisation des docteurs et des patients dans l'hôpital, etc.

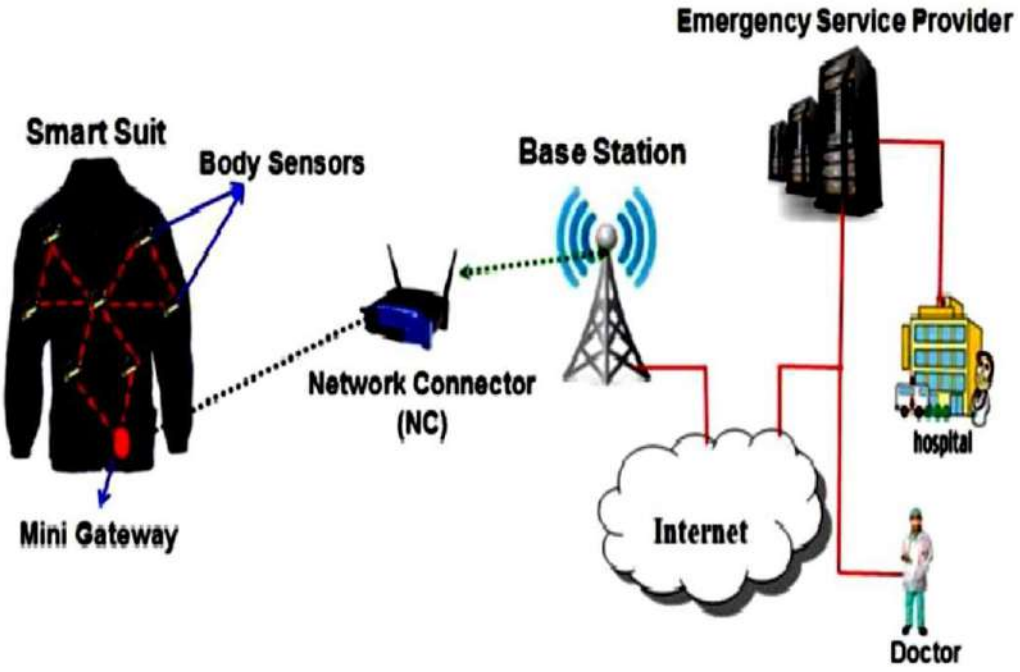


Figure I. 10 *Médecine intelligente*

Industrie Intelligente :

Le concept d'industrie de quatrième génération correspond à une nouvelle façon d'organiser les moyens de production : l'objectif est la mise en place d'usines dites « intelligentes » « smart factories » capables d'une plus grande adaptabilité dans la production et d'une allocation plus efficace des ressources ouvrant ainsi la voie à une nouvelle révolution industrielle. Ses bases technologiques sont l'Internet des Objets et les systèmes cyber-physiques.

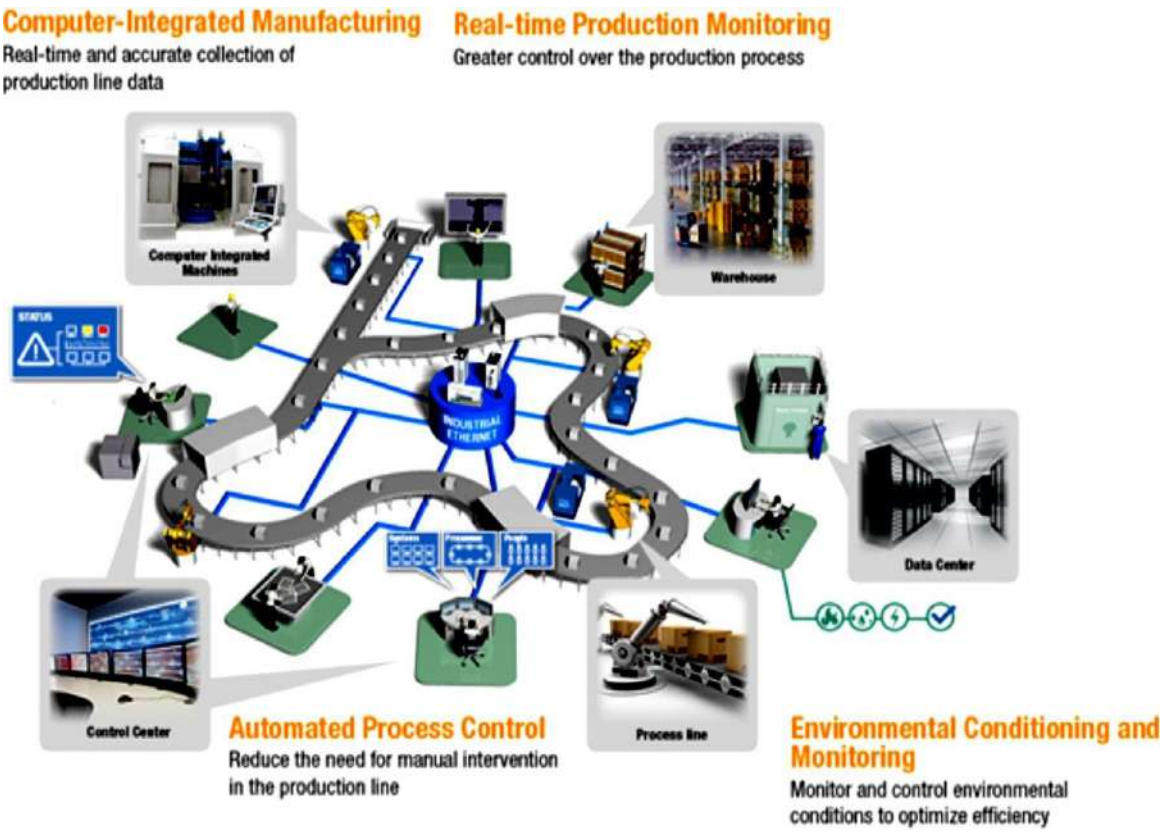


Figure I. 11 *Usine Intelligent*

La domotique :

La domotique est l'ensemble des techniques de l'électronique, de physique du bâtiment, d'automatisme, de l'informatique et des télécommunications utilisées dans les bâtiments, plus ou moins interopérables et permettant de centraliser le contrôle des différents systèmes et sous-systèmes de la maison et de l'entreprise (chauffage, volets roulants, porte de garage, portail d'entrée, prises électriques, etc.). La domotique vise à apporter des solutions techniques pour répondre aux besoins de confort (gestion d'énergie, optimisation de l'éclairage et du chauffage), de sécurité (alarme) et de communication (commandes à distance, signaux visuels ou sonores, etc.) que l'on peut retrouver dans les maisons, les hôtels, les lieux publics, etc.



Figure I. 12 *La domotique*

Agriculture Intelligente :

L'agriculture intelligente est un système à forte intensité de capital et de haute technologie pour cultiver des aliments proprement et durablement pour les masses. C'est l'application des TIC (technologies de l'information et de la communication) modernes à l'agriculture.



Figure I. 13 *Capteur de température et de la vitesse du vent et taux d'humidité*

7 Sécurité et vie privée

Si l'Internet des Objets introduit plusieurs cas d'utilisation prometteurs, il pose aussi plusieurs problèmes quant à la sécurité et à la vie privée, comme résumé dans le tableau suivant :

Vulnérabilité	L'impossibilité d'utiliser les technologies modernes de sécurité (chiffrement, authentification, échange de clé, signature, etc.) rend les objets vulnérables aux attaques informatiques ce qui, en raison de leurs capacités à influer sur le monde physique, représente un danger pour les biens et les personnes.
Surveillance de masse	En s'intégrant naturellement à l'environnement, les objets peuvent mesurer n'importe quelle information sans qu'il soit possible de savoir où, quand et par qui sont collectées ces données. En effet, même en l'absence d'intentions malveillantes de la part des propriétaires d'objets, l'utilisation massive des réseaux sans fil facilite les écoutes clandestines. En fin, l'identification unique des objets permet de dresser des profils très détaillés de leurs propriétaires et de les suivre à grande échelle.

Tableau I.1 *Résumé des problèmes de sécurité et de vie privée dans l'Internet des objets*

8 Modèle de référence de l'IoT :

La Figure I. 14 présente le modèle de référence de l'IoT. Ce modèle comprend quatre couches auxquelles sont associées des capacités de gestion et de sécurité.

Ces quatre couches sont les suivantes :

– couche application ;

– couche de prise en charge des services et des applications ;

– couche réseau ;

– couche dispositif.

- **Couche application**

La couche application contient les applications IoT.

- **Couche de prise en charge des services et des applications**

La couche de prise en charge des services et des applications contient les deux ensembles de **capacités suivants :**

– **Capacités de prise en charge génériques :**

Il s'agit de capacités communes pouvant être utilisées par différentes applications IoT, par exemple de capacités de traitement ou de stockage de données.

Des capacités de prise en charge spécifiques peuvent également faire appel à ces capacités génériques, par exemple pour créer de nouvelles capacités spécifiques.

– **Capacités de prise en charge spécifiques :**

Il s'agit de capacités particulières répondant aux besoins d'applications diversifiées. Elles peuvent en effet être constituées de différents ensembles de capacités bien précis afin d'assurer des fonctions de prise en charge différentes pour des applications IoT distinctes.

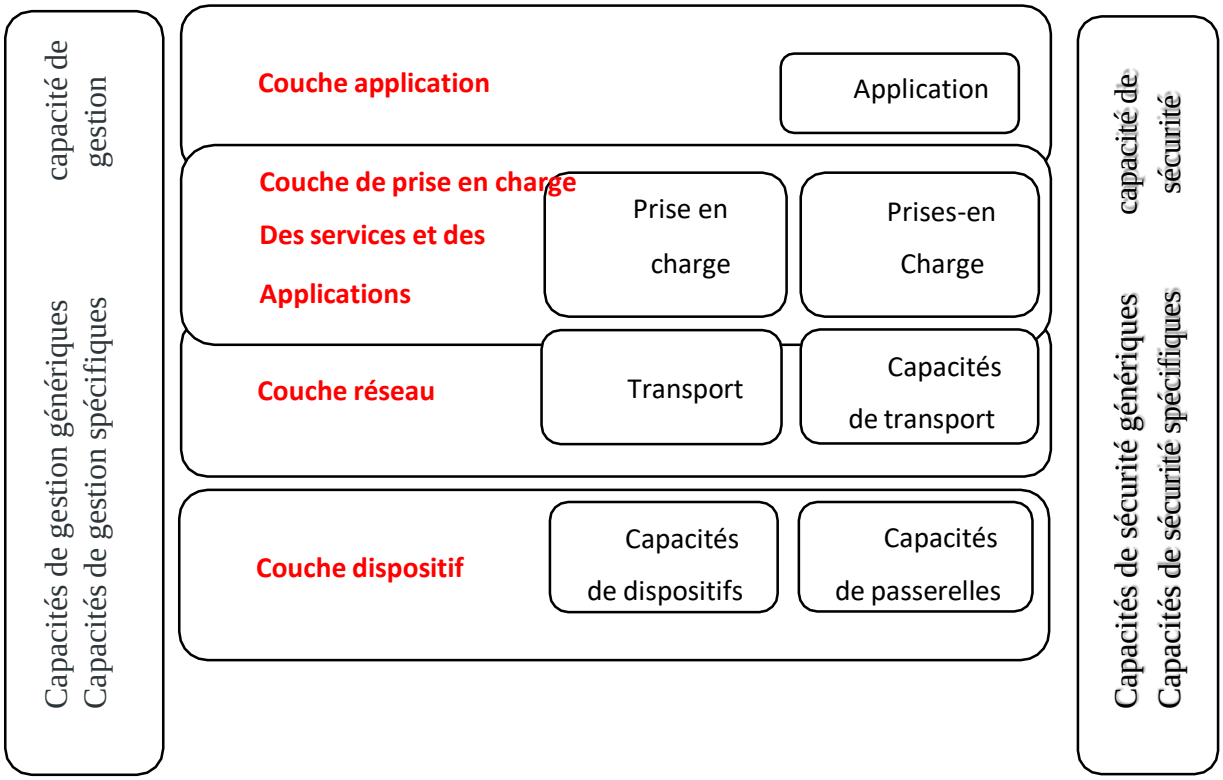


Figure I. 14 : *Modèles de référence de L'IdO*

- **Couche réseau**

Cette couche comprend deux types de capacités, à savoir :

– des capacités de réseautique, qui assurent les fonctions de contrôle pertinentes concernant la connectivité au réseau, telles que le contrôle d'accès et le contrôle des ressources de transport, la gestion de la mobilité ou l'authentification, l'autorisation et la comptabilité (AAA);

– des capacités de transport destinées essentiellement à assurer la connectivité nécessaire pour le transport des informations propres à chaque service ou application IoT ainsi que pour le transport des informations de contrôle et de gestion relatives à l'IoT.

- **Couche dispositif**

Les capacités de la couche dispositif peuvent être réparties de manière logique en deux catégories :

- **Capacités des dispositifs**

Les capacités des dispositifs sont entre autres les suivantes :

Interaction directe avec le réseau de communication : les dispositifs sont à même de collecter des informations et de les télécharger sur le réseau de communication de manière directe (c'est-à-dire sans avoir recours pour ce faire aux capacités des passerelles) et peuvent recevoir des informations (par exemple des commandes) provenant directement de celui-ci.

Interaction indirecte avec le réseau de communication : les dispositifs sont à même de collecter des informations et de les télécharger sur le réseau de communication de manière indirecte (c'est-à-dire en ayant recours pour ce faire aux capacités des passerelles). De même, ils peuvent recevoir des informations (par exemple des commandes) provenant indirectement du réseau de communication.

Etablissement de réseaux ad hoc : les dispositifs peuvent être en mesure de créer des réseaux ad hoc dans certains cas de figure nécessitant une modularité accrue et un déploiement accéléré.

Veille et réveil : les capacités des dispositifs peuvent inclure des mécanismes de mise en veille et de réveil permettant de réaliser des économies d'énergie.

Un même dispositif ne prendra pas nécessairement en charge et les capacités d'interaction directe et les capacités d'interaction indirecte.

- **Capacités des passerelles**

Les capacités des passerelles sont entre autres les suivantes :

Prise en charge d'interfaces multiples : au niveau de la couche dispositif, les capacités des passerelles prennent en charge des dispositifs connectés à l'aide de différentes technologies filaires ou hertziennes, par exemple à l'aide d'un bus gestionnaire de réseau de communication (CAN), du protocole ZigBee, du Bluetooth ou du Wi-Fi. Au niveau de la couche réseau, les capacités des passerelles peuvent communiquer par divers moyens, notamment en utilisant le réseau téléphonique public commuté (RTPC), les réseaux de deuxième ou de troisième génération (2G et 3G), les réseaux LTE, les réseaux Ethernet ou les lignes d'abonné numérique (DSL).

Conversion de protocole : les capacités des passerelles s'avèrent nécessaires dans deux cas de figure, le premier étant lorsque des protocoles différents (par exemple ZigBee et Bluetooth) sont utilisés pour les communications au niveau de la couche dispositif, le second lorsque des protocoles différents sont utilisés pour les communications impliquant à la fois la couche dispositif et la couche réseau (par exemple ZigBee au niveau de la couche dispositif et 3G au niveau de la couche réseau).

- **Capacités de gestion**

Tout comme dans les réseaux de communication traditionnels, les capacités de gestion de l'IoT couvrent les dérangements, la configuration, la comptabilité, la qualité de fonctionnement et la sécurité (FCAPS), c'est-à-dire qu'elles assurent la gestion de ces différents aspects.

Les capacités de gestion de l'IoT peuvent être classées en capacités génériques et capacités spécifiques.

Les capacités de gestion génériques essentielles dans l'IoT sont notamment les suivantes :

– gestion de dispositif (activation/désactivation à distance, diagnostic, mise à jour logicielle/micro logicielle, gestion du mode de fonctionnement);

– gestion de la topologie du réseau local ;

– gestion du trafic et de l'encombrement (détection des débordements sur le réseau, réservation de ressources pour les flux de données à temps critique ou vitaux, etc.).

Les capacités de gestion spécifiques sont étroitement liées aux besoins propres à une application donnée, par exemple pour le contrôle des lignes électriques utilisées dans les réseaux électriques intelligents.

- **Capacités de sécurité**

Les capacités de sécurité sont de deux ordres : génériques ou spécifiques. Les capacités de sécurité génériques sont indépendantes des applications. Elles comprennent :

– au niveau de la couche application : l'autorisation, l'authentification, la confidentialité des données d'application et la protection de leur intégrité, la protection de la sphère privée, les audits de sécurité et les anti-virus ;

– au niveau de la couche réseau : l'autorisation, l'authentification, la confidentialité des données utiles et des données de signalisation et la protection de l'intégrité de la signalisation ; au niveau de la couche dispositif : l'authentification, l'autorisation, la validation de l'intégrité du dispositif, le contrôle d'accès, la confidentialité des données et la protection de l'intégrité.

Les capacités de sécurité spécifiques sont étroitement liées aux besoins propres à une application donnée, par exemple les exigences de sécurité associées aux paiements sur mobile.

9 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons fait une étude générale sur l'Internet des Objets et leur objectif, ainsi quelques domaines d'application.

Chapitre II : Environnement et outils de travail

CHAPITRE II. ENVIRONNEMENT ET OUTILS DE TRAVAIL

1 Introduction

Dans ce chapitre nous avons défini brièvement les outils qui sont utilisé dans notre travail pour faire la supervion et le contrôle de la cellule de production on a présenté le raspberry pi ; le node-red et l'interface homme machine.

Dans le prochaine chapitre en va faire la réalisation pour L'interface homme machine.

2 Raspberry Pi

2.1 Présentation du Raspberry Pi

Le Raspberry Pi que l'on a utilisé dans notre projet.

Ce dernier est considéré comme le cerveau de notre système parce que joue le rôle d'un serveur Web affichant en temps réel plusieur valeurs stockée dans une base de données.

2.2 Historique

2.2.1 Conception :

En 2006, les premiers prototypes du Raspberry Pi sont développés sur des microcontrôleurs de Atmel ATmega 644.
Le schéma et le plan du circuit imprimé sont rendus publics.
Cet ordinateur, inspiré du BBC Micro d'Acorn Computer, commercialisé en 1981, est destiné à encourager la jeunesse à s'intéresser à la programmation informatique.
Le premier prototype ARM est intégré dans un boîtier de la même taille qu'une clé USB avec un port USB d'un côté et un port HDMI de l'autre.
L'objectif de la fondation est alors de proposer deux versions, l'une à 25 $ US et une deuxième à 35 $ US.
L'ouverture des commandes pour le modèle B (le plus cher) a lieu le 29 février 2012 et le 4 février 2013 pour le modèle A (le moins cher) [5].

2.2.2 Prototype

En aout 2011, 50 cartes version Alpha sont construites, ces cartes étant identiques du point devue fonctionnel au modèle B prévu mais elles sont plus grandes pour faciliter le débogage (placement des sondes). Une démonstration montre la carte exécutant une distribution Debian avec un bureau LXDE, Quake 3 en 1080p et une vidéo en Full HD MPEG-4 par HDMI.

En octobre 2011, une version de RISC OS 5 tournant sur la carte est présentée. Après une annéede développement la version grand public sera terminée en novembre 2012.
En décembre 2011, 25 cartes modèle B ont été construites et testées. Le design des cartes version Beta est le même que les cartes grand public. Une seule erreur a été découverte dans le design, certaines broches du CPU ne fonctionnaient pas correctement ; l'erreur a été corrigée avant la première production. Les cartes version Beta sont présentées démarrant Linux, jouant une bande annonce en 1080p ou exécutant le benchmark Rightware Samurai OpenGL ES.
La première semaine de l'année 2012, dix premières cartes sont mises aux enchères sur eBay. L'une est achetée anonymement et donnée au Centre for Computing History, dans le Suffolk en Angleterre.

Les 10 cartes qui représentaient un prix de 220 £ ont été vendues pour un total de 16 000 £. Lacarte possédant le numéro de série 01 est achetée pour 3 500 £. En prévision du lancement
fin février 2012, la montée en charge des serveurs de la fondation est testée par des utilisateurs actualisant fréquemment leur navigateur [5].

2.3 Définition

Le Raspberry est une carte mère d'un mini-ordinateur qui peut être branchée à n'importe quel périphérique (souris, clavier...). Cette carte est fabriquée pour aider à étudier les ordinateurs et pour représenter un moyen d'apprentissage de la programmation informatique en plusieurs langages (python, scratch...). Elle est aussi capable de lire les vidéos à haute définition et même à installer des jeux vidéo. L'intérêt d'utiliser le Raspberry Pi est sa capacité d'interaction avec le monde extérieur et d'exécuter plusieurs variantes du système d'exploitation libre (GNU/Linux, Raspbian Debian ...) et des autres logiciels compatibles [3].

2.3.1 Modèles de Raspberry Pi

Le Raspberry Pi possède un processeur ARM11 à 700 MHz.

Il inclut 1, 2 4 ports USB, un port RJ45 et 256 Mo de mémoire vive pour le modèle d'origine (jusqu'à 8 Go sur les dernières versions).

Son circuit graphique BMC VideoCore 4 permet de décoder des flux Blu-Ray full HD (1080p 30 images par seconde), d'émuler d'anciennes consoles et d'exécuter des jeux vidéo relativement récents.

- ## Modèles A

Il y a deux types A et A+.

Modèle A :

Premier modèle du Raspberry pi, le modèle A a été mis sur le marché le 29 février 2012 avec un prix d'environ 25$ US (soit environ 12.500 FCFA). Il pèse 45g avec une taille de 85,6 mm de long, 53,98 mm de large et 17 mm d'épaisseur. Il a un processeur ARM11 (ARMv6) à 700 MHz; une mémoire RAM de 256 Mo; deux sorties vidéos, composite et HDMI; une sortie audio stéréo Jack 3,5 mm (sortie son 5.1 sur la prise HDMI); une unité de lecture - écriture de carte mémoire SD : SDHC / MMC / SDIO; un port USB 2.0; une prise d'alimentation Micro-USB avec une consommation de 400mA (1,5W); et des entrées/sorties directement accessibles sur la carte mère [6].



Figure II.1 *Raspberry Modèle A*

Modèles A+ :

Ce modèle a presque les mêmes caractéristiques que le modèle A. Cependant, il a un prix qui est réduit jusqu'environ 20$ US (soit environ 10.000 FCFA) avec une taille de 65 mm de long et

pèse 23g. Il a une sortie HDMI ; une unité de lecture-écriture mémoire mircoSD au lieu de SD ;GPIO 40 broches et une consommation en électricité de 200 m.

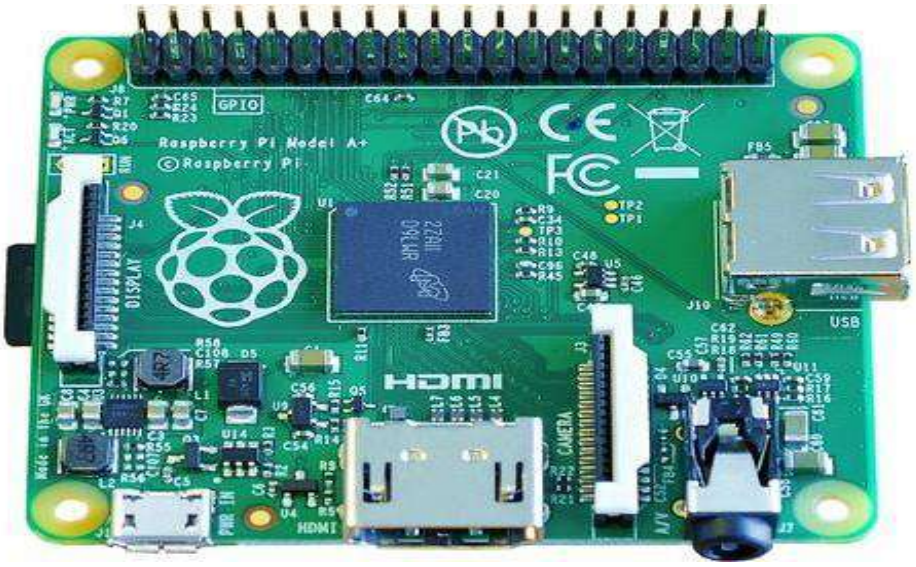


Figure II.2 *Raspberry Modèle A+*

- **Modèles B**

A la différence du modèle A, le modèle B contient deux ports USB 2.0, un port réseau Fast Ethernet (10/100Mbits/s) et une mémoire RAM de 512Mo. Il coûte environs 35$ US (soit environ 17.500 FCFA) avec un poids de 45g et une consommation de 700 mA (3,5W) [6].

Il y a 4 types B1 et B1+, B2, B3.



Figure II.3 *Raspberry Modèle B1*

Modèles B+

Ce modèle est apparu en juillet 2014 et a les mêmes caractéristiques que le modèle initial, c'est-à-dire le modèle B, à la différence qu'il contient quatre ports USB 2.0 et une réduction de la consommation de 3.5W à 3W (600mA); GPIO 40 broches. Il coûte environs 35$ US [6].



Figure II.4 *Raspberry Modèle B1+*

Modèles B2

Ce modèle sort le 2 février 2015, plus puissant, il est équipé d'un processeur Broadcom BCM2836, quatre cœurs ARMv7 à 900MHz, accompagné de 1 Go de RAM. Il possède les mêmes dimensions et connectiques que le modèle B.Il coûte environs 35$ US.

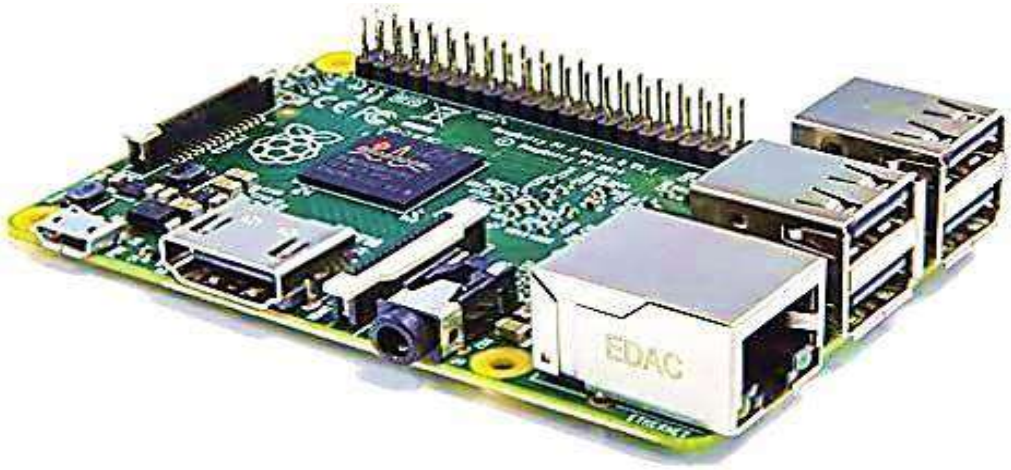


Figure II.5 *Raspberry Modèle B2*

Modèles B3

Ce modèle apparait le 29 février 2016. Il coûte environs 35$ US (soit environ 17.500 FCFA). Il dispose d'un processeur Broadcom BCM2837 64 bit à quatre coeurs ARM Cortex-A53 à 1,2 GHz accompagné de 1 Go de RAM et d'une puce Wifi 802.11n et Bluetooth 4.1 intégrée. Il possède les mêmes dimensions et connectiques que les modèles 2B et B+. La vitesse d'horloge est 33% plus rapide que le Pi 2, ce qui permet d'avoir un gain d'environ 50-60% de performance en mode 32 bits. Il est recommandé d'utiliser un adaptateur de 2,5 A. Tous les travaux et tutoriels du Pi 2 sont parfaitement compatibles avec le Pi3.



Figure II.6 *Raspberry Modèle B3*

Modèles B3+

Le 14 mars 2018, la fondation Raspberry Pi annonce la mise à jour du Raspberry Pi 3 vers le modèle B+. On y trouve une mise à jour du processeur Broadcom BCM2837B0 64 bit à quatre cœurs ARM Cortex-A53 cadencé à 1,4 GHz au lieu du 1,2 GHz. la puce Cypress CYW43438 est remplacée par une nouvelle puce CYW43455 supportant le WiFi Dual-band 802.11ac et la version 4.2 du Bluetooth. Et d'une prise en charge du Power over Ethernet grâce à un élément supplémentaire.

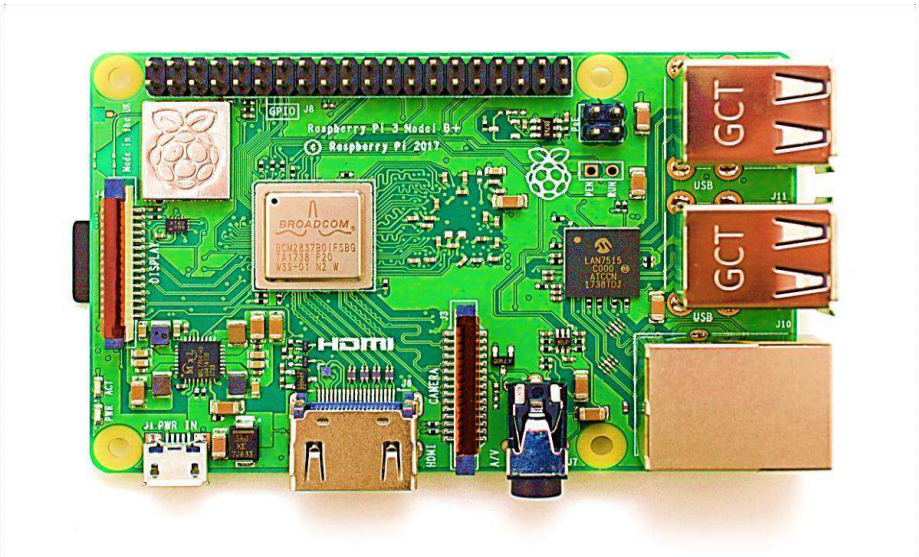


Figure II.7 *Raspberry Modèle B3+*

- **Modèle Pi 4**

Le 24 juin 2019, la fondation Raspberry Pi annonce la sortie du Raspberry Pi 4. Le 10 juillet 2019, la fondation annonce des problèmes de conception, notamment l'absence d'une résistance, qui ne permettent pas à certains chargeurs USB-C d'alimenter le Raspberry Pi.

La fondation annonce que le problème sera corrigé dans une révision future du produit. Dans les faits, seuls les câbles « e-marked » posent problème parce qu'ils détectent le Raspberry Pi comme étant un équipement audio.

Le 28 mai 2020 est annoncée une version à 8 Go de RAM Bien que Raspbian ne soit que 32 bits, les 8 Go peuvent être exploités via des processus indépendants lancés sous ce système. Une version 64 bits est annoncée, elle aussi branche de Debian, qui ne se nommera plus Raspbian, mais *Raspberry Pi OS* pour éviter les confusions, et identique en interface.

En novembre 2020, elle lance une version du Raspberry Pi 4 (Raspberry Pi 400) permettant de monter facilement un ordinateur de bureau en intégrant dans un clavier l'ensemble des composantes d'un ordinateur personnel et auquel des périphériques peuvent être branchés (écran, souris, etc.) [5].

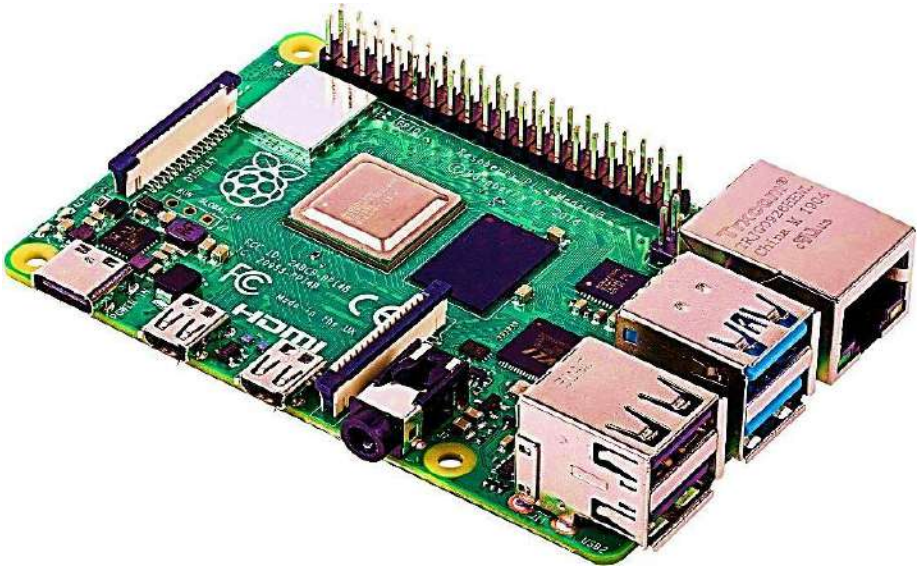


Figure II.8 *Raspberry Modèle Pi 4*

2.4 Les composants de Raspberry Pi

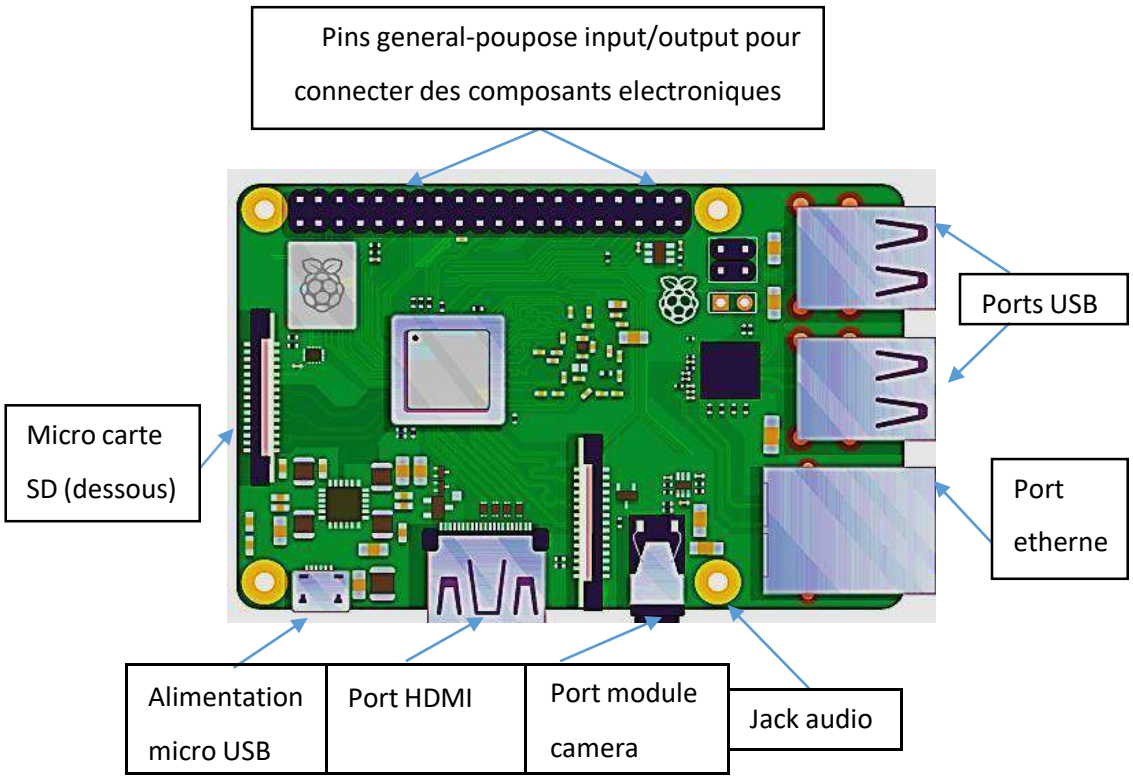


Figure II.9 *Raspberry standard*

-Les composants standards d'un Raspberry PI [6].

- **Processeur ARM**

Les architectures ARM sont des architectures de processeurs, à faible consommation, introduites à partir de 1983 par « Acorn Computers » et développées depuis 1990 par « ARM Ltd ». Raspberry Pi B+ possède un processeur intégré Quad-core ARM Cortex- A7 900 MHz (Broadcom BCM2836)

- **Mémoire vive RAM**

C'est la mémoire dans laquelle le Raspberry place les données lors de son traitement, elle a une capacité de 512Mo.

- **Une connectique variée**

1. HDMI : « High Définition MultiMedia Interface » permet de relier le Raspberry Pi à un dispositif compatible : écran LCD ou un vidéoprojecteur...

2. Port USB 2.0 : Le port « Universal Serial Bus » est un port série qui sert à connecter le Raspberry aux autres périphériques, et il y a 4 ports USB. Le Raspberry Pi fonctionne avec pratiquement n'importe quels claviers et souris USB. Vous pouvez aussi utiliser la plupart des claviers et des souris sans fil (ceux qui marchent avec un d'ongle que l'on branche sur un port USB).

3. Port Ethernet : C'est un port qui correspond au protocole international Ethernet de réseau local à commutation de paquets.

4. Prise RCA : « Radio Corporation of America » est un connecteur électrique utilisé dans le domaine audio/vidéo via jack.

5. Un slot les cartes SD : Le Raspberry a besoin d'une mémoire externe supplémentaire pour fonctionner. Ce slot permet de connecter la mémoire externe. Vous pouvez utiliser votre propre carte SD dans le Raspberry Pi, mais elle devra être préparée avec une image disque d'un système d'exploitation.

6. Une prise jack : C'est une connectique audio-vidéo sa dimension est égale à 3.5 mm.



Figure II.10 *Prise jack*

7. Bloc d'alimentation :

La figure ci-dessous représente le bloc d'alimentation USB classique avec un câble USB-A vers micro-USB.



Figure II.11 *Bloc d'alimentation USB.*

L'alimentation doit être capable de fournir au moins 700 mA, mais 1 A donné au Raspberry Pi un peu de marge qui sera utilisée par les périphériques connectés à ses ports USB. Si vous regardez attentivement les spécifications de l'alimentation, vous devriez être capable de déterminer sa capacité. Il arrive que la capacité soit exprimée en watts (W) ; si tel est le cas, elle doit être au moins de 3 W. Si elle indique 5 W, cela correspond à 1 A.

8. GPIO :

Les broches GPIO « General Purpose Input/Output » du Raspberry Pi vous permettent de contrôler d'autres composants électroniques ainsi que des interfaces telles que des LED, des moteurs et des relais. Ces diverses interfaces sont généralement regroupées sous le terme de « sorties ». Pour ce qui est des « entrées », votre Raspberry Pi peut lire et interpréter l'état de boutons, d'interrupteurs, de capteurs de température, de lumière, de mouvement ou de proximité, etc., la liste est très longue. En utilisant les interfaces numériques asynchrones (port série vu au chapitre précédent) et synchrones (SPI et I2C), les applications potentielles sont encore plus nombreuses. Le Raspberry B+ comporte 40 broches.

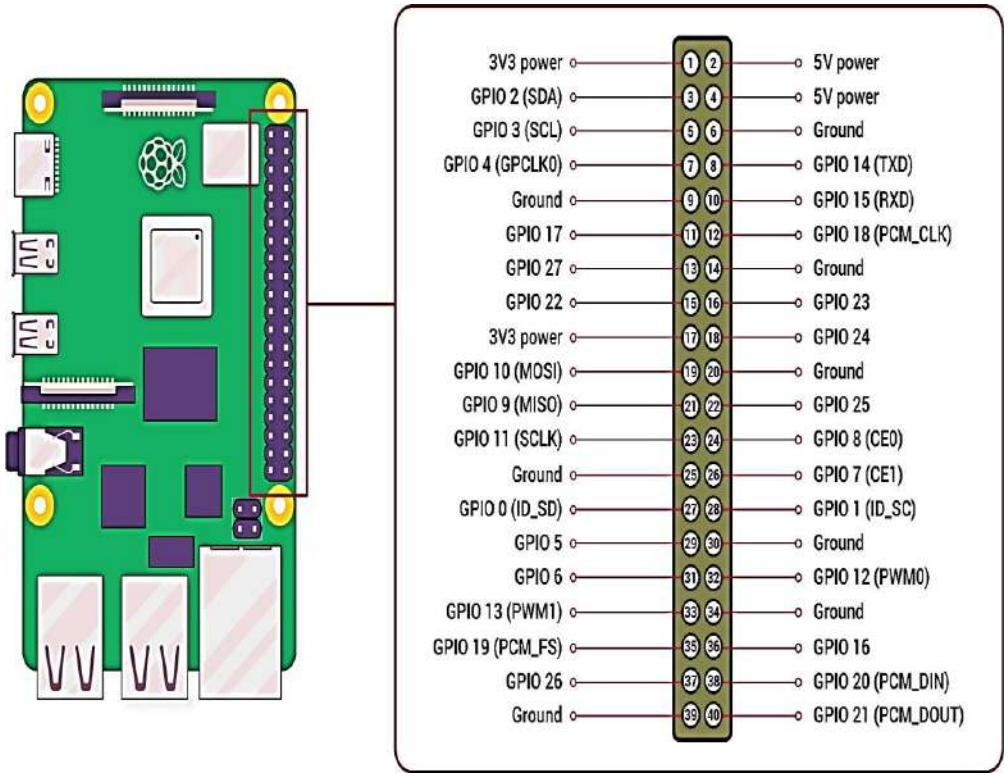


Figure II.12 *Le port GPIO*

2.5 Mise en marche d'un Raspberry Pi

Le Raspberry Pi peut être directement connecté à une IHM classique, souris/clavier/écran HDMI ou vidéo composite, cependant comme tout ordinateur Linux, Raspberry Pi peut intégrer ses propres outils de développement et une interface homme machine reposant sur SSH contrôlable - depuis un autre ordinateur par Ethernet ou WIFI.

- **Premier démarrage de Raspberry Pi**

Nous aurons besoin de plusieurs choses. Tout d'abord, d'un Raspberry Pi, et de son alimentation. Ensuite, d'une carte MicroSD, Par ailleurs il vous faudra également un clavier et une souris USB pour votre Raspberry Pi, et enfin un écran.

- **Préparation de la carte SD**

Tout comme le disque dur d'un PC doit être préparé avec le système d'exploitation que l'on souhaite utiliser, la carte mémoire destinée au Raspberry Pi doit également être initialisée avec le

système d'exploitation choisi. il ne pourra donc pas démarrer sans cette dernière. La fondation recommande une carte d'au moins 4 Go et de classe 4 minimum.

La première étape consiste à télécharger le système d'exploitation de Raspberry Pi de la Fondation Raspberry Pi. Nous utiliserons « Raspberry Pi imager » pour ubuntu, Il suffit de télécharger le fichier ZIP et de l'extraire dans un nouveau dossier. Vous aurez alors un seul fichier image .img qui contient le système d'exploitation.

Ensuite, nous aurons besoin d'un programme qui puisse graver le fichier image du système d'exploitation sur la carte microSD. Nous utiliserons le logiciel balenaEtcher pour le faire, donc téléchargez-le et installez-le.

- **La Connection du Raspberry Pi**

Branchez le Raspberry Pi pour le faire fonctionner de la maniere suivante :

Commencez par insérer votre carte microSD dans le logement prévu sur le Raspberry Pi. Ensuite, connectez votre souris et votre clavier USB aux ports USB du Raspberry Pi, rien de bien particulier n'est à signaler en ce qui les concerne.

N'importe quel clavier USB et n'importe quelle souris USB convient au Raspberry Pi et se connectent directement dans les deux ports USB prévus à cet effet sur le modèle B que nous allons utiliser.

Connectez le câble de l'écran au port HDMI du Raspberry Pi, utilisez un adaptateur si nécessaire, vous pouvez également utiliser la sortie RCA, Cette prise délivre un signal vidéo composite de qualité bien inférieure à celle permise par la sortie HDMI.

Cette sortie ne permettra pas de dépasser une résolution de 640 par 480p.

Si vous souhaitez connecter votre Raspberry Pi à l'internet par câble, utilisez un câble Ethernet pour relier le port du Pi à la prise Ethernet. Cette étape n'est pas nécessaire si vous ne voulez pas vous connecter à l'internet, En effet, tous les logiciels susceptibles d'être utilisés avec le Raspberry Pi sont téléchargeables sur internet ou doivent être mis à jour par ce biais, ce qui rend bien vite cet accès indispensable.

Fort heureusement, si vous disposez d'un réseau filaire, sa connexion au Raspberry Pi est immédiate puisqu'il suffit de faire appel à n'importe quel câble RJ45 standard.

L'interface réseau du Raspberry Pi est évidemment de type auto MDI et accepte donc indifféremment les câbles réseau droits ou croisés.

Le Raspberry Pi n'intègre pas en standard un module WIFI donc il faudra faire l'acquisition d'une clé USB-WIFI si nous voulons l'utiliser.

Si votre écran est équipé de haut-parleurs, votre Raspberry Pi peut lire le son à travers eux. Sinon, vous pouvez brancher des écouteurs ou des haut-parleurs sur le port audio.

Lorsque vous avez branché tous les câbles et inséré la carte microSD requise, branchez l'alimentation électrique micro USB. Cette action met sous tension et démarre votre Raspberry Pi, Vous devriez voir une lumière rouge sur votre Raspberry Pi et des framboises s'afficher sur l'écran, Votre Raspberry Pi va alors démarrer sur une interface graphique et vous présenter le bureau. Une fois le système démarré, il va vous demander de vous identifier.Lors du premier démarrage le login par défaut est « pi », et le password est « raspberry ». Figure3.12 illustre la connexion avec les different ports de Raspberry.

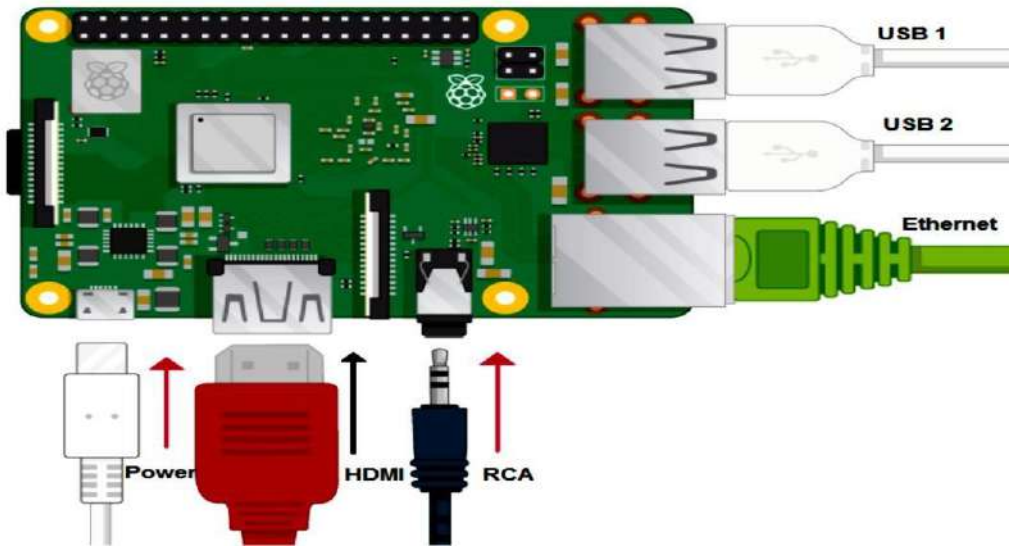


Figure II.13 *Connexion des périphériques*

2.6 Les différentes utilisations du Raspberry Pi

Il est bien évidemment impossible de dresser une liste exhaustive des projets réalisables avec la framboise. Cependant, il est possible de distinguer un certain nombre d'usages globaux de celle-ci [3].

3 NODE-RED

3.1 Historique

NODE -RED a vu le jour au début de 2013 en tant que projet parallèle de Nick O'Leary et Dave Conway-Jones du groupe Emerging Technology Services d'IBM. Ce qui a commencé comme une preuve de concept pour visualiser et manipuler les mappages entre les sujets MQTT, est rapidement devenu un outil beaucoup plus général qui pouvait être facilement étendu dans n'importe quelle direction. Il a été open-source en septembre 2013 et a été développé à l'air libre depuis, ce qui a abouti à l'un des projets fondateurs de la Fondation JS en octobre 2016 [9].

3.2 Présentation de Node-Red

Node-RED a été créé par IBM en 2013 afin de facilité la création d'objets connectés.

C'est un langage graphique (sous-jacent en JavaScript) utilise une approche de programmation visuelle qui permet de créer des liens entre les flux de données entrant et sortant. Il est gratuit et nécessite : NodeJS (JavaScript du coté serveur) [9].

L'accès à l'interface de programmation se fait à partir d'un navigateur internet.

Il est préférable d'utiliser le navigateur d'un ordinateur connecté sur le même réseau que la Raspberry.

Figure II.14 illustre la fenêtre de l'éditeur Node-Red.

Voici un petit aperçu de l'environnement de développement propose :

➢ Sur la gauche de l'écran se trouvent toutes les fonctions disponibles.

➢ Au centre se trouve la zone de programmation.

➢ Le panneau de droite regroupe un onglet info regroupant des informations contextuelles (exemple correspondant à la fonction sélectionnée) et un onglet 'debug' qui renvoie les messages d'erreurs ainsi que les messages de la fonction 'debug' qui se trouve dans les outils output.

➢ A chaque fois que vous voulez déployer votre programme, appuyez sur le bouton 'Deploy' rouge qui se trouve dans le coin supérieur droit.

➢ Le menu situé à côté du bouton 'Deploy' contient quelques outils supplémentaires :

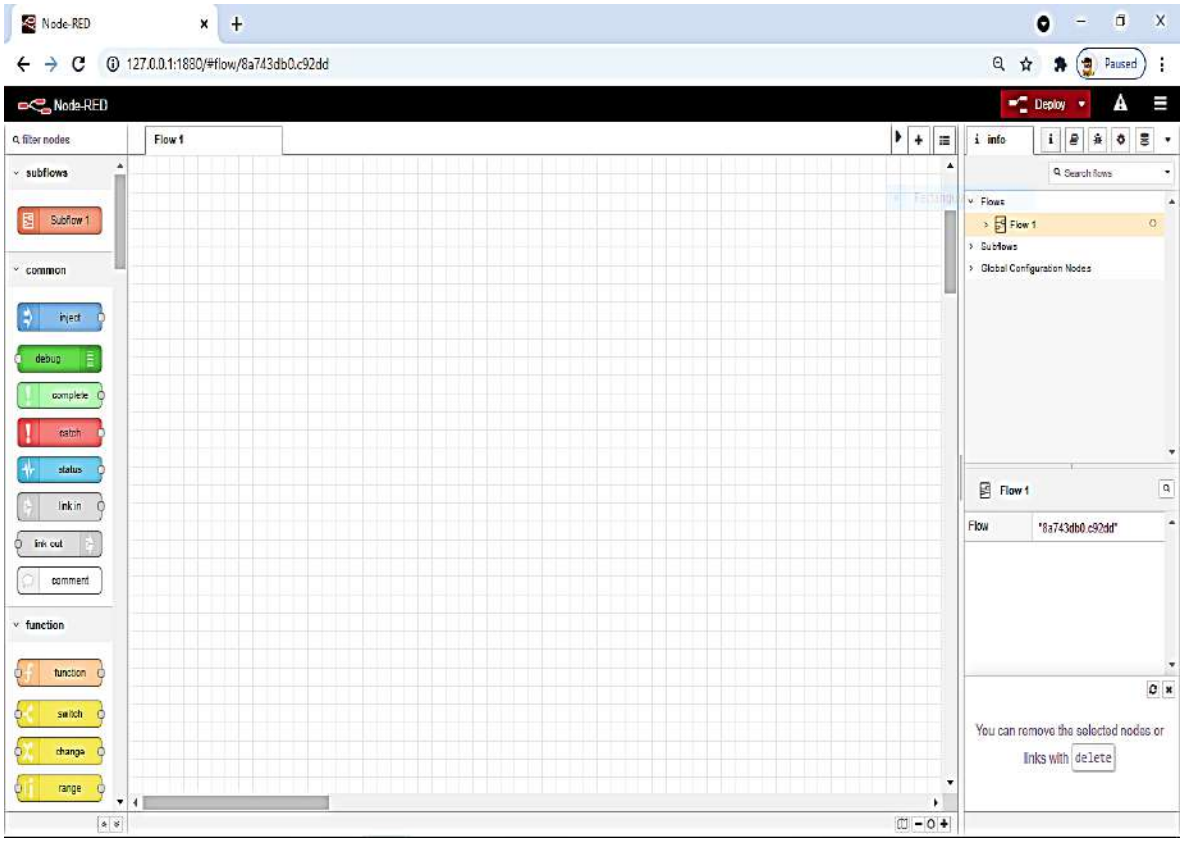
• View : Permet d'afficher/masquer la grille qui peut aussi être magnétique (Snap to grid)

• Import : Permet d'importer des nœuds.

C'est avec cette option que vous pouvez ajouter à votre flow des noeuds récupérés sur internet par exemple.

• Export : Vous pouvez exporter vers la presse papier (une chaine de texte au format JSON) ou dans un fichier dont vous devrez donner un nom.

• Flows : Vous pourrez ajouter un nouveau flow (Add), renommer (Rename), supprimer (Delete) le flow en cours.



FigureII.14 *Aperçu sur node-red*

3.3 Installation de NODE RED

Sur un Raspberry Pi qui tourne sur Raspbian, Node-Red est dédjà installé.

Pour le lancer, il suffit de cliquer sur le menu **Programmation** puis **Node-Red.**

Node-Red peut également être lancé ou stopper à partir d'un terminal :

• Pour le démarrage du Node-Red, on utilise : $ node-red-Start

• Pour arrêter Node Red: $ node-red-stop

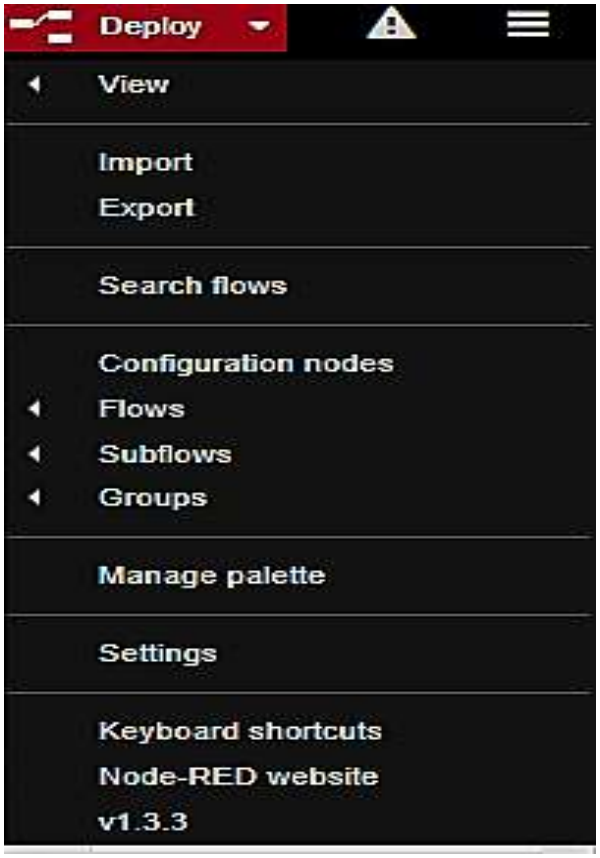
3.3.1 Installation de nouveaux NODE

La simplification de la programmation en Node-RED se fait grâce à des blocs de code prédéfinis, appelés «nodes» pour effectuer des tâches.

Les nœuds connectés, généralement une combinaison de nœuds d'entrée, de nœuds de traitement et de nœuds de sortie, lorsqu'ils sont câblés ensemble, constituent

Un «flow». Pour installer de nouveaux **node** dans la palette, utiliser le menu de droit et choisir : **manage palette** (FigureII.15).

Puis aller dans l'onglet **Install** et lancer une recherche (Figure) : exemple : **Dashboard,** Les nœuds apparaissent alors dans la palette.



FigureII.15 *Installation d'un nouveau nœud à travers 'manage palette'*

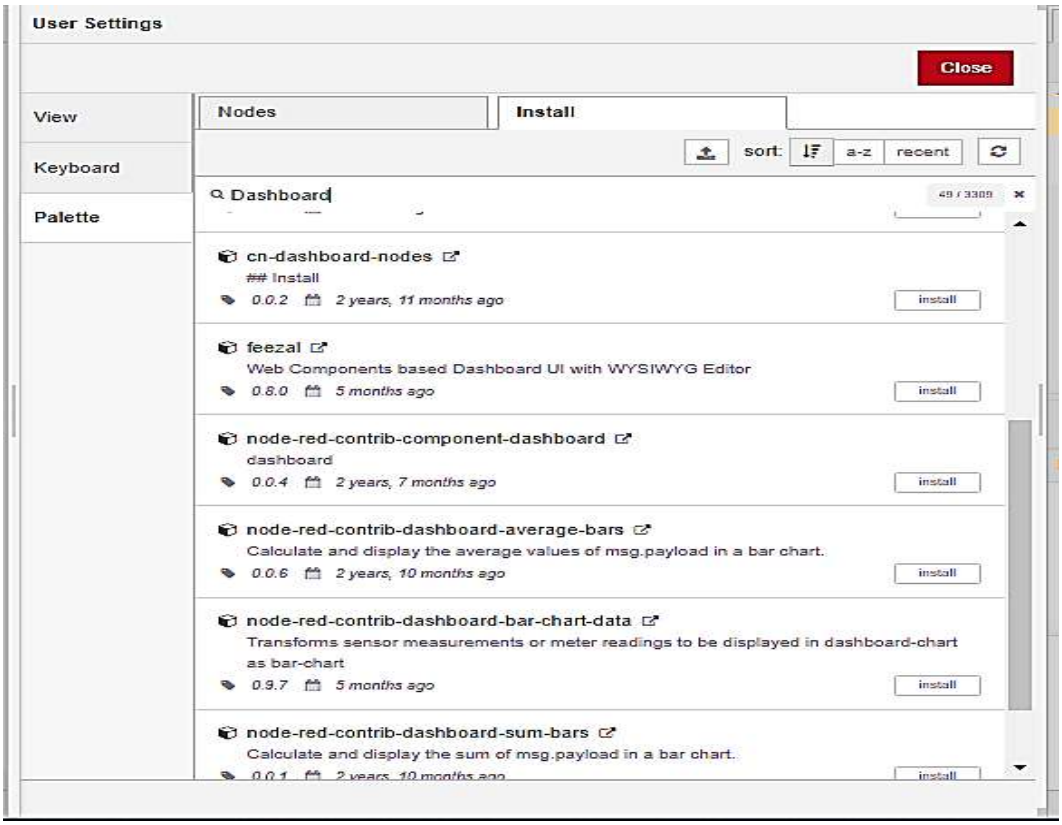


Figure II.16 *Installation de nouveau nœud dans la palette*

3.3.2 Création d'un Dashboard (Tableau de bord IHM)

La palette de Nœuds d'origine est déjà bien fournie mais il en manque au moins une essentielle qui va permettre de réaliser l'interface web. Elle se nomme Dashboard.

Cliquez sur **Manage Palette** (Figure3.3) puis recherchez la palette de nœuds Dashboard.

On accède au site web généré par l'URL de sélection du groupe, cliquez sur

+group, puis créer un groupe (ici : "first flow") et faite de même pour le Tab (ici : "home"). Cliquez ensuite sur le bouton **Done**, puis déployer le **Flow**.

- ## Exportation et importation des flows

Node-Red facilite la sauvegarde, le partage et le déplacement des flow entre les ordinateurs grâce à la fonction d'exportation et d'importation.

- ## Importation des flows

Vous devrez ouvrir le flow dans un éditeur de texte, puis copier son contenu, ensuite allez dans **Menu,** cliquez sur **import** et collez le fichier dans la fenêtre (Figure3.5).

Vous pouvez importer le flow dans un flow existant ou dans un nouveau flow, cliquez sur le bouton **Import** pour terminer l'importation.



Figure II.17 *Importation des flows*

- **Exportation des Flows**

On peut exporter un nœud sélectionné, un flow ou tous les flows.

Sélectionnez chaque nœud du flux que vous souhaitez exporter dans l'espace de travail, Cliquez ensuite sur **Menu**, ensuite cliquez sur **Export**.

Il y a trois onglets à l'écran avec l'onglet des noeuds sélectionnés.

Vous pouvez le modifier pour exporter le flow actuel ou tous les flow de l'espace de travail.

Cliquez sur **Export to clipboard**, puis ouvrez un éditeur de fichiers et collez le contenu dans le fichier, Donnez un nom au fichier et enregistrez-le, Ou bien cliquez sur **Download** pour exporter un fichier sous format **JSON** (Figure3.6).

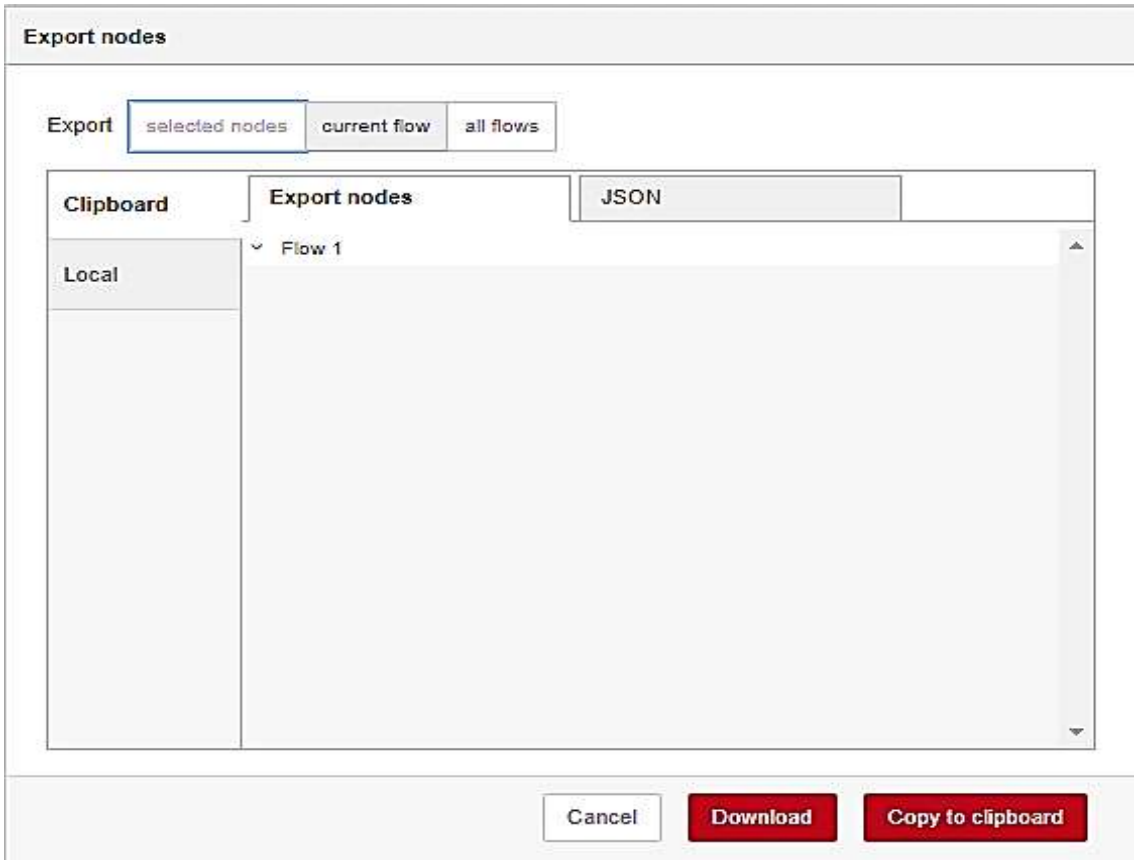


Figure II.18 *Exportation des flows*

4 Interactions homme-machine (IHM)

4.1 Définition

Le domaine d'interactions homme-machine, appelé IHM, s'intéresse à la conception et au développement de systèmes interactifs en prenant en compte ses impacts sociétaux et éthiques. L'homme interagit avec les ordinateurs qui l'entourent et cette interaction nécessite des médiatrices qui facilitent la communication entre l'homme et la machine. La facilitation de l'utilisation de dispositifs devient de plus en plus importante avec le nombre croissant d'interfaces numériques dans la vie quotidienne.

L'IHM a pour but de trouver les moyens les plus efficaces, les plus accessibles et les plus intuitifs pour les utilisateurs de compléter une tache le plus rapidement et le plus précisément possible. L'IHM est pluridisciplinaire, elle s'appuie sur les sciences cognitives, linguistiques et psychologiques ainsi que sur la vision par ordinateur et l'électronique.

4.1.1 Historique

L'histoire de l'interaction homme-machine est aussi vieille que l'histoire de l'informatique. En 1945, Vannevar Bush décrit un système électronique imaginaire qui permet la recherche d'information et qui invente les concepts de navigation, d'indexation et d'annotation. En 1963, Ivan Sutherland a créé Sketchpad qui est considéré comme l'ancêtre des interfaces graphiques modernes. En 1964, Douglas Engelbart invente la souris pour facilement désigner des objets sur son écran.

Dans les années 1970 et 80, les laboratoires de Xerox ont révolutionné les systèmes interactifs avec la sortie de Xerox Star et la présentation de What you see is what you get.

Au début des années 1990, Robert Cailliaud et Tim Berners-Lee inventent un système hypertexte qui entourera la planète, World Wide Web. En 1991, Mark Weiser présente sa vision de l'Informatique ubiquitaire qui envisage des écrans et des ordinateurs multiples capables de communiquer entre eux pour permettre l'utilisateur à accéder à l'information en toute circonstance.

Cette vision préfigure clairement l'avènement des assistants personnels, Tablet PC et smartphones d'aujourd'hui.

4.2 Les différentes techniques de L'IHM

Il existe de nombreuses manières pour qu'un humain puisse interagir avec les machines qui l'entourent. Ces manières sont très dépendantes des dispositifs d'interactions et des forces ou compétences que l'être humain ne peut étendre qu'extérieurement.

a) Informatique

L'informatique a évolué très rapidement de ses débuts dans les années 1940 à aujourd'hui.

b) Organes d'entrée

Les premiers ordinateurs étaient utilisés sous forme de traitement par lots et toutes les entrées (programmes et données) étaient alimentées en entrée par des cartes perforées, des rubans perforés ou des bandes magnétiques.

Il y avait un clavier pour interagir avec le système (console système).

Avec l'arrivée de la micro-informatique, on a commencé à utiliser des cassettes audio et des claviers, puis des disquettes et des souris informatiques avant de passer aux écrans tactiles. Un système de pointage tel que la souris permet d'utiliser un ordinateur avec le paradigme WIMP qui s'appuie sur les interfaces graphiques pour organiser la présentation d'informations à l'utilisateur.

Enfin, avec les assistants personnels intelligents, la voix devient un organe d'entrée intéressant en raison du taux potentiel de mots par minute qu'elle permet.

c) Organes de sortie

Les premiers organes de sorties ont été les imprimantes, les perforateurs de cartes et les perforateurs de ruban secondés ensuite par bandes magnétiques. La console système était équipée d'une imprimante, remplacée par la suite par un écran.

Avec l'arrivée de la micro-informatique, on a utilisé d'abord des cassettes audio, puis des disquettes avant d'utiliser des CD puis des DVD.

d) Organes interactifs

Certaines techniques tentent de rendre l'interaction plus naturelle :

La reconnaissance automatique de la parole ou de gestes permet d'envoyer des informations à un

ordinateur.

La synthèse vocale permet d'envoyer un signal audio compréhensible par l'être humain ;Les gants de données offrent une interaction plus directe que la souris ;

Les visiocasques essayent d'immerger l'être humain dans une réalité virtuelle ou d'augmenter la réalité ;

Les tables interactives permettent un couplage fort entre la manipulation directe par l'être humain sur une surface et le retour d'information.

e) Automatisme

Dans le domaine de l'automatisation, les écrans tactiles sont des IHMs très populaires afin de centraliser le contrôle d'un procédé sur un seul écran. Ainsi, il est possible d'afficher plusieurs informations et de mettre à la disposition de l'opérateur des commandes qui affecteront le procédé.

Les IHMs permettent aussi de remplacer des stations de boutons. Ils sont surtout utilisés en complément avec un API (automate programmable industriel) pour avoir un affichage des états des entrées/sorties et des alarmes du système.

En informatique industrielle, les automates sont encore très souvent pilotés par des baies équipées de boutons poussoirs et de voyants. Les systèmes autonomes de type véhicules automatiques et drones tendent à peu à peu à intégrer une « interface adaptative », voire une intelligence artificielle embarquée.

f) Automobile

Dans l'automobile, l'être humain a, d'abord, interagi avec de simples moyens mécaniques. L'évolution de l'informatique et de la robotique fait que de plus en plus de capteurs et d'informations sont disponibles pour le conducteur qui doit choisir l'action à effectuer par l'intermédiaire : du volant ; de la pédale de frein ; d'interrupteurs divers (éclairage, régulateur de vitesse, etc.).

g) Paradigmes d'interfaces

On peut observer que les IHM sont de plus en plus déconnectées de l'implémentation réelle des mécanismes contrôlés. Dans son article de 1995, *The Myth of Metaphor* , Alan Cooper distingue trois grands paradigmes d'interface :

1. Le *paradigme technologique* :

L'interface reflète la manière dont le mécanisme contrôlé est construit. Cela conduit à des outils très puissants mais destinés à des spécialistes qui savent comment fonctionne la machine à piloter.

2. Le *paradigme de la métaphore :*

Qui permet de mimer le comportement de l'interface sur celui d'un objet de la vie courante et donc déjà maîtrisé par l'utilisateur. Exemple : la notion de document.

3. Le *paradigme idiomatique :*

Qui utilise des éléments d'interface au comportement stéréotypé, cohérent et donc simple à apprendre mais pas nécessairement calqué sur des objets de la vie réelle.

5 Les interfaces homme-machine ou IHM

Les interfaces homme machine permettent le contrôle et la commande d'automatismes industriels. On retrouve ainsi des interfaces homme machine sous forme de pupitre opérateur avec des boutons et des voyants permettant à l'utilisateur d'interagir avec les machines, les voyants lumineux correspondent à des alertes qui permettent d'avertir l'opérateur en cas de dépassement d'un seuil préréglé. On peut aussi avoir à la place d'un voyant lumineux une alarme sonore. D'un autre côté, on peut aussi retrouver des interfaces homme machine matérielle comme logicielle.

- ✓ **Interface homme-machine matérielle :** Il s'agit des panels de supervision qui peuvent être tactiles ou dotés de boutons permettant leur configuration. Ces panels peuvent être mobiles sans fil et connectés à distance à un automate ou bien reliés via un réseau de communication industriel au dispositif de commande.
- ✓ **Interfaces homme-machine logicielle :** L'opérateur peut visualiser en temps réell'ensemble des alarmes, défauts et autres anomalies permettant une prise de décision rapide.

5.1 Modes d'interaction

L'interaction est dite multimodale si elle met en jeu plusieurs modalités sensorielles et motrices. Un système interactif peut contenir un ou plusieurs de ces modes d'interaction :

-*Mode parlé :* commandes vocales, guides vocaux...

-*Mode écrit :* entrées par le clavier et la tablette graphique, affichage du texte sur l'écran...

-*Mode gestuel :* désignation 2D ou 3D (souris, gants de données, écran tactile), retour d'effort...

-*Mode visuel :* graphiques, images, animations...

5.2 Les périphériques IHM

D'un point de vue organique, on peut distinguer trois types d'IHM :

a- Les interfaces d'acquisition :

Bouton, molette, souris, clavier accord, joystick, clavier d'ordinateur, clavier MIDI, télécommande, capteur de mouvement, microphone avec la reconnaissance vocale, etc.

Les interfaces de restitution **:**

Écran, témoin à LED, voyant d'état du système, hautparleur, etc.

b- Les interfaces combinées :

Écran tactile, multi-touch et les commandes à retour d'effort.

5.3 Prospective :

Un maillon d'une situation plus Vaste :

Ce domaine évolue vers une interface plus large et pervasive de type « humain-environnement ».

« Il serait sot de nier l'importance de la communication efficace entre l'homme et la machine, aussi bien que l'inverse. Ma prévision est toutefois que la vraie révolution des prochaines décennies viendra davantage encore de ce que les hommes ont à se dire par l'intermédiaire des machines. »

— James Canna vino, the Next Generation of Interactive Technologies (Juillet 1989)

L'immersion dans les mondes virtuels devrait également être rendue plus « réaliste ».

Des jeux comme Le Deuxième Monde, Everquest ou Wolfenstein : Enemy Territory, où plusieurs joueurs évoluent en immersion globale dans un paysage commun, donnent une idée des nouvelles relations que peuvent mettre en place des interfaces réalistes.

5.4 Associations et conférences Scientifique

La plus grande association d'IHM est le pôle d'intérêt commun SIGCHI de l'Association for Computing Machinery (ACM). SIGCHI organise les conférences Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI), MobileHCI, TEI et plusieurs autres.

En France, l'association francophone d'Interaction homme-machine (AFIHM) organise la Conférence francophone IHM tous les ans. L'AFIHM parraine diverses manifestations et en particulier des Écoles d'été et les Rencontres Jeunes Chercheurs en Interaction (RJC-IHM).

6 Conclusion

Ce chapitre a été pour nous l'occasion de présenter le raspberry et le node-red.
De plus, nous avons abordé les développements de ces outils et en particulier l'application de l'internet des objets.

Dans le chapitre suivant nous présenterons la réalisation et les techniques de supervision d'une cellule de production.

CHAPITRE III : REALISATION, Implémentation et CONCEPTION D'IHM

CHAPITRE III. REALISATION, IMPLIMENTATION ET CONCEPTION D'IHM

1 Introduction

La réalisation d'un système de supervision et contrôle d'une cellule de production nécessite plusieurs outils software et hardware, parmi ces outils l'internet des objets, les cartes électroniques et Raspberry Pi3, ainsi que les modules de communication utilisés et quelques capteurs.

La supervision se fait par la réception des données et l'émission des commandes à travers une interface homme machine IHM sur la plateforme Node-Red

Dans ce chapitre, on va présenter l'interface Homme machine que nous avons utilisé pour la supervision et le contrôle de la cellule de production.

Finalement, nous allons introduire et présenter la carte électronique que nous utiliserons dans notresystème et le raspberry pour présenter l'interface homme machine et fai un protocole de contrôle à distance (vnc viewr).

2 Partie opérative

2.1 Les capteurs

2.1.1 Définition

Le capteur est un appareil capable de détecter une information (phénomène) physique dans l'environnement (présence d'objet, chaleur, lumière, bruit, etc…) et de la retransmettre sous forme designale exploitable, généralement un signal électrique, et enfin transmet ce signal à la PC [11] [12].

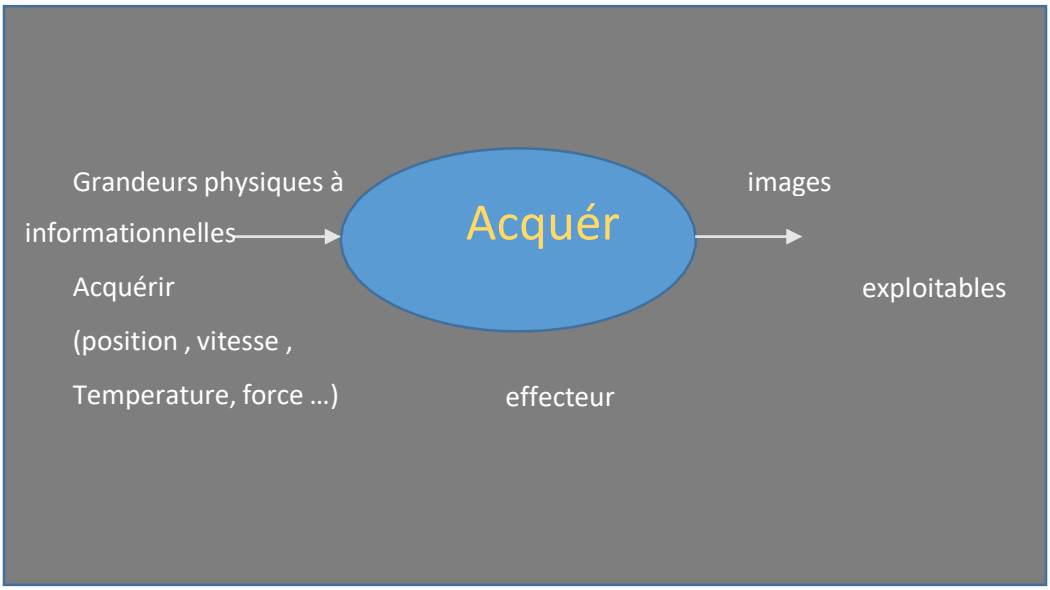


Figure III.1 *Fonctionnement d'un Capteur*

2.1.2 Capteurs actifs

On parle de capteur actif lorsque le phénomène physique qui est utilisé pour la détermination du mesurande effectue directement la transformation en grandeur électrique. C'est la loi physique elle-même qui relie mesurande et grandeur électrique de la sortie [12].

Les effets physiques classiques sont :

- ✓ Effet thermoélectrique : un circuit formé de deux conducteurs de nature chimique différente, dont les jonctions sont à température T1 et T2, est le sièged'une force électromotrice d'origine thermique e (T1, T2).
- ✓ Effet piézo-électrique : L'application d'une contrainte mécanique à certains matériaux dits piézo-électrique entraine l'apparition d'une déformation et d'unemême charge électrique de signe différents sur les faces opposé.
- ✓ Effet d'induction électromagnétique : La variation du flux d'induction magnétique dans un circuit électrique induit une tension électrique (détection de passage d'un objet métallique).

La loi de faraday-Lenz : $e = -\frac{d\emptyset}{dt}$ ou $\emptyset$ est le flux de B à travers le circuit

B : champ magnétique variable ; **e :** force électromotrice (en volt).

Pour une bobine comportant N spires :

- $e = -N\frac{d\emptyset}{dt}$

Effet photoélectrique : La libération de charges électriques dans la matière sousl'influence d'un rayonnement lumineux ou plus généralement d'une onde électromagnétique.

- ✓ Effet Hall : Un barreau de semi-conducteur soumis à un champ magnétique uniforme B et traversé par un courant I, l'effet Hall est le siège d'une force électromotrice U_H entre deux de ses faces. Avec : R_H : constante de HALL
- ✓ La tension de Hall U_H est définie par la relation ci-dessous :

- R $U_H = R_H \times \frac{I \times B}{C}$

Effet photovoltaïque : Des électrons et des trous sont libéré au voisinage d'une jonction illuminé, leur déplacement modifie la tension à ses bornes [12].

Grandeurs physique mesurée	Effet utilisé	Grandeurs de sortie
Température	Thermoélectricité	Tension
Flux rayonnement optique	Photoémission	Courant
	Effet photovoltaïque	Tension
	Effet photoélectrique	Tension
Force Pression	Piézo-électricité	Charge éléctrique
Accélération vitesse	Induction électromagnétique	Tension
Positiion Courant	Effet Hall	Tension

Tableau III .1 *Résumé des effets utilisés pour chaque mesurande.*

2.1.3 Capteurs Passifs

Il s'agit généralement d'impudence dont l'un des paramètres déterminants est sensible à la grandeur mesurée. La variation d'impudence résulte :

- ✓ Soit d'une variation de la dimension du capteur, c'est le principe defonctionnement d'un grand nombre de capteur de position, potentiomètre, inductance a noyaux mobile, condensateur à armature mobile.
- ✓ Soit d'une déformation résultant de force ou de grandeur s'y ramenant, pression accélération (armature de condensateur soumise à une différence de pression, jauge d'extensomètre liée à une structure déformable) [12].

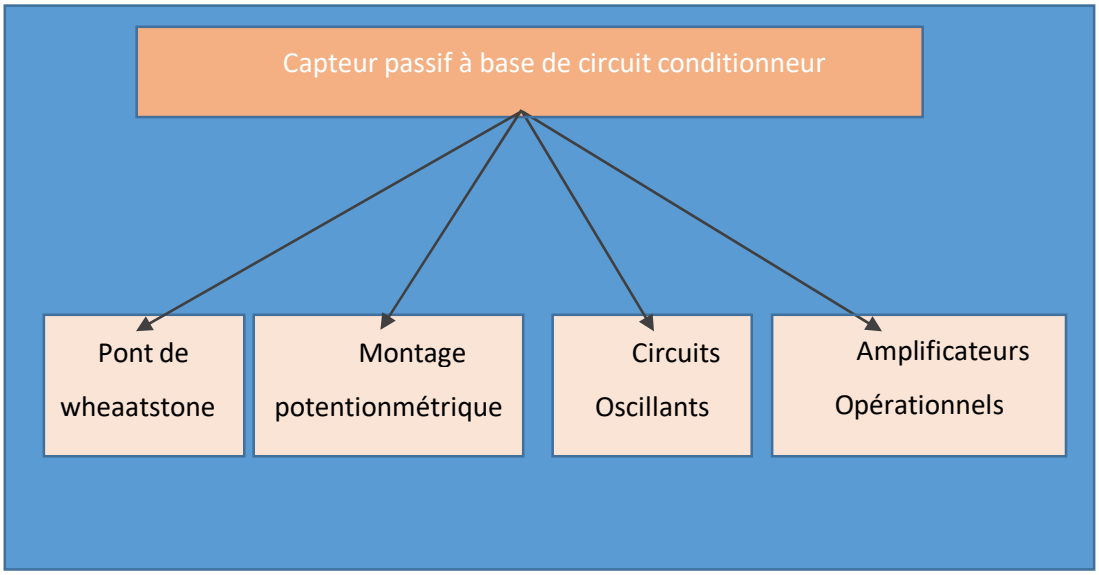


Figure III.2 *Les instruments de mesure des capteurs passifs.*

Grandeur mesurée	Cractéristiques électrique sensible	Type de matériaux utilisé
Température	Résistivité	Métaux : platine, cuivre …
Flux de rayonnement optique	Résistivité	Semi-conducteur
Déformation	résistivité	Alliage de Nickel
	Perméabilité magnétique	Alliage ferromagnétique
Position (aimant)	Résistivité	Matériaux magnéto résistants
Humidité	Résistivité	Chlorure de lithuim

Tableau III.2 *Résumé des caractéristiques d'un capteur passif.*

2.1.4 Classification des Capteurs

- **Les Capteurs TOR (Tout Ou Rien) ou Capteurs Logiques**

Ces capteurs transmettent une information de type binaire (donc deux états). Peu coûteux, ce sont généralement des capteurs de position. Par exemple, ils indiquent si une pièce est présente ou non, si une tige de vérin est sortie…. Ils ne permettent pas, enrevanche, de mesurer sur toute une plage.

- **Les Capteurs Analogiques (infinité de valeurs)**

Ces capteurs transmettent une information prenant une infinité de valeurs. La grandeur de sortie est en relation directe avec la grandeur d'entrée. Le principe est de traduire une modification dimensionnelle (due à un effort, à une pression…) en variation de résistance électrique. Ces capteurs sont linéaires.

- **Les Capteurs Numériques**

La sortie est une séquence d'état logique qui, en se suivant, forme un nombre. La sortiepeut prendre une infinité de valeurs discrètes. Le signale du capteur numérique peut être du type :

- Train d'impulsions.
- Code numérique binaire.
- Bus de terrain [12].

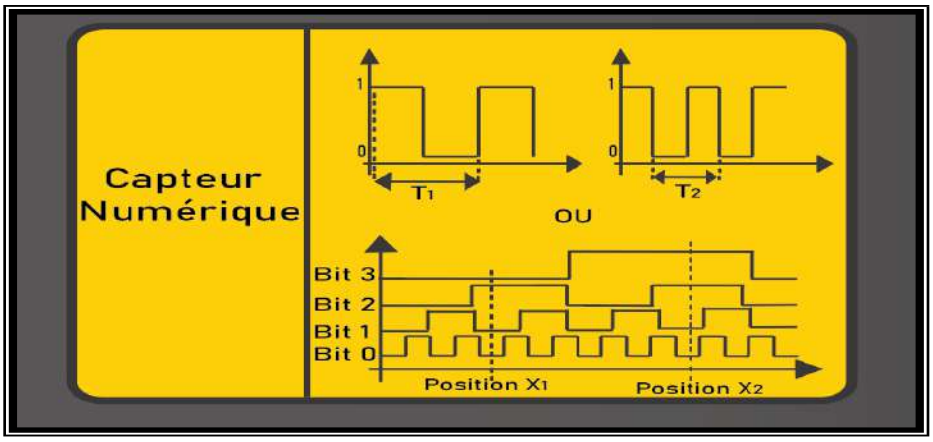


Figure III.3 *schéma explicatif du signal d'un capteur numérique.*

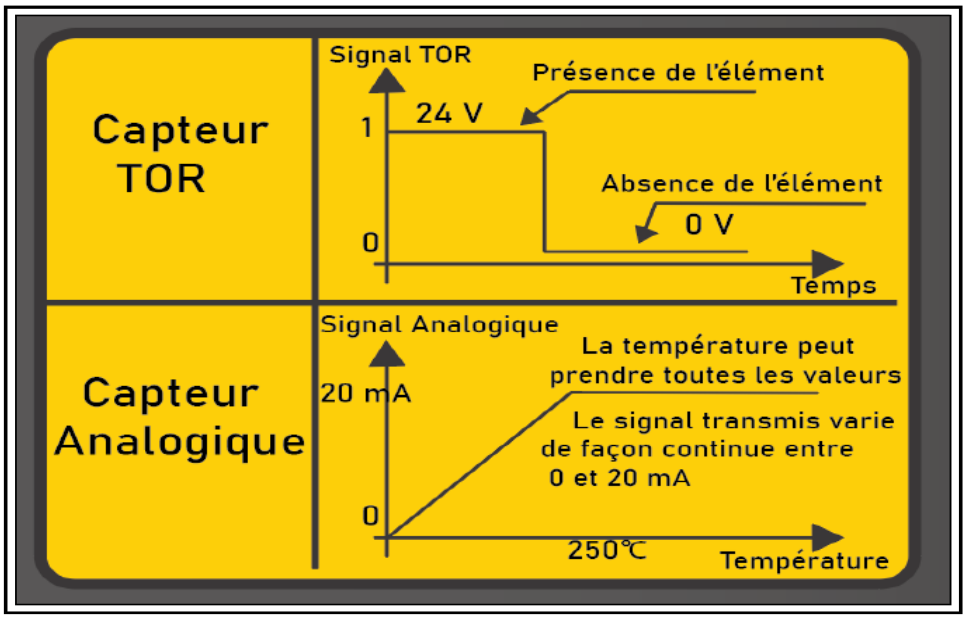


Figure III.4 *schéma explicatif du signal d'un capteur numérique.*

Les pré-actionneurs

- **Définition**

La majorité des systèmes automatisés industriels ont pour partie commande un A.P. I (Automate Programmable Industriel). Cet automate est généralement incapable de distribuer directement l'énergie nécessaire à l'actionneur car il traite l'information, sousforme d'énergie de faible niveau.

Le pré-actionneur est donc là pour s'occuper de distribuer une énergie forte adapté à l'actionneur en fonction de la commande (énergie faible) venant de l'API. La raison d'être du pré-actionneur réside donc dans les problèmes de distribution de l'énergie à l'actionneur [13].

2.1.5 Fonctionnement

Sa fonction est de transmettre un ordre de la partie commande à la partie opérative. Généralement utilisé pour commander des puissances en fonction d'un signale de commande de faible puissance. Son rôle est donc de généré l'énergie de commande del'actionneur [13]. Ceci est illustré par la figure ci-dessous.

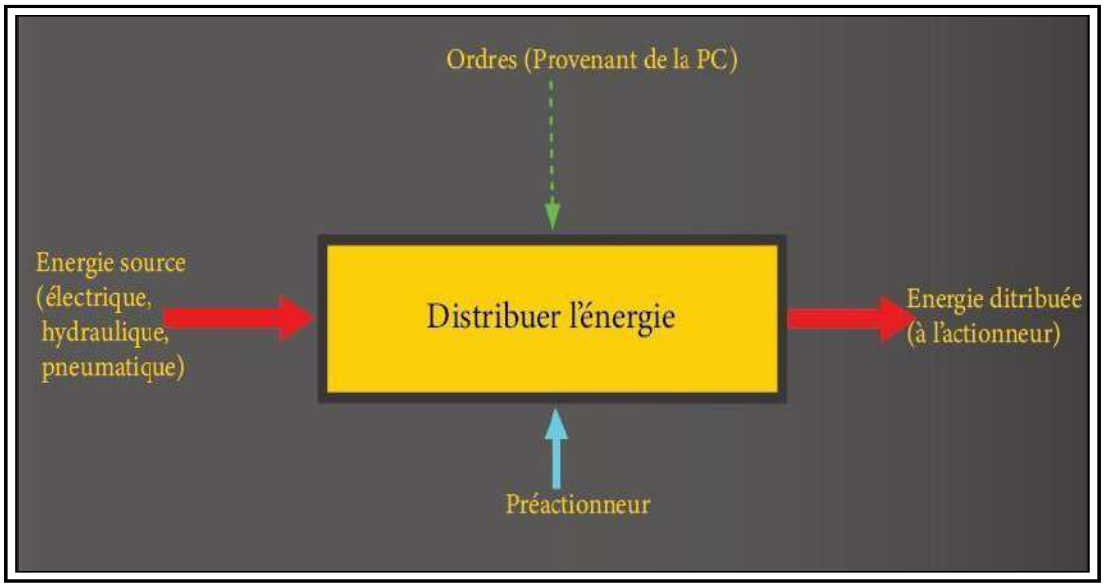


Figure III.5 *Fonctionnement d'un Pré-actionneur.*

2.2 Les Actionneurs

2.2.1 Définition

Élément qui convertit une énergie d'entrée non directement utilisable par les mécanismes agissant sur la matière d'œuvre en une énergie de sortie utilisable par ces mécanismes pour obtenir une action définie [11].

2.2.2 Fonctionnement

Afin d'agir sur la matière d'œuvre, la partie opérative a besoin d'énergie de haut niveau. L'énergie source employée est le plus souvent de nature électrique ou pneumatique, parfois hydraulique. Cette énergie source n'est pas directement utilisable et doit être convertie (en général en énergie mécanique) : c'est la fonction des actionneurs [11].

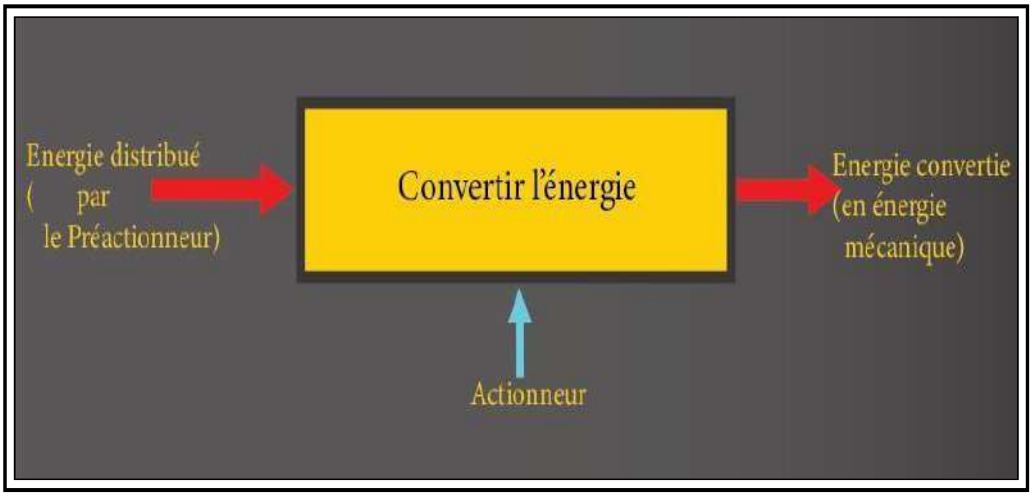
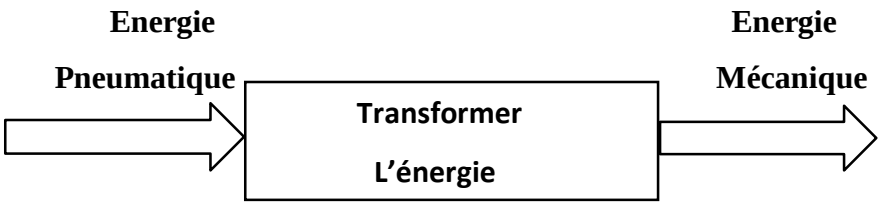


Figure III.6 *principe de fonctionnement d'actionneur*

2.2.3 Les vérins

- **Définition**

Ils transforment l'énergie d'un fluide sous pression en énergie mécanique (mouvement avec effort). Ils peuvent soulever, pousser, tirer, serrer, tourner, bloquer, percuter, …



Leur classification tient compte de la nature du fluide, pneumatique ou hydraulique, et du mode d'action de la tige [13].

- ✓ **Simple effet** : air comprimé admis sur une seule face du piston Tirer ou Pousser.
- ✓ **Double effet** : air comprimé admis sur les deux faces du piston Tirer et Pousser.

- **Constituants de base d'un vérin**

Quel que soit le vérin, son type et son constructeur, il sera constitué des mêmes éléments. Le piston est solidaire de la tige qui peut se déplacer à l'intérieur du corps. Le corps est délimité par le nez et le fond dans lesquels sont aménagés des orifices d'alimentation en air comprimé. Les espaces vides qui peuvent être remplis d'air comprimé s'appelle les chambres (Chambre arrière

et chambre avant) [13].

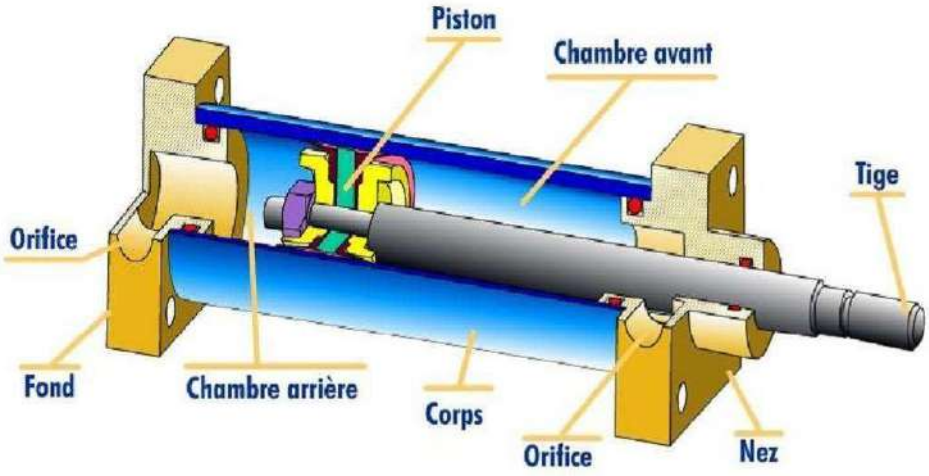


Figure III.7 *Constituants de base d'un vérin*

- **Principe de fonctionnement**

C'est l'air comprimé qui, en pénétrant dans l'une des chambres, pousse le piston. La tige se déplace. L'air présent dans l'autre chambre est donc échappé et évacué du corps du vérin.

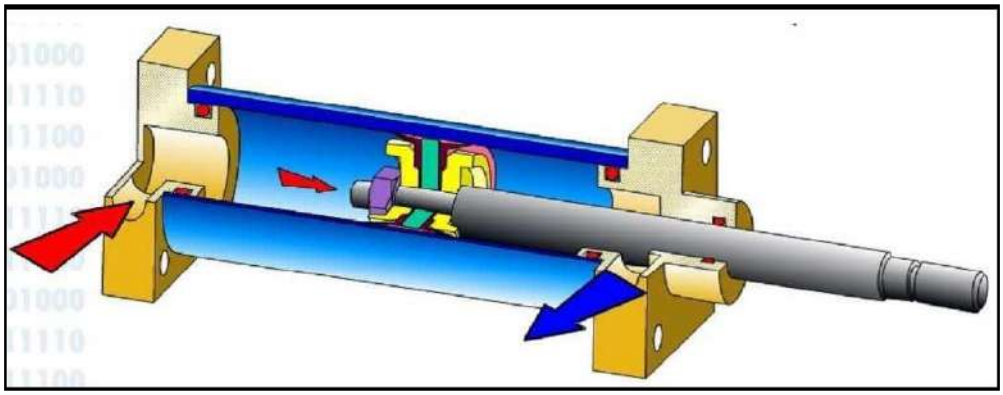


Figure III.8 : *Principe de fonctionnement du vérin (la tige sorte)*

Le mouvement contraire est obtenu en inversant le sens de déplacement de l'air comprimé.

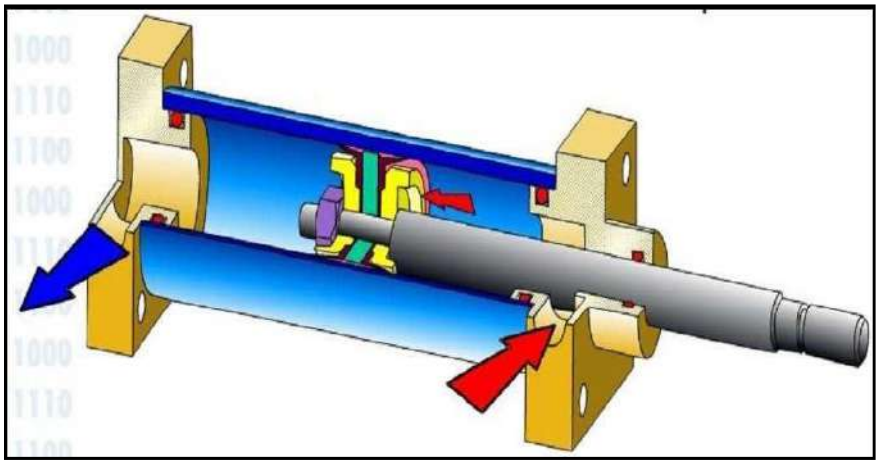


Figure III.9 : *Principe de fonctionnement du vérin (la tige rentre)*

- **Vérins simple effet**

Le vérin simple effet est un composant monostable. L'ensemble tige-piston se déplace dans un seul sens sous l'action du fluide sous pression. Le retour est effectué par un autre moyen quel'air comprimé : ressort, charge, …

Pendant le retour, l'orifice d'admission de l'air comprimé est mis à l'échappement [14].

- **Symbole :**

La figure ci-dessous représente le symbole du vérin simple effet.

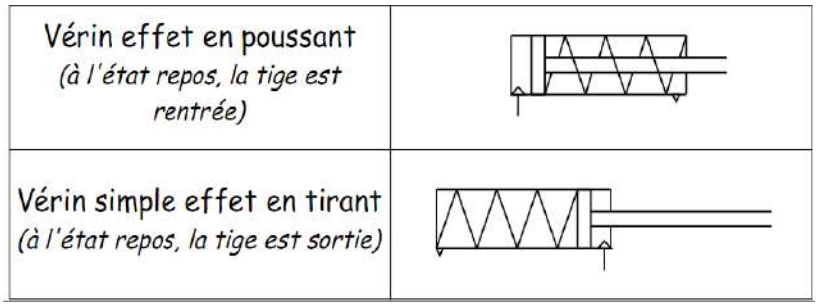


Figure III.10 : *Symbole du vérin simple effet*

- **Vérins double effet :**

Le vérin double effet est un composant bistable parce que le piston se déplace dans les deux sensgrâce à la pression de l'air comprimé (comporte deux orifices d'admission et échappement alternativement).Les vérins à double effet sont utilisés là où une force est exercée dans les deux sens.

- **Symbole :**

La figure ci-dessous représente le symbole du vérin double effet.

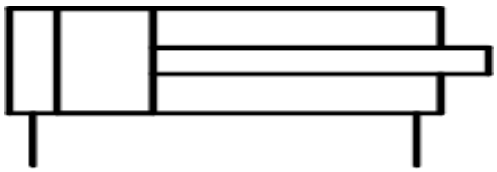


Figure III.11 : *Symbole du vérin double effet*

- **Utilisation des vérins pneumatiques et hydrauliques**

Utilisation des vérins et très vaste sur tout dans le domaine industriel, la figure ci-dessous représente quelque utilisation des vérins pneumatiques ou hydra

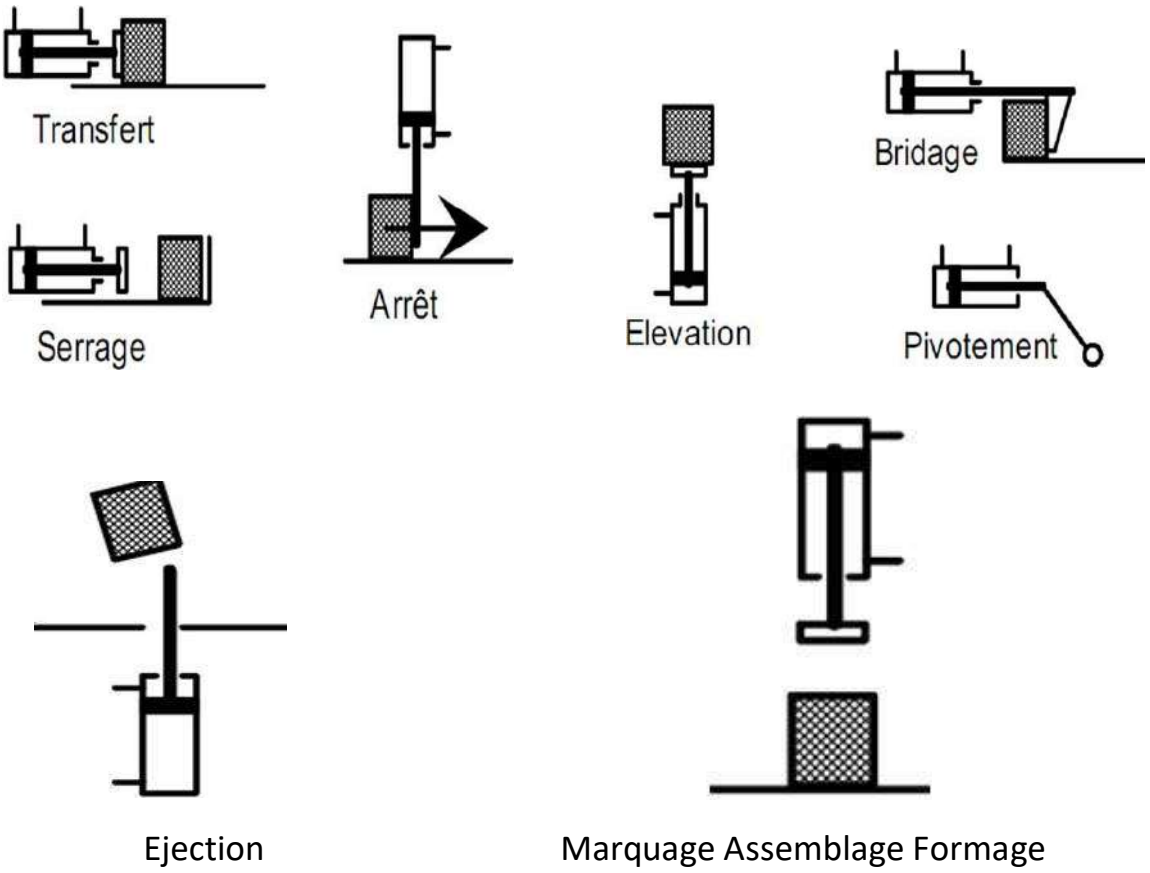


Figure III.12 *Utilisation des vérins hydrauliques et pneumatique*

2.3 Les indicateurs

2.3.1 Définition

Un indicateur est un outil d'évaluation et d'aide à la décision, élaboré à partir d'un élément mesurable ou appréciable permettant de considérer l'évolution d'un processus par rapport à une référence [15].

2.3.2 Caractéristiques de l'indicateur

Un indicateur efficace doit répondre à plusieurs critères :

- Robuste, fiable, précis et donc spécifique : l'interprétation doit être stable et cohérente dans letemps
- Sensible : il doit refléter effectivement les variations de ce qu'il est censé synthétiser ou mesurer
- Compréhensible, simple et utilisable par tous les acteurs (Protocole simple et applicable dans letemps, d'heure en heure ou d'année en année par exemple)
- Pertinent par rapport à l'objectif concerné (par exemple pour mettre en évidence les liens entre lesdifférents composants du système ou de l'écosystème)
- Coût acceptable par rapport au service qu'il rend
- Utile : le fait de le considérer doit ajouter de l'information à la prise de décision

Le modèle pression-état-réponse

Le modèle pression-état-réponse a été mis en place par l'Organisation de coopération et de développement économiques. Il a notamment servi de base pour de nombreux travaux sur les bio indicateurs et indicateurs de biodiversité.

Ce modèle est fondé sur la notion de causalité : les hommes et leurs activités exercent des pressions sur les écosystèmes et modifient leur qualité et leur quantité. La société (ou un système) répond à ces modifications, par des mesures dont l'ampleur et les effets peuvent aussi être évalués si cen'est mesurés par des indicateurs.

Indicateur de pression

Ils décrivent souvent les altérations d'un système. On distingue :

Les pressions directes :(Par exemple : pollutions, prélèvements de ressources peu renouvelables, pour le domaine de l'environnement)

les pressions indirectes : (Par exemple : activités humaines à l'origine d'altérations d'écosystèmes, d'agrosystèmes, de systèmes urbains, etc. ; Par exemple, toujours dans le domaine de l'environnement ; Destruction de milieux naturels, fragmentation des habitats, nombre de véhicules et kilomètres parcourus par personne et par an, consommation d'énergie, production d'énergie, démographie, etc.

Indicateur d'état

Ils mesurent à l'instant l'état d'un système, soit pour le comparer avec un ou des états antérieurs, soit pour le comparer ensuite avec des mesures successives pour mesurer une tendance.

Tant que possible, ces indicateurs se rapporteront à la qualité et à la quantité.

État de la diversité écosystémique.

- **Indicateur de réponse**

Ils illustrent l'état d'avancement des mesures prises (par exemple, dans le domaine de l'environnement : restauration, de la protection et/ou de la gestion des écosystèmes et de la biodiversité)

3 Partie puissance

3.1 Circuit imprimé

Un circuit imprimé (ou PCB de l'anglais printed circuit board) est un support, en général une plaque, permettant de maintenir et de relier électriquement un ensemble de composants électroniques entre eux, dans le but de réaliser un circuit électronique complexe. On le désigne aussi par le terme de carte électronique.

Il est constitué d'un assemblage d'une ou plusieurs fines couches de cuivre séparées par un matériau isolant. Les couches de cuivre sont gravées par un procédé chimique pour obtenir un ensemble de pistes, terminées par des pastilles. Le circuit imprimé est souvent recouvert d'une couchede vernis coloré qui protège les pistes de l'oxydation et d'éventuels court-circuités.

Les pistes relient électriquement différentes zones du circuit imprimé. Les pastilles, une fois perforées, établissent une liaison électrique, soit entre les composants soudés à travers le circuit imprimé, soit entre les différentes couches de cuivre. Dans certains cas, des pastilles non perforées servent à souder des composants montés en surface.

3.2 Le circuit d’alimentation

Soit la figure suivante représente schéma d’une carte éléctronique sur (Easy eda)

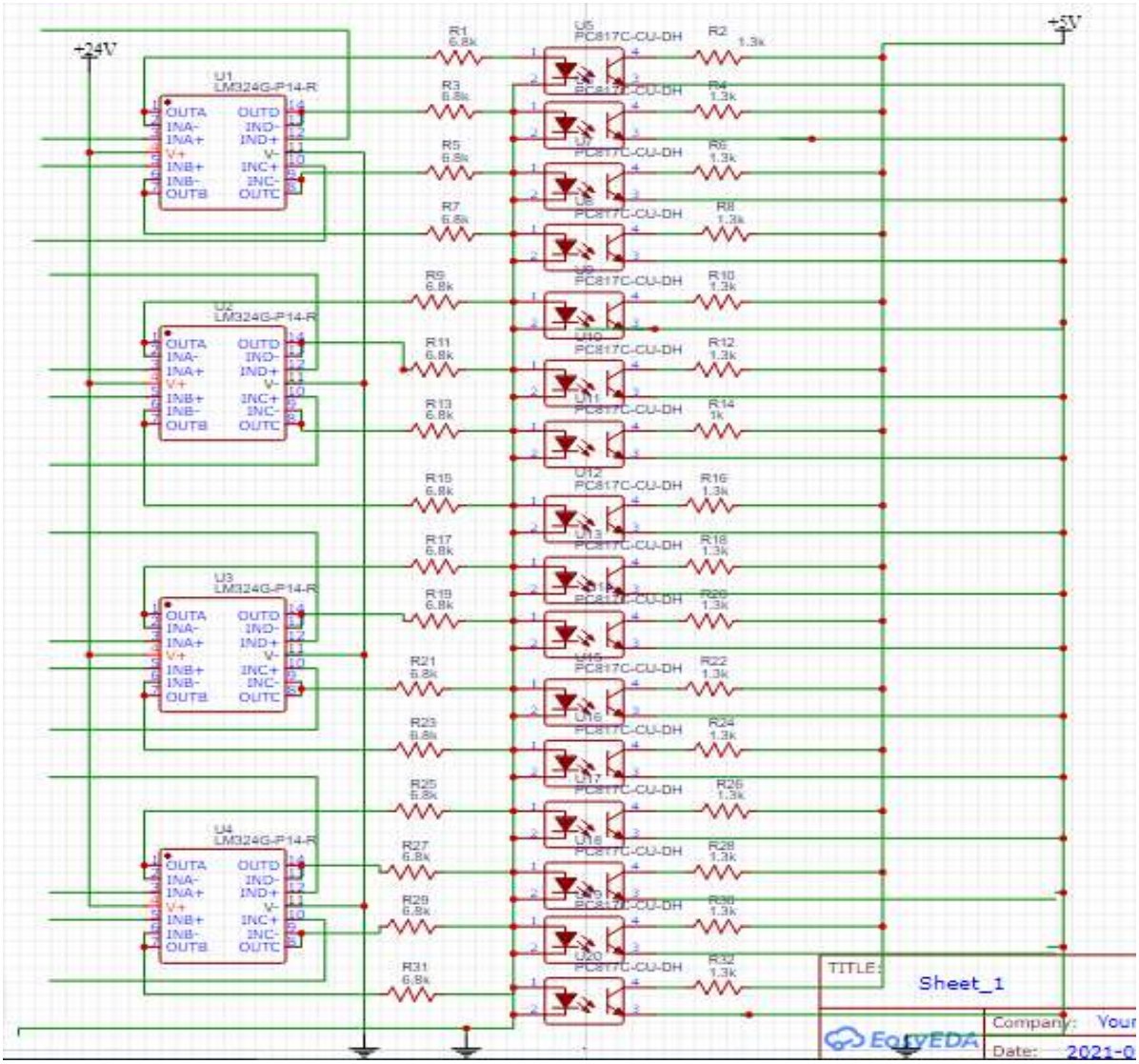


Figure III.13 *Schéma de circuit de puisanace*

3.3 Les composants de circuit imprimé

- LM 324
- Optocoupleur PC 817
- Résistances 6,8 K
- Résistances 1,3 K

3.4 La carte éléctronique

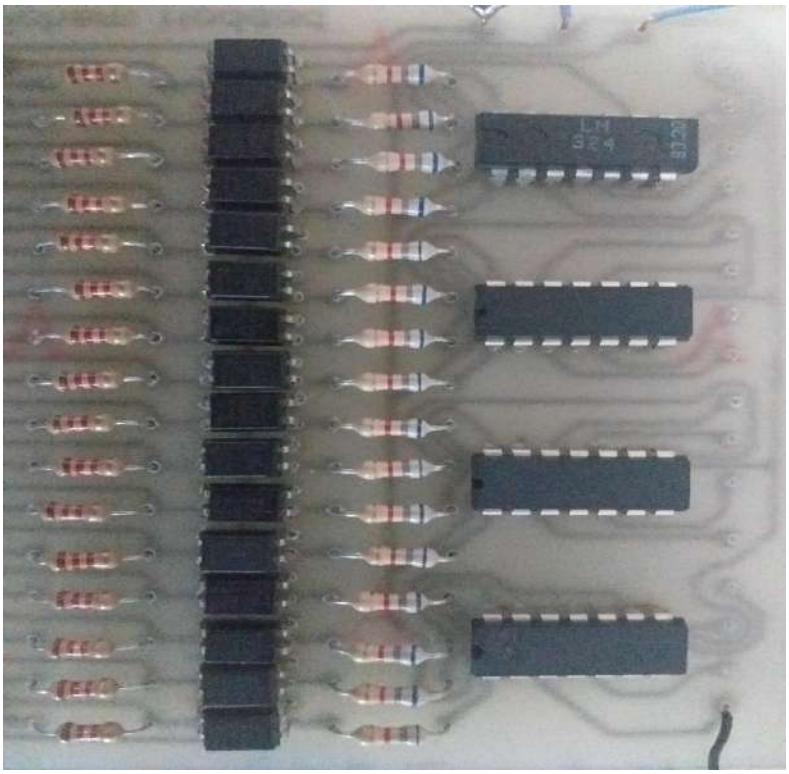


Figure III.14 *Carte éléctronique*

4 La supervision

4.1 Définition

La supervision est une technique industrielle de suivi et de pilotage informatique de procédés de fabrication automatisés. La supervision concerne l'acquisition de données (mesures, alarmes, retour d'état de fonctionnement) et des paramètres de commande des processus généralement confiés à des automates programmables.

Description de la diapositive automatisée :

4.2 Présentation du kit

Le kit est composé d'un panneau de commande (1) contient un API (GLOFA GM6), unité de configuration (2) permet de connaitre l'état de fonctionnement de la mini usine, module des électrovanne (3) et la table des instruments est constitué d'un vérin double action et simple action,

perceuse, capteur inductive/capacitive, capteur à fibre optique, encodeur, moteur DC du convoyeur est des voyants. Voir la figure III.15 .

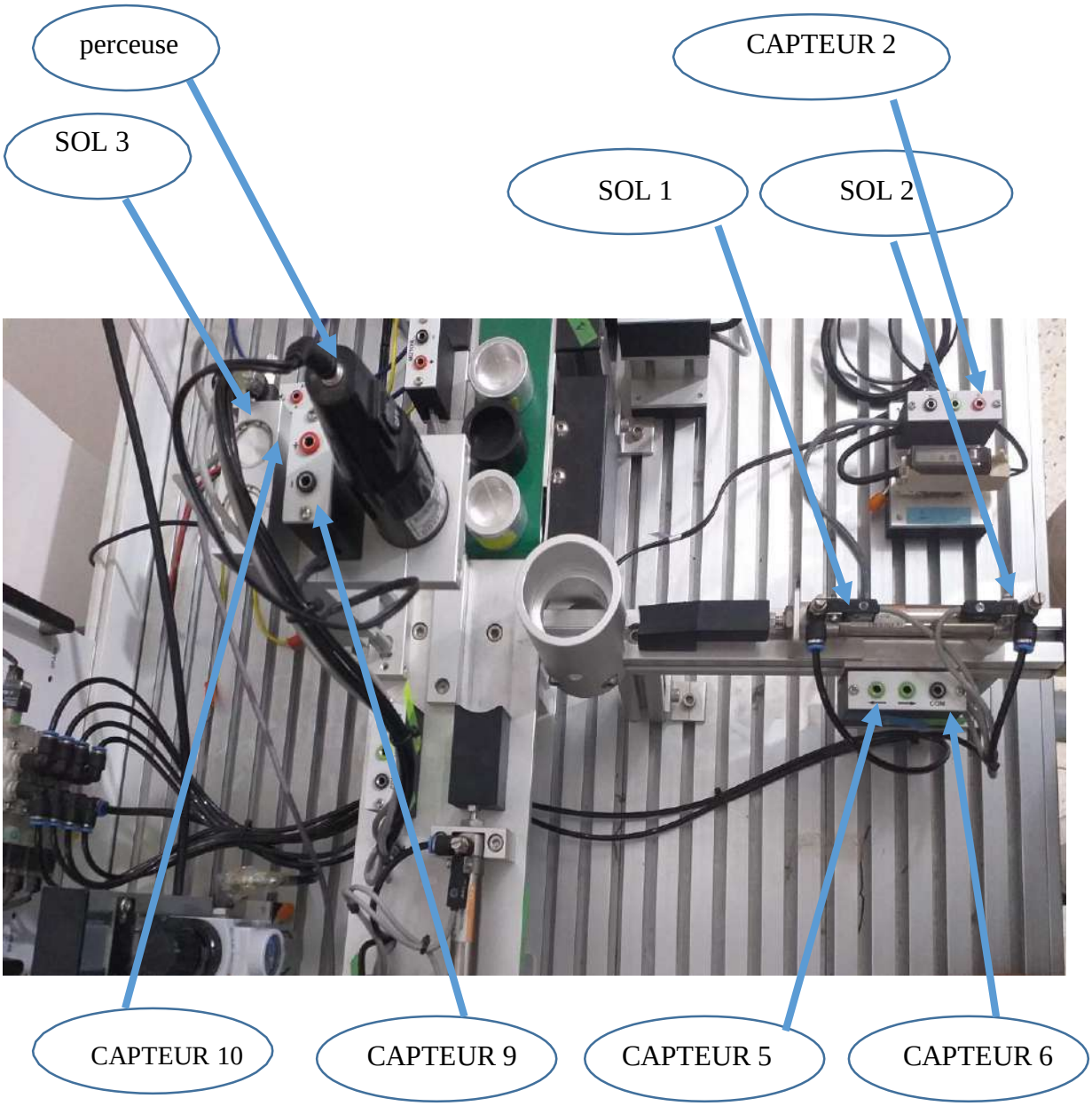


Figure III.15 *Mini-usine à production*

Les capteurs :

BF3RX : capteur de présence de pièce **(capteur2)**

Type : Type de volume double intégré

Source lumineuse : LED rouge (660nm)

Temps de réponse : Max. 1ms

Alimentation : 12-24VDC ±10% (ondulation PP : max. 10%)

mode de fonctionnement : lumière allumée/obscurité allumée (définie par le fil de commande)

Sortie de contrôle : collecteur ouvert NP

Capteurs de position :

sont des dispositifs qui permettent de recueillir des informations surla position d'un objet dans un espace de référence.

Ces informations peuvent être obtenues par contact direct avec l'objet, ou bien à distance. (Capteurs 5, 6,9et 10)Les vérins :

Vérin pneumatique (SOL 1, SOL 2, et SOL 3)

4.3 Système étudié

Présence matérielle : le processus commence par la détection d'existence d'une pièce par le capteur à fibre optique, en suite un vérin pousse la pièce en avant.

Perçage : la perceuse descente dès que la pièce présente.

Entrées			Sorties		
ADRESSE		DESIGNATION	ADRESSE		DESIGNATION
%IX0.0.0		PB1	Start		%QX0.1.0
%IX0.0.1	LS1	Détecteur vérin -	%QX0.1.1	Sol1	Vérin +
%IX0.0.2	LS2	Détecteur vérin +	%QX0.1.2	Sol2	Vérin -
%IX0.0.3	LS3	Détecteur perceuse -	%QX0.1.3	Sol3	Perceuse +
%IX0.0.4	LS4	Détecteur perceuse +	%QX0.1.4	Sol4	Vérin transfert pièce +
%IX0.0.5	LS5	Détecteur vérin transfert -	%QX0.1.5	Sol5	Vérin pièce défective +
%IX0.0.6	LS6	Détecteur vérin transfert+	%QX0.1.6	M2	Convoyeur
%IX0.0.7		LS7	Détecteur vérin -		
%IX0.0.8	LSB	Détecteur vérin + (pièce défective)	%QX0.1.8	Y6	Vérin pièce défective2 +
%IX0.0.9	S1	Capteur de présence pièce	%QX0.1.9	M1	Moteur perceuse
%IX0.0.10	S2	Capteurde pièce défective	%QX0.1.10	L1	Voyant vert
%IX0.0.11	S3	Capteur de pièce arrivé	%QX0.1.11	L2	Voyant jaune
%IX0.0.12	S4	Capteurde métal	%QX0.1.12	L3	Voyant rouge
%IX0.0.13		LS9	Détecteur vérin - (pièce défective)		
%IX0.0.14		LS10	Détecteur vérin + (pièce défective)		
%IX0.0.15		PB2	Stop		

- **Perçage :**

S'il y a une pièce présente dans la case (S1) et on appuie sur le bouton poussoir START, le vérin à double action (Sol1) sorti. Lorsque LS2=1 la perceuse (Sol3) va descendre pour percer la pièce (le moteur (M1) démarré lorsque la perceuse est au niveau bas (LS3), après une durée de 4 secondes le moteur arrête, la perceuse revient à la position haute. Lorsque LS4= 1 (perceuse est au niveau haut) le vérin rentrer (Sol2).

Faire sortir le vérin à double action avec le bouton vert (START). Est le rentré dès qu'il détecté (v+)

- **transfert des pièces :**

Après le rentrer de vérin (LS1=1) le vérin à simple action (Sol4) sorti pour transfert la pièce vers le convoyeur (M2) et le rentrer si le capteur de pièce arrivé S3 détecte une pièce. S'il y a une anomalie le convoyeur s'arrête par le bouton poussoir STOP.

- **Discussion :**

Capteur 2 : en utilise le contact NO (S1=0 si ne pas détecter la pièce) si présenter la pièce S1=1.Si S1=1 lorsqu'appuie sur bouton START le vérin à double action (SOL1) sortie.

Capteur 5 (LS1) : en utilise le contact NO (LS1=0 si ne pas le vérin l'état -) si le vérin au l'état- LS1=1.

Solutions hardware et software

Capteur 6 (LS2) : en utilise le contact NO (LS2=0 si ne pas détecter vérin+) si le vérin en état+ LS2=1, la perceuse SOL3 va descendre.

Capteur LS3 : en utilise le contact NO (LS3=0 si ne pas la perceuse au niveau bas) si la perceuse au niveau bas LS3=1

Capteur 10 LS3 : en utilise le contact NO (LS3=1=si ne pas la perceuse au niveau haut) si la perceuse au niveau haut LS3=1

4.4 Hardware

Notre système est constitué de : Un bloc d'alimentation, Module de capteur des informations : (Capteur de présence de pièces 'capteur2', Capteur de mouvement + 'capteur5', Capteur de mouvement – 'capteur6', Capteur UP 'capteur9', Capteur down 'capteur10')

Nous avons obtenu d'autres paramètres d'après notre application web pour améliorer le contrôle automatique,

4.4.1 Module actionneurs

(Sol 1 : vérin + ; Sol 2 : vérin - ; Sol 3 : perceuse)

4.4.2 Module de communication :

Communication (vnc viewr) entre RPI et PC.

Communication direct (filaires) entre RPI et mini usine.

4.4.3 Unité de traitement :

C'est le RPI, joue le rôle de serveur web qui analyse, traite, enregistre des données et envoyer la commande aux différents actionneurs.

Les entrés	L'emplacement GPIO dans le raspberry	Les sorties	L'emplacement GPIO dans le raspberry
Capteur 2	16 - GPIO23	Sol 1	SCLK – GPIO11 - 23
Capteur 5	24 - GPIO8-CE0	Sol 2	GPIO5 - 29
Capteur 6	26 - GPIO7 - CE1	Sol 3	GPIO6 - 31
Capteur 9	3 – GPIO13	Perceuse	GPIO26 - 37
Capteur 10	40 – GPIO21	Led démmarage	8 – GPIO14 - TxD

Tableau III.3 *Les emplacements de gpio*

Le relais est branché en série avec le raspberry

Un relais électromécanique est un organe électrique permettant de distribuer la puissance à partir d'un ordre émis par la partie commande. Ainsi, un relais permet l'ouverture et la fermeture d'un circuit électrique de puissance à partir d'une information logique. Les 2 circuits, puissance et information, sont complètement isolés (isolation galvanique) et peuvent avoir des caractéristiques d'alimentation électrique différentes.

4.5 Software

Node-Red : un outil de développement basé sur le langage JavaScript, utilisé pour créer une interface homme-machine (IHM) pour la visualisation et le contrôle des paramètres de minu usine à distance via une communication sans fils (WIFI).

Langage C : utilisé dans la carte RPI.

Langage Python : utilisé pour programmer la carte RPI.

Langage SQL : qui permet d'interagir avec les bases de données relationnelles.

MySQL : un système de gestion de bases de données relationnelle qui permet de gérer les bases de données.

4.6 L'interface IHM

Commençons par réaliser un flow, ce flow contient le programme qui permit à notre raspberry PI de commander le mini usine

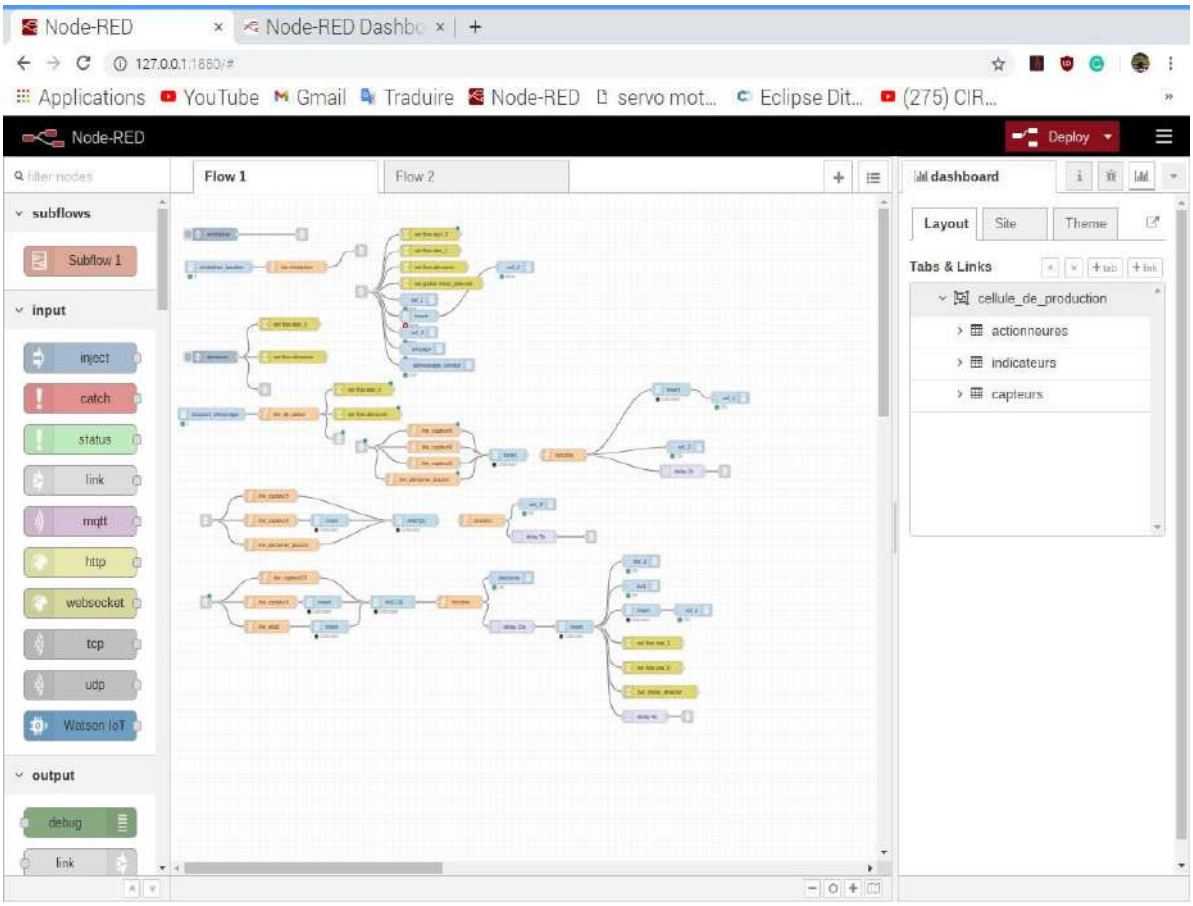


Figure III.16 *schéma présente le programme de fonctionnement de kit*

Ce flow composé de :

Un nœud Inject :

Le nœud d'injection nous permet d'injecter des messages dans un flux, soit en cliquant sur le bouton dunœud, soit en fixant un intervalle de temps entre les injections. En déployant (en cliquant sur le boutondeploy) on obtient bien la dernière valeur stockée dans la base de données.

Un nœud function :

Le nœud Fonction permet de faire passer un message par une fonction JavaScript.

Un nœud Change :

permet de définir, modifier, supprimer ou déplacer les propriétés d'un message, d'un contexte de fluxou d'un contexte global

Un nœud Link in :

Créez des fils virtuels entre les flux.

Un nœud rpi-gpio in :

Nœud d'entrée Raspberry Pi. Génère un msg.payload avec un 0 ou 1 selon l'état de la broche d'entrée.

Un nœud rpi-gpio out :

Nœud de sortie Raspberry Pi. Peut être utilisé en mode numérique ou PWM.

Invert :

Un nœud qui émet la valeur d'entrée inversée.

L'indicateur d'état représente la valeur de sortie.

Boolean logic :

Un nœud qui exécute une logique booléenne sur les charges utiles entrantes. Sélectionnez l'opérationdans les paramètres.

Changer le sujet n'est généralement nécessaire que lors de l'enchaînement de plusieurs nœuds booléensles uns après les autres, car les sujets seront alors tous les mêmes lorsqu'ils seront livrés aux nœuds plus loin dans la chaîne. Le

nœud attend un nombre fixe de sujets (configurés dans les paramètres) sur lesquels il va opérer. Il n'affichera une valeur que lorsqu'il aura vu le nombre de sujets attendu. S'il voit plus que le nombre de sujets configuré, il enregistrera un message, réinitialisera son état et recommencera.

Delay :

Retarde chaque message passant par le nœud ou limite la vitesse à laquelle ils peuvent passer.

Les nœuds de base

Notre interface IHM est créée par l'utilisation des plusieurs noeuds pour former les différents flux.

4.7 Les algorithmes

- **Pour rénitialiser**

```
if (msg.payload===0 | msg.payload===false){
msg.topic="";
msg.payload=true;
return msg;
 }
```

- **Pour démmarer**

```
if (msg.payload===0 | msg.payload===false){
msg.topic="";
msg.payload=true;
return msg;
}
```

- **Un message pour lire les capteurs**

```
if (msg.payload===1 | msg.payload===true){
msg.topic="";
msg.payload=0;
return msg;
}
```

4.7.1 L'état

Ce flow représente :

L'état de capteurs.

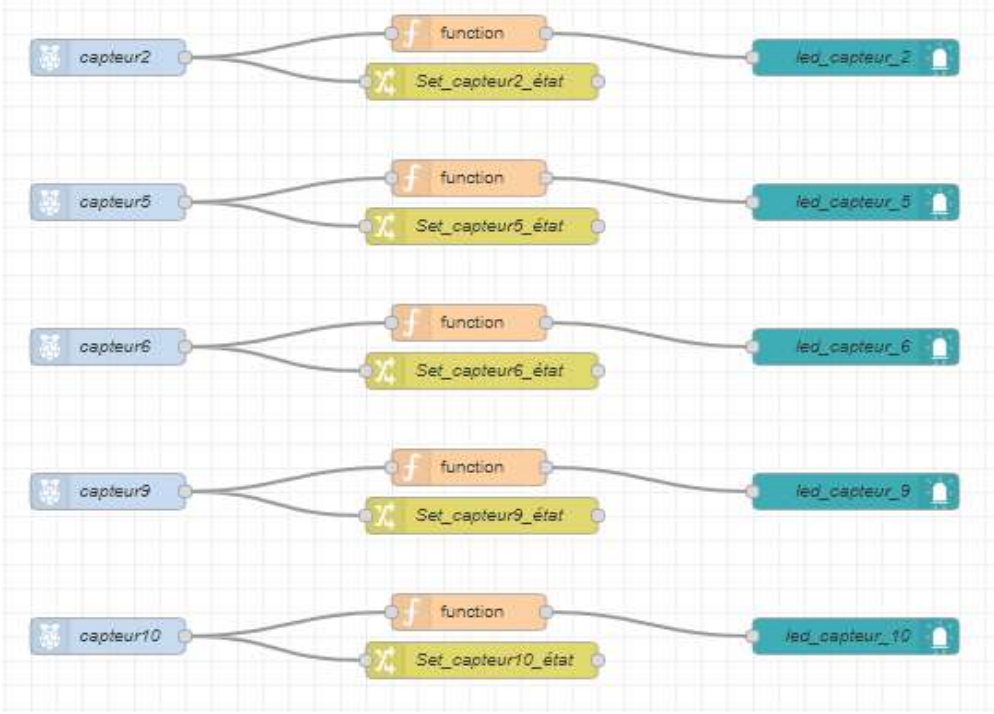


Figure III.17 *Les capteurs utilisés*

Ce flow représente

L'état d'indicateurs

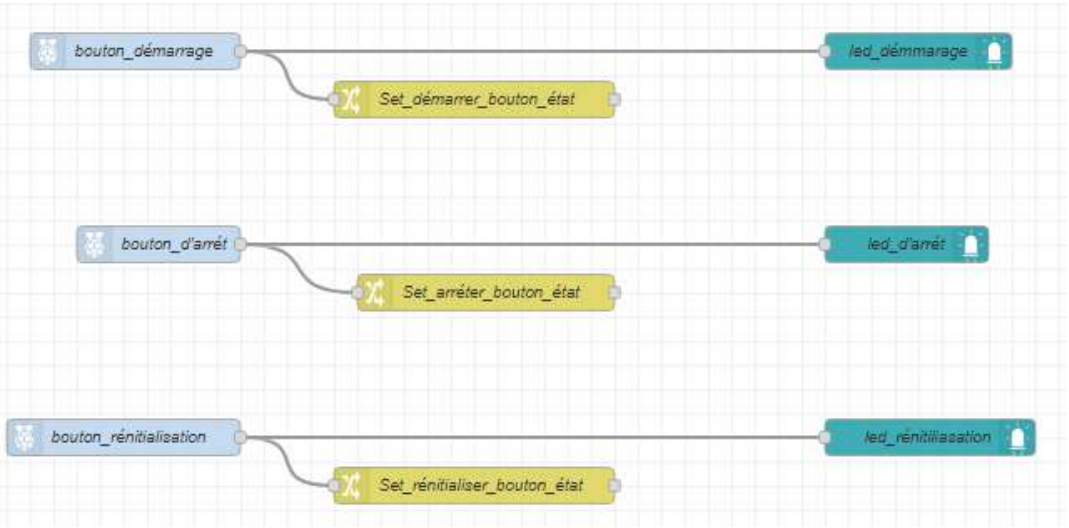
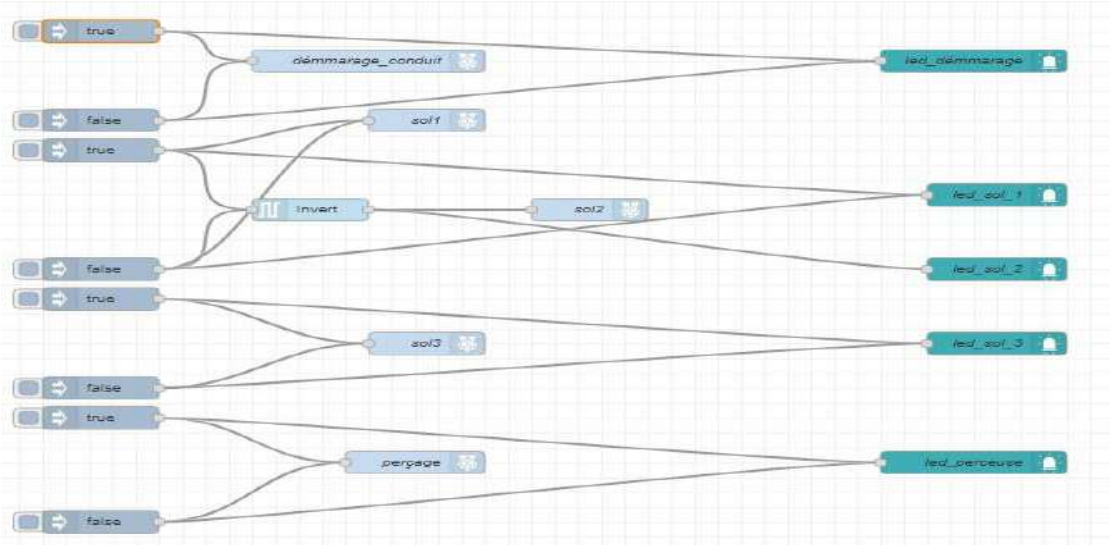


Figure III.18 *Les indicateurs de kit*

Ce flow représente

L'état d'actionneurs



FigureIII.19 *Les actionneurs de kit*

Ces flows suivants représente des tableaux de board (Dashboard) :

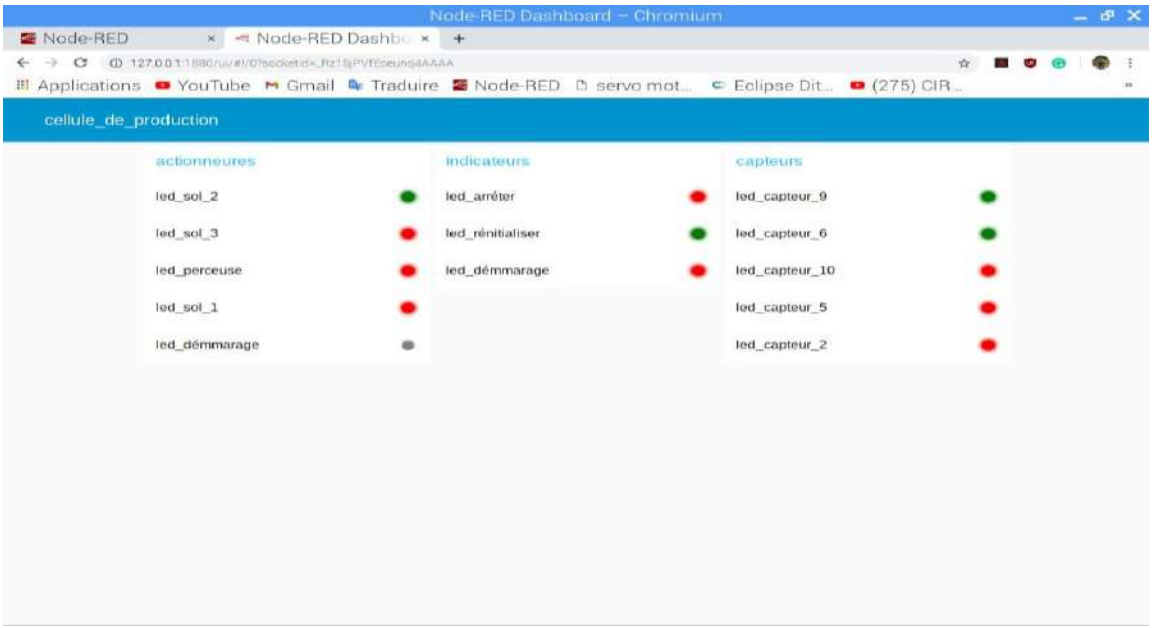
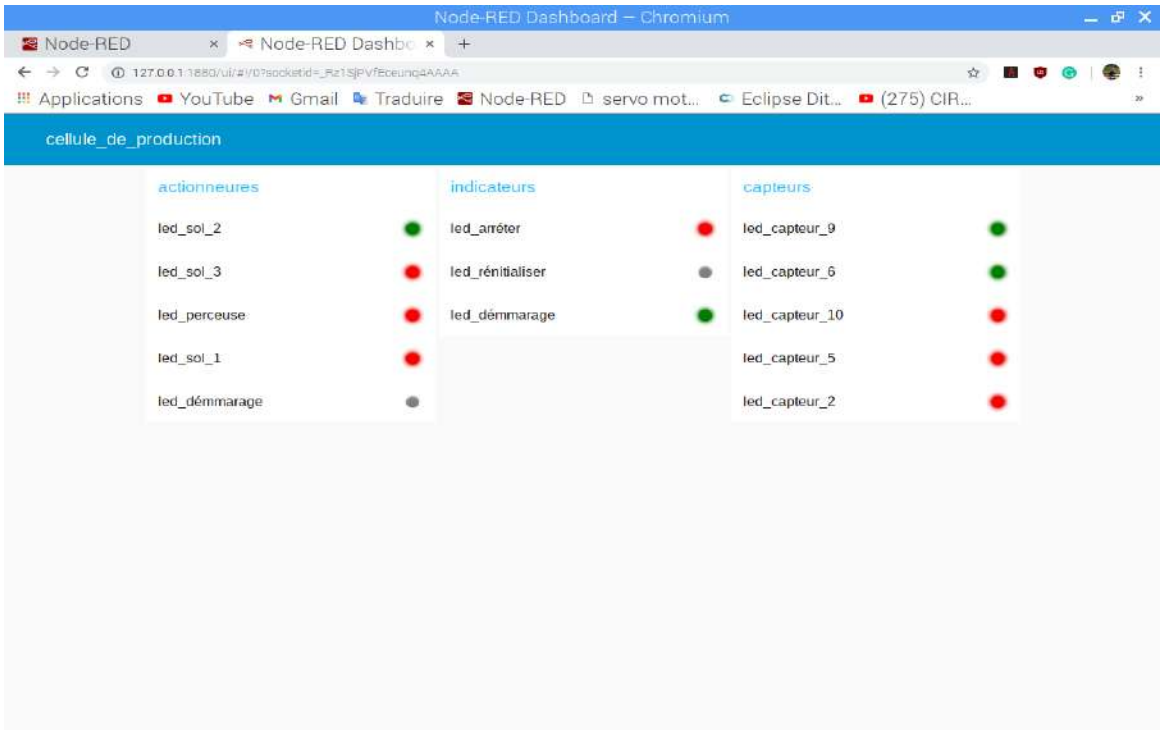


Figure III.20 *dashboard présente l'état de rénitialisation*



FigureIII.21 *dashboard présenté l'état de démmarage*

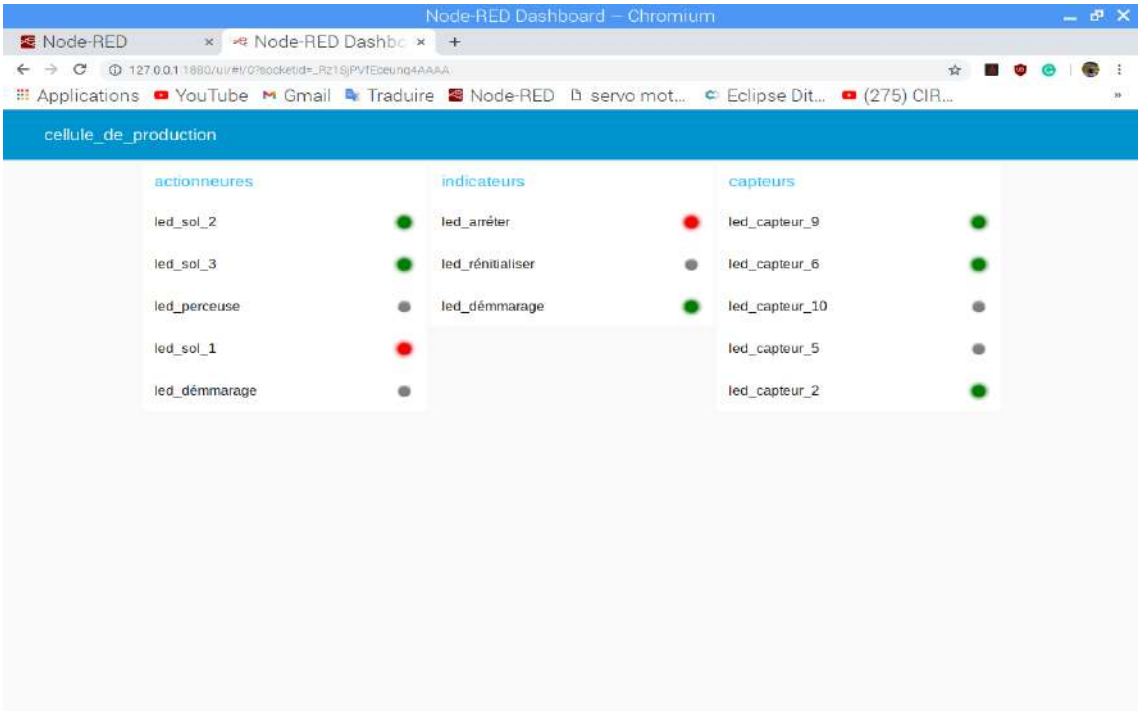


Figure III.22 *présenté l'état que le captuer détecté la pièce*

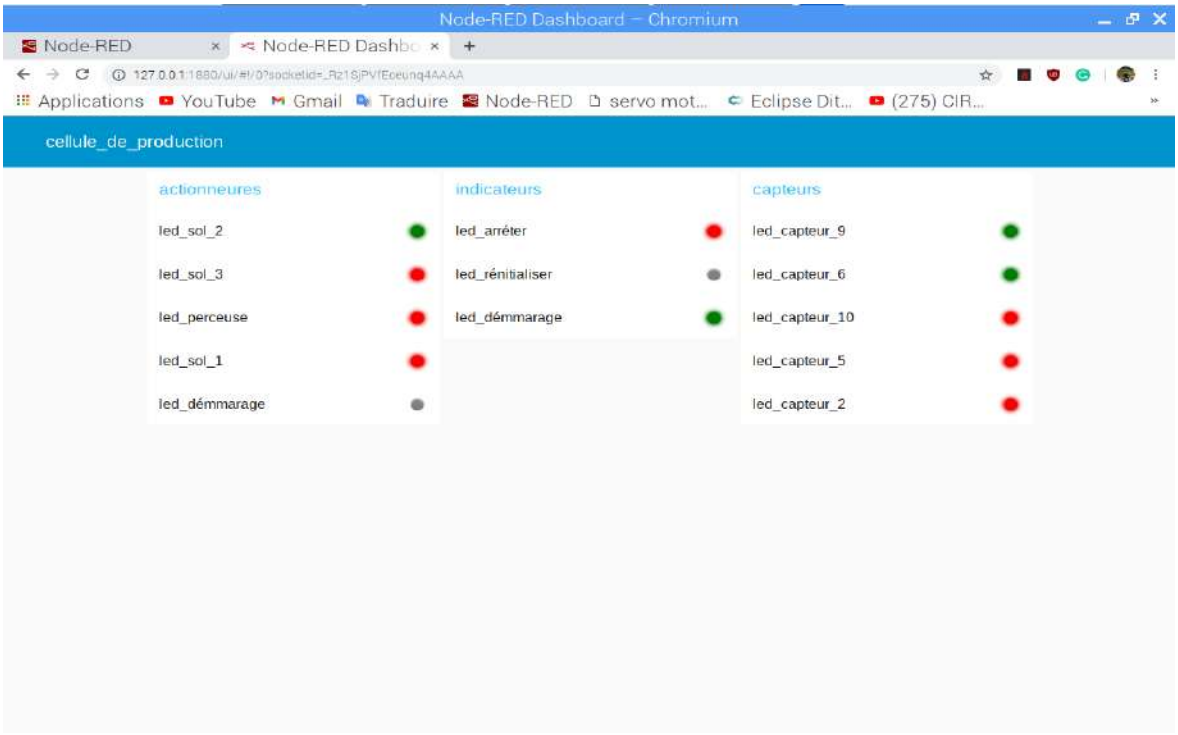


Figure III.23 *présente dashboard l'état fixation de piéce avant perçage*

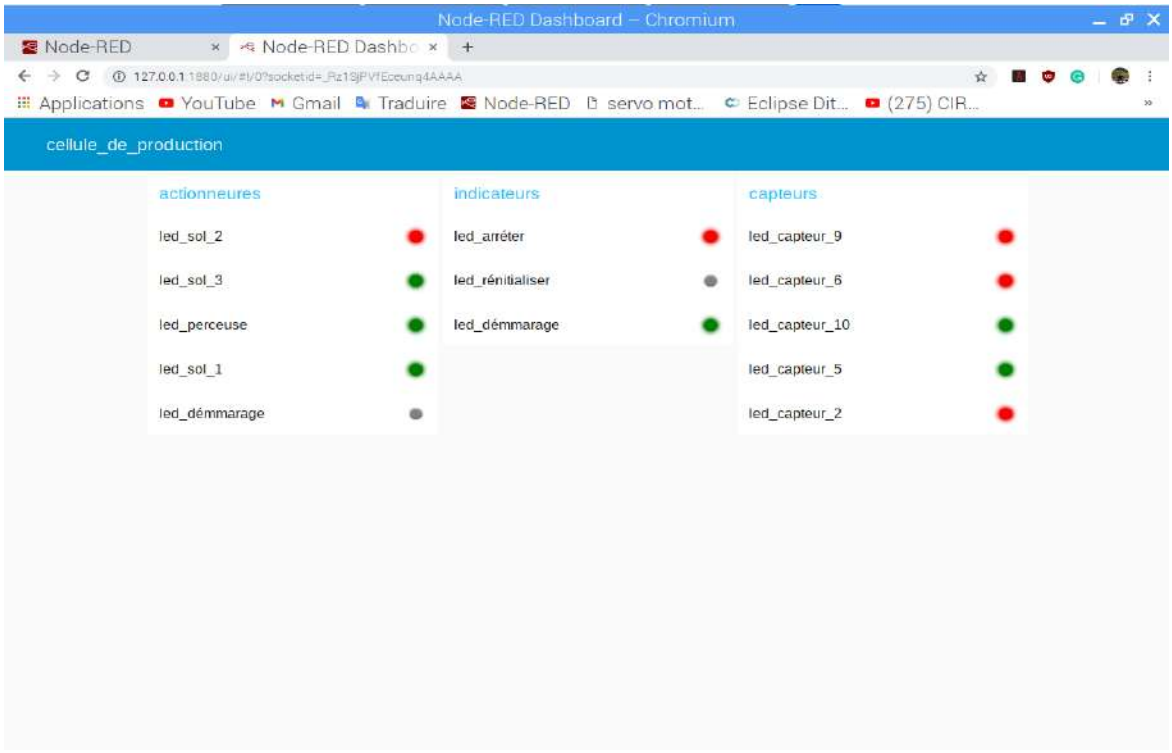


Figure III.24 *présente l'état de perçage*

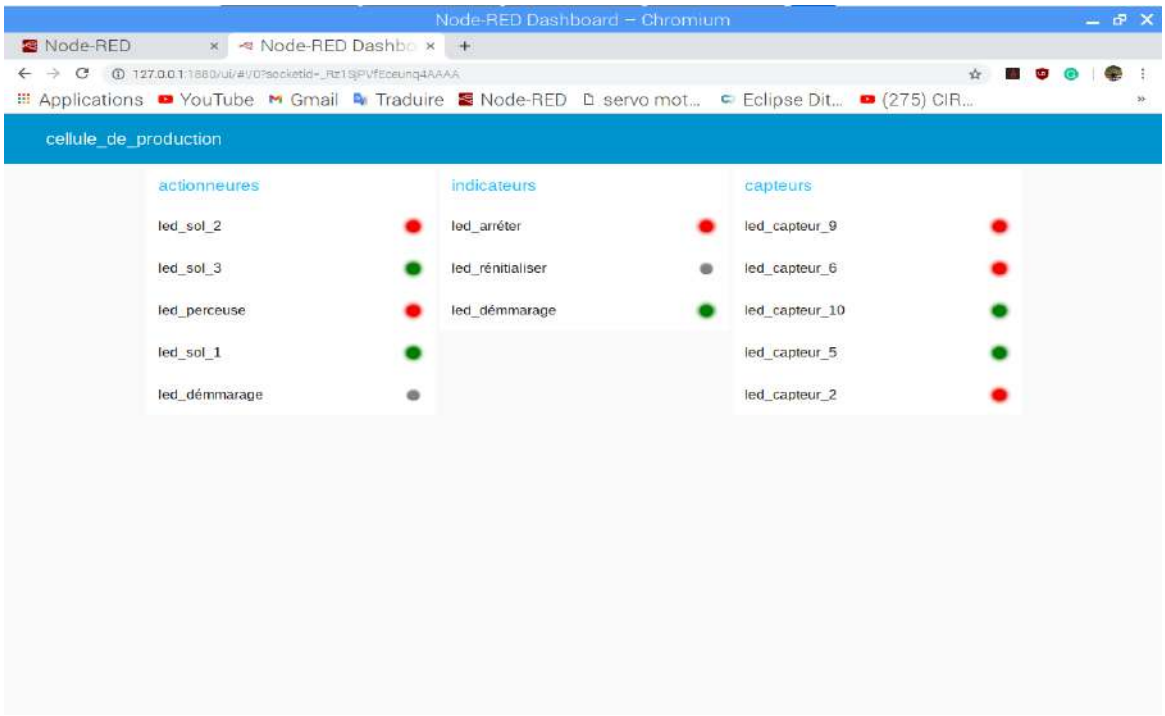


Figure III.25 *la fin de perçage et la montée de vérin sol3*

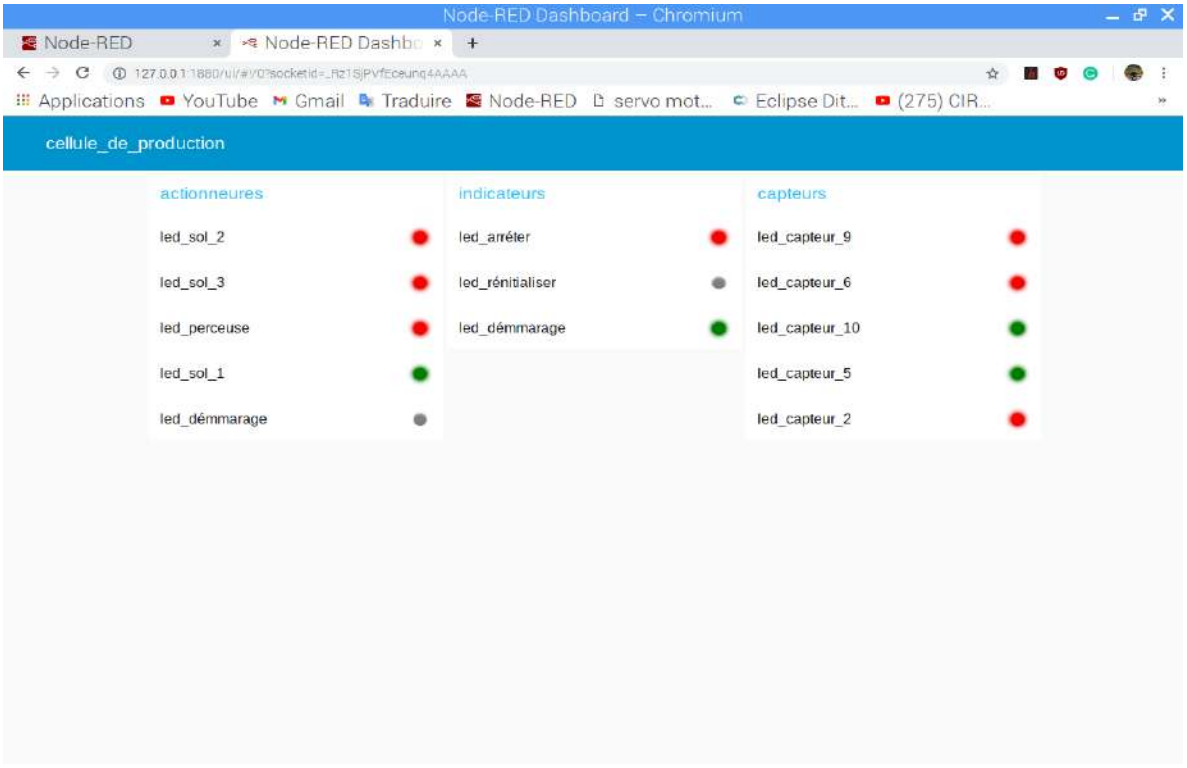


Figure III.26 *présente le retoure de vérin sol1*

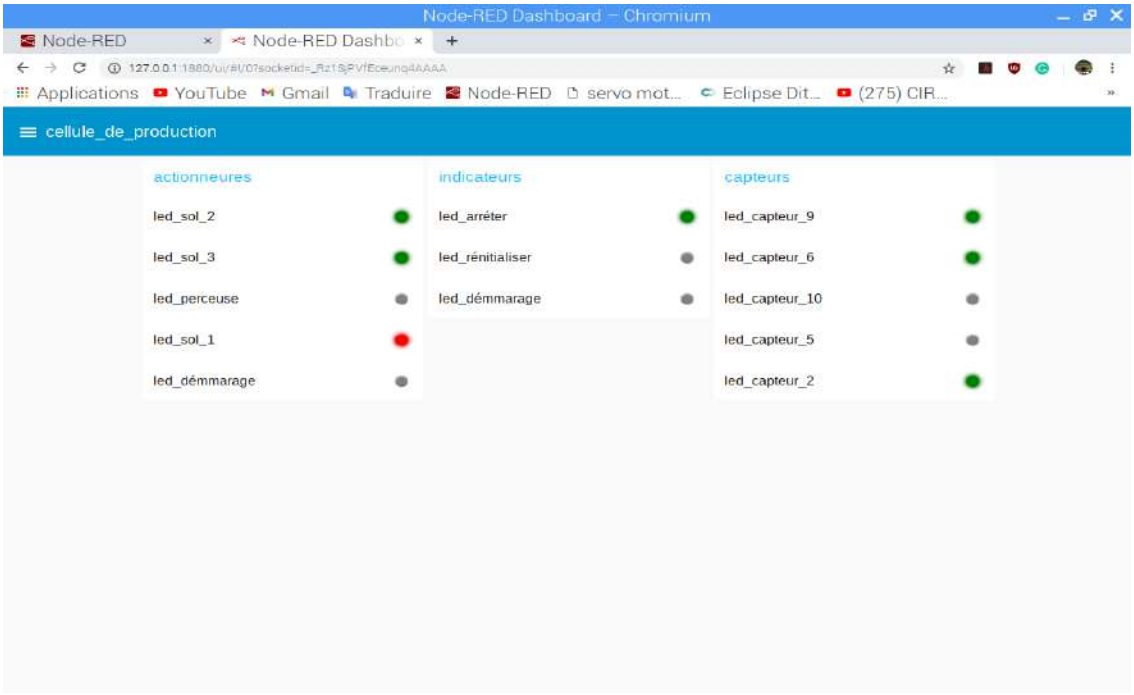


Figure III.27 *Dashboard présente l'état d'arrét*

5 Le contrôle

5.1 Contrôle à distance (protocole vnc viewr)

5.1.1 Définition

VNC, ou Virtual Network Computing, est un système permettant la prise de contrôle à distance d'un ordinateur par un autre. Lors de l'utilisation de VNC, deux parties différentes du logiciel sont utilisées.

La première partie est le serveur VNC. Celui-ci est installé sur la machine dont l'on souhaite prendre le contrôle (ici la Raspberry Pi), et il va permettre la connexion et le contrôle par la partie client.

La seconde partie est donc le client VNC. Celui-ci est installé sur la machine depuis laquelle on souhaite contrôler le serveur, et il va permettre de traduire vos actions en opérations compréhensibles par le serveur qui va alors contrôler la machine distante depuis votre ordinateur.

Le gros intérêt de VNC, c'est qu'il permet de prendre le contrôle d'une machine distante, tout en affichant le bureau de celle-ci. Vous pouvez donc voir en temps réel ce qui se passe sur votre Raspberry Pi, sans pour autant avoir besoin de la brancher sur un écran [18].

5.1.2 Contrôle de Raspberry Pi depuis PC avec VNC

Si vous utilisez la Raspberry Pi couramment, vous avez sans doute déjà eu besoin d'utiliser l'interface graphique de la Raspberry Pi sans avoir d'écran disponible. C'est un problème classique, et toujours agaçant.

Aujourd'hui, nous allons donc voir comment utiliser VNC pour contrôler votre Raspberry Pi depuis un autre ordinateur, pour pouvoir utiliser votre Raspberry Pi sans écran [19].

5.1.3 Matériel nécessaire à la mise en place de VNC

Pour ce tutoriel, nous n'aurons besoin que d'une installation très minimale :

Une Raspberry Pi 3 sous Raspbian, fonctionnelle et à jour

Un ordinateur depuis lequel prendre le contrôle.

5.1.4 Activer le serveur vnc sur raspberry pi

Afin de pouvoir vous connecter sur votre Raspberry Pi avec VNC, nous allons d'abord devoir l'activer la première étape va donc être de nous connecter à la Raspberry Pi en SSH,

5.1.5 Connectez-vous en SSH à votre Raspberry Pi pour la contrôller depuisvotre ordinateur

Depuis un an et demi que nous tenons le blog Raspbian France, nous avons eu l'occasion de recevoir de nombreux mails d'utilisateurs se posant des questions sur des sujets très divers

5.1.6 Définition de SSH

Avant de voir comment contrôler la Raspberry Pi avec SSH, voyons exactement ce qu'est SSH. SSH (pour Secure SHell) désigne à la fois un logiciel et un protocole de communication informatiques. Ce protocole possède par ailleurs la particularité d'être entièrement chiffré. Cela signifie donc que toutes les commandes que vous exécuterez via SSH seront totalement secrètes ! SSH a été créé en 1995 avec pour principal but de permettre la prise de contrôle à distance d'une machine à travers une interface en lignes de commande.
Aujourd'hui, SSH est principalement utilisé à travers l'implémentation libre OpenSSH qui est présente dans la plupart des distributions Linux.

5.1.7 Comment fonctionne SSH ?

Nous ne rentrerons pas ici dans les détails cryptographiques et autres. Nous nous contenterons de faire un rapide tour d'horizon afin que vous saisissiez un peu mieux comment utiliser SSH.

De façon générale, SSH permet de se connecter à distance sur une machine en utilisant un compte utilisateur de la dite machine.

Pour cela, l'ordinateur qui doit se connecter à la machine distante va fournir à celle-ci le nom de l'utilisateur à utiliser et son mot de passe. Il est possible dans certains cas d'utiliser un jeu de certificats sur l'ordinateur et la machine distante, permettant ainsi d'obtenir une connexion sécurisée sans avoir à taper un mot de passe. Il s'agit là d'un cas d'utilisation plus poussé que nous n'aborderons pas ici.

Par défaut SSH propose uniquement une prise de contrôle en lignes de commande. Il est possible dans certains cas d'ajouter une interface graphique mais il s'agit là d'une méthode plus complexe que nous ne verrons pas ici.

5.1.8 Activer SSH depuis le Raspberry Pi avec raspi-config.

Première solution pour activer SSH, votre Raspberry Pi possède un écran et un clavier. Dans ce cas, nous allons directement utiliser l'outil en ligne de commande raspi-config.

Ouvrez un terminal, et tapez-y la commande suivante :

sudo-raspi-config

Vous allez arriver devant une fenêtre ressemblant à ceci.

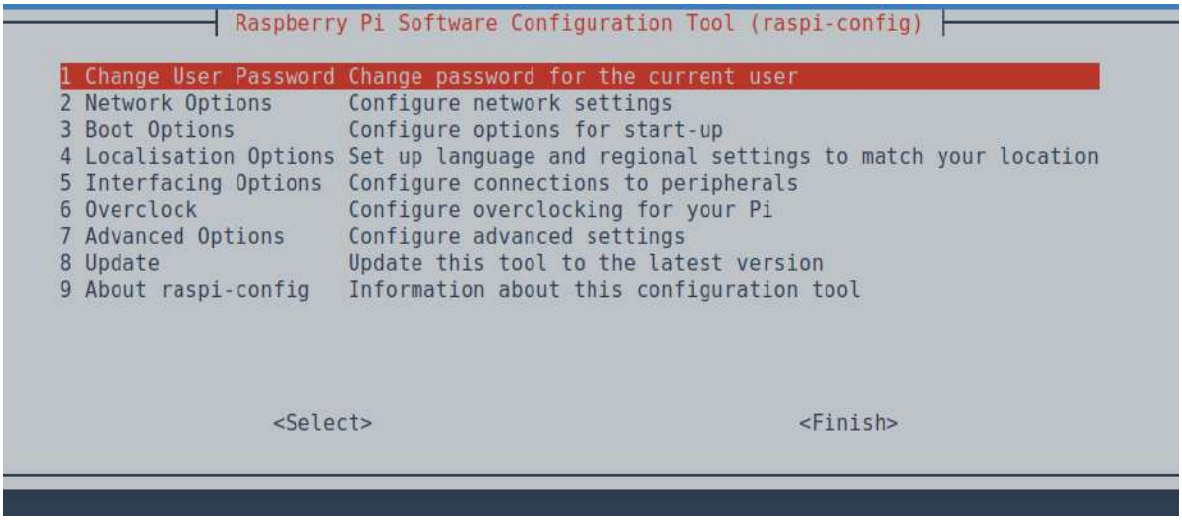


Figure III.28 *Raspi-config est un outil permettant de gérer de nombreuses options sur Raspbian.*

Si vous ne l'avez pas fait, je vous conseille de commencer par changer le mot de passe par défaut (première ligne, « Change user password »*)* du Raspberry Pi puisqu'il sera désormais accessible en SSH.

Puis, une fois le mot de passe changé, allez dans la partie « Interfacing Options » et choisissez la ligne SSH, puis « Yes », et voilà, votre serveur SSH est activé.

5.1.9 Activer SSH sans écran ni clavier, depuis votre PC.

Deuxième solution pour activer SSH, vous n'avez pas de clavier ni d'écran reliés à votre Raspberry Pi et vous voulez le gérer entièrement à distance.

Pas de panique, la fondation Raspberry Pi a prévu une solution, il va nous suffir de créer un fichier sur la carte SD du Raspberry, et il activera automatiquement SSH au prochain démarrage.

Insérez donc la carte SD de votre Pi dans votre PC, et rendez-vous dans la partition boot, qui est

d'ailleurs la seule accessible depuis Windows.

Ceci fait, créez un fichier nommé ssh dans la partition boot de la carte. Pas d'extension, pas de contenu, juste un fichier vide nommé ssh.

Retirez la carte du PC, remettez-la dans la Pi, allumez celle-ci, et voilà, SSH est activé.

5.1.10 Se connecter à VNC pour contrôler la Raspberry Pi

Maintenant que nous avons activé le serveur VNC de la Raspberry Pi, il ne nous reste plus qu'à nous connecter dessus. Pour cela, nous allons devoir installer un client sur la machine depuis laquelle nous souhaitons prendre le contrôle de la Raspberry Pi.

Par défaut, la Raspberry Pi utilise le serveur RealVNC, lequel est configuré pour utiliser un mode de connexion reposant sur les comptes utilisateurs de la machine. Seul problème, ce mode de connexion n'est pas supporté par tous les clients VNC. Nous devrons donc installer un client compatible, à savoir le client de RealVNC.

Pour installer le client RealVNC sur votre machine, rien de compliqué. Il vous suffit de vous rendre sur la page de téléchargement officielle de RealVNC Viewer, et de télécharger et installer la version correspondant à votre système d'exploitation (Linux, Mac ou Windows).

Une fois que vous avez installé RealVNC viewer, il ne vous reste plus qu'à le lancer et à vous connecter sur l'adresse IP de la Raspberry Pi, les identifiants par défaut sont ceux du compte pi



Figure III.29 *Mot de passe pour connécter le pc*

Connectez-vous en utilisant le compte pi et son mot de passe.

Vous êtes désormais connecté, à la Raspberry Pi, et vous pouvez la contrôler en direct, avec son interface, depuis votre ordinateur.

6 CONCLUSION

Dans ce chapitre, nous avons présenté les différents outils hardware (Raspberry) softwares (NODE-RED) ainsi que les moins de communication aussi nous avons pris une notion sur l'internet des objets et ses applications.

CONCLUSION GÉNÉRALE :

Le projet est investi dans le cadre des cellules de production. Notre objectif général était de faire un IHM pour le contrôle et la supervision de ces derniers à base de L'ido.

On a pris le plaisir de travailler sur ce thème, par ce qu'il consiste l'avenir du domaine industrie, cette idée est un système qui peut faciliter le contrôle des usines.

Notre projet était en relation avec plusieurs autres domaines comme l'automatique, L'électronique et l'informatique ce qui nous a permis d'acquérir beaucoup d'informations en le réalisant.

Ce projet est vivant, entrainant et motivant pour la suite de nos études.

Malgré les efforts que nous avons déployés pour réaliser ce modeste travail, malgré les concepts que nous avons acquis, nous constatons que notre contribution ce n'est qu'un début d'un long chemin.

Le travail que nous avons accompli poura être amélioré, complété et poursuivi de différentes manières, notamment :

- Apprentissage automatique et utilisation de l'historique.
- Utilisation du rspberry.
- Programmation avec node-red.
- La réalisation.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

[1] Hub One, “Internet des objets,” pp. 1–16, 2018.

[2] UIT-T, *Présentation générale de l’Internet des objets*, no. 1. 2012.

[3] A. Bouharaoua and H. M. I. Boukli, “Automatisation d ’ une maison intelligente via une application Android,” p. 118, 2017.

[4] B. Billet, “Systeme de gestion de flux pour l’Internet des objets intelligents,” 2015.

[5] “Raspberry PI.” https://fr.wikipedia.org/wiki/Raspberry_Pi.

[6] “RPI.” https://projects.raspberrypi.org/en/pathways/getting-started-with-raspberry-pi.

[7] B. A. Y. E. Ch. GHASSEN, *Projet de fin d’études*. .

[8] “Node-Red.” https://nodered.org/docs/getting-started/local.

[9] “Etude, conception et implémentation d’un cluster low-cost haut disponibilité de Raspberry Pi 3.” https://www.memoireonline.com/01/20/11481/m_Etude-conception-et-implementation-d-un-cluster-low-cost-haut-disponibilite-de-Raspberry-Pi-39.html.

[10] “Interaction homme machine.” https://fr.wikipedia.org/wiki/Interactions_homme-machine.

[11] “TLILI, Kais. Support du cours automatisme industrielle. Génie électrique. Sousse : Institut Supérieure des Etudes Technologique de Sousse, 2017.” http://www.isetso.rnu.tn/fra/departements/GE/2/genie-electrique.

[12] M. L. FAS, *Capteurs et chaines de mesure. Génie électrique. Blida : Université Saad Dahleb Blida 1, 2017*. .

[13] M. L. FAS, “Les actionneurs. Génie électrique. Blida : Université Saad Dahleb Blida 1.” .

[14] L. Docquier, “Pneumatique,” [Online]. Available: Cours formatpme, 2008.

[15] “Indicateurs.” https://fr.wikipedia.org/wiki/Indicateur.

[16] “circuit imprimé,” [Online]. Available: https://fr.wikipedia.org/wiki/Circuit_imprimé.

[17] “No Title,” [Online]. Available: http://www.electronique-3d.fr/Le_LM324.html.

[18] “vnc viewr.” https://raspberry-pi.fr/vnc-raspberry-pi/