الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne démocratique et populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur & de la Recherche Scientifique
Université Docteur Yahia Farés de MEDEA
Faculté de la technologie
Département de Génie Electrique



Projet de Fin d'études

Présenté pour l'obtention du diplôme
Master en Télécommunications

Spécialité : *Systèmes de Télécommunications*

THEME

Etude et réalisation d'un serveur WiFi d'acquisition de données

Proposé et dirigé par :
Mr. CHADLI Samir

Préparé et présenté par :
Mme.Merzoug Yasmine

Année universitaire 2016/2017

ملخص

الهدف من هذا المشروع هو تصميم وتركيب خادم لاسلكي للحصول على البيانات وتنفيذها من المتحكم الدقيق ATMEGA.

التركيب يسمح الربط عن بعد باستخدام وحدات ESP F12وESP-01 .

لقد اخترنا تطبيق المنزل الذكي للتدليل على قيمته وفوائده في حياتنا اليومية.

كلمات البحث : المتحكم الدقيق ATMEGA، وأجهزة الاستشعار، وحدة ESP8266، الخادم الاسلكي

Résumé

L'objectif de ce projet est l'étude et la réalisation d'un serveur WiFi d'acquisition de données et son implémentation à partir d'un microcontrôleur ATmega. Le montage réalisé permet une interconnexion à distance tout en utilisant les modules ESP-01 et ESP-f12.

On a choisit l'application smart home pour démontrer l'intérêt et les avantages de cette dernière dans notre vie quotidienne.

Mots clé : Microcontrôleur ATmega, capteur, le module ESP8266, WiFi, serveur WiFi

Abstract

The objective of this project is the study and realization of a WiFi data acquisition server and its implementation from an ATmega microcontroller. The assembly allows a remote interconnection using the ESP-01 and ESP-f12 modules.

We chose the smart home application to demonstrate the interest and benefits of smart home in our daily lives.

Key words: ATmega microcontroller, sensor, module ESP8266, WiFi, server WiFi.

Remerciements

En premier lieu je remercie le Dieu Tout Puissant de m'avoir aidé et donné la force de mener à bien ce travail de recherche

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à mon professeur et encadreur Mr S.Chadli pour son suivi et pour son énorme soutien, qu'il n'a cessé de me prodiguer tout au long de la période du projet

Je remercie également,

Les membres de Jury

De m'avoir fait l'honneur de juger ce travail,

Qu'ils trouvent ici l'expression de ma vive gratitude

Et mon entière déférence.

Je tiens à remercier aussi le vice recteur Mr Hanini, Mr K.Benaissa, Mr Flissi, Mr Hawassin et Mr Benkortbi pour leur aide constante.

Sans oublier Mr Said et tous mes professurs qui m'ont enseigné durant mon cursus scolaire

À la mémoire de Mr Benrkia

Mes respects s'adressent aussi à tous les cadres administratifs de l'Université

Dr. YAHIA FARES

Enfin, je tiens également à remercier toutes les personnes qui ont participé de prés ou de loin à la réalisation de ce travail

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail avec un grand plaisir, à tous ceux qui ont crus en moi, spécialement à ceux qui ont été mes guides dans la vie :

Mes chers parents qui m ont entouré de leur amour, leurs sacrifices, leurs protection et de leur générosité durant toute la durée de mes études.

A mon cher mari qui m'a toujours soutenu durant mes études et qui a fait de moi une femme heureuse

A mon ange, mon trésor ma fille Malak

A mes beaux parents qui m'ont toujours encouragé

A tous mes enseignants depuis mon premier pas a l'école jusqu'aujourd'hui, qui mon enrichie de leur savoir

A mes très chères sœurs ***Fazia*** et ***Linda*** et à mon frère ***Abdou***, pour leurs chaleureux encouragements tout au long de la période de mes études

A mes beaux frères Mohamed, Oussama et mes belles sœurs Mounia et Houda

A toute ma famille oncles et tentes

A mes copines, Amel, Meriem, Yasmine et Farah pour tous les bons moments partagés, pour tant de gentillesse et de disponibilité.

Merci pour les moments grandioses passés et à venir.

Sommaire

Liste des figures……I

Liste des tableaux.....….....II

Liste des acronymes……III

Introduction générale …….....1

Chapitre I :……..Généralités sur les RCSF

1. Introduction :……...2

2. Réseaux de capteurs sans fil (WSN) ……...…….3

2.1. Le nœud de capteurs sans fil……... 3

2.2. Architecture physique d'un nœud de capteurs sans fil …….....3

2.3. Caractéristiques des RCSF ……4

2.4. Application des réseaux capteurs sans fil (RCSF) …….....4

2.5. Catégories des réseaux sans fils …….....5

3. Objets communicants et internet des objets (IOT) ……..……5

3.1. L'objet communicant ……..……..5

3.2. L'internet des objets ……...6

4. La technologie WiFi…….....7

4.1. Présentation de la norme WiFi (802.11) …….....7

4.1.1. Les trame ……8

4.1.1.1. Niveau physique ……....8

4.1.1.2. Niveau MAC ……9

4.2 Les différentes normes WiFi ……..9

5. la domotique ……..12

6. Conclusion ……..13

Chapitre II ……...conception du système d'acquisition de données

1. Introduction ……14

2. La partie Hardware ……....14

a. Schéma bloc du système …….....14

b. Nœud de capteur (End Node) …….....15

b.1. Choix des composants ……15

b.1.1. Le microcontrôleur ……...……15
b.1.1.1. Description de la structure interne du microcontrôleur ……....15
b.1.1.2 Avantages …….....16
b.1 .1.3 Inconvénients …….....17
b.1.1.4 Les différents modèles des cartes de développements Arduino ……17
b.1.2 La carte Arduino Nano ……..18
b.1.2.1. Spécifications ……18
c. Le coordinateur ……...19
c.1. Choix des composants……19
c.1.1. Le shield WiFi …….....19
c.1.2. La carte YUN …….....20
c.1.3. Module WiFi ESP8266 ……21
c.1.3.1. Présentation……21
c.1.3.2. Applications du module ESP8266 pour Arduino……..……22
c.1.3.3. Spécifications techniques du module WiFi ESP8266 ……...…..……..22
c.1.3.4. Les différents modèles de l'ESP8266 …… .……22
c.2. L'ESP8266-01 ……24
c.2.1. Brochage de l'ESP-01 ……..24
c.2.2. brochage de l'ESP-01……...24
c.3. L'ESP8266-f12…… ……..25
c.4. La programmation des modules ESP8266 ……...25
c.4.1. Par commandes AT ……...26
c.4.2. Plate-forme de développement IDE Arduino ……..26
d. Les capteurs ……29
3. Conclusion ……..29
Chapitre III :……..réalisation et mise en marche de l'application
1. Introduction ……..30
2. Principe de fonctionnement de l'application ..……30
3. Schéma bloc du nœud de capteurs (End Node sensor) ……31

3.1. Choix des capteurs ……..……..31
3.1.1. Le capteur de température et d'humidité DHT11 ……...31
3.1.2. La photorésistance LDR ……32
3.2. Le schéma de câblage du nœud capteur ……..…33
3.3. L'organigramme du programme du nœud capteurs ……...34
4. Schéma bloc du nœud détecteur (End node detector)…….....35
4.1. Choix des détecteurs ……...…… ……36
4.1.1. Détecteur de gaz et de fumée MQ-2 ……..36
4.1.2. Le détecteur de mouvement HC SR 501 ……...…36
4.1.3. Le détecteur d'intrusion ……...…….…….37
4.2. Schéma du câblage du nœud détecteur ……...…..38
4.3. L'organigramme du nœud détecteur ……39
5. schéma bloc du nœud de commande ……..40
6. Schéma bloc du nœud coordinateur (serveur)……41
6.1. Schéma électrique du nœud coordinateur (serveur) ……..41
6.2. L'organigramme du nœud coordinateur (serveur)……42
7. Conclusion ……..43
Conclusion génér…….....44
Bibliographie…….……...45
ANNEXE A
ANNEXE B

Listes des figures

Figure I.1 : architecture d'un RCSF ..……..…….....2

Figure I.2 : architecture d'un nœud de capteur..... 3

Figure I.3 : répartition de l'IOT…..... 6

Figure I.4 : structure de la trame FHSS……..... …..8

Figure I.5 : structure de la trame DSSS..... …..8

Figure I.6 : structure de la trame OFDM…….. 9

Figure I.7 : Structure de la trame MAC 9

Figure I.8 : schéma représentatif d'une maison connectée…….....13

Figure II.1 : Schéma bloc du système……..14

Figure II.2 : schéma synoptique du nœud de capteur (End Node)……...15

Figure II.3: schéma bloc de l'architecture du microcontrôleur…..…….....16

Figure II.4 : Arduino nano…….....18

Figure II.5 : Le brochage du l'arduino nano…….19

Figure II.6 : schéma synoptique du coordinateur……..……..19

Figure II.7 : Le shield WIFI…….....20

Figue II.8 : la carte YUN……..21

Figure II.9 : module wifi ESP-01……..…….....21

Figure II.10 : Brochage de l'ESP-01…….....24

Figure II.11 : Le diviseur de tension d'adaptation de niveau de tension ……..…….....25

Figure II.12 : Brochage de l'ESP8266-f12…….....25

Figure II.13 : La boite de dialogue préférence ...…….. ……...26

Figure II.14 : Téléchargement du soft de programmation de l'Esp8266…….....27

Figure II.15 : choix de type de carte ……..……..…….28

Figure II.16 : la sélection du port de programmation …….…….…….....29

Figure III.1 : schéma du principe de fonctionnement……..…….....30

Figure III.2 : schéma bloc de l'End Node sensor …….....31

Figure III.3 : Le capteur de température et d'humidité …….....31

Figure III. 4 : Le module à Photorésistance utilisé et sa structure ……..32

Figure III.5 : Schéma de câblage du nœud capteurs ……...…….....33

Figure III.6 : L'organigramme du nœud capteur …….....34

Figure III. 6 : Photo du montage à nœud capteurs……...35

Figure III.7 : Schéma bloc de l'End Node detector ……....35

Figure III.8 : Le détecteur de gaz MQ-2 …….36

Figure III. 9: Détecteur de mouvement HC SR 501…….....37

Figure III. 10: Détecteur d'intrusion à ILS……..37

Figure III.11 : Principe de fonctionnement d'un ILS**.** …….38

Figure III.12 : schéma du câblage du nœud détecteur…….38

Figure III.13 : l'organigramme du programme du nœud détecteur …….....39

Figure III.14 : photo du montage du nœud détecteur ...…….40

Figure III.15 : Schéma bloc du nœud de commande 40

Figure III.16 : schéma bloc du serveur …….....41

Figure III.17 : schéma électrique du nœud coordinateur (serveur)…….41

Figure III.18 : L'organigramme du programme du serveur …….....42

Figure III.19 : La page Html de notre serveur ……43

Liste des tableaux

Tableau I.1 : décomposition des couches …….7

Tableau I.2 : les différentes normes de la technologie wifi……9

Tableau II.1. Tableau comparatif des différents modèles Arduino……17

Tableau II.2 : Les commandes AT de l'ESP8266……..26

Tableau II.3 : les modes de démarrage ……29

Liste des acronymes :

ADSL : asymmetric digital subscriber line

CPU : central processing unit

DSSS : direct sequence spread spectrum

FHSS : frequency hopping spread spectrum

GPIO : general purpose input output

IEEE : institute of electrical and electronics engineers

IOT : internet of things (internet des objets)

IDE : integrated development environment

LLC : logical link control

MAC : media access control

OSI : open systems interconnection

RCSF : reseau de capteur sans fil

RFID : radio frequency identification

SDK : software development kit

Wi-Fi : wireless fidelity

WSN : Wireless Sensor Network

Introduction

Les nœuds de capteurs sont des systèmes électroniques de petite taille alimentés par une batterie. Ils sont déployés en grand nombre dans des environnements généralement inaccessibles afin de récolter des informations liées à ces derniers. Les applications potentielles des réseaux de capteurs sans fil couvrent de nombreux domaines, tels que : les applications militaires, la santé, la surveillance, l'environnement…etc. Ces applications apportent de nouveaux défis scientifiques et technologiques qui ont retenu l'attention d'un très grand nombre de chercheurs au cours des dernières années.

Les réseaux de capteurs sans fil représentent une révolution technologique des instruments de mesure, issus de la convergence des systèmes, électroniques miniaturisés et des systèmes de communication sans fil.

L'objectif de ce mémoire est de réaliser un système d'acquisition de donnés via réseaux WiFi pour une application domotique de surveillance à distance d'une maison ou d'une résidence secondaire, ce travail s'intègre dans le concept d'un smart home ou « maison intelligente » qui avec les solutions de télésurveillance, de gestion et de pilotage actuelles peut répondre à un grand nombre d'exigences de gestion et protection des biens. Notre contribution s'articule autour de deux parties, la première consiste à collecté les données à partir des capteurs et détecteurs et les émettre à l'aide d'un module de communication WiFi vers un deuxième système qui est le serveur. Ce dernier reçoit les data et les publie sur une page Html accessible via le Web.

Ce travail est organisé autour de trois chapitres :

- Dans le chapitre I, je présenterai quelques généralités sur les réseaux de capteurs sans fil ; ses fonctionnalités. Je m'intéresserai aussi aux types de communication et au concept du projet.
- Dans le chapitre II, nous nous focaliserons sur la plate-forme de développement de l'Arduino (IDE), sur l'étude de la carte à microcontrôleurs Arduino et aussi sur l'ESP8266 et ses différentes modes d'utilisations.
- Le chapitre III est dédié à la réalisation et la mise en marche de notre application, une fois le montage est prêt on crée un serveur wifi pour envoyer les data via le Wifi afin de superviser sa maison d'un autre endroit via le Web.

Chapitre I : Généralités sur les RCSF

1. Introduction :

Depuis leur création, les réseaux de communication sans fil ont connu un succès sans cesse croissant au sein des communautés scientifiques et industrielles. Grâce à ses divers avantages, cette technologie a pu s'établir comme acteur incontournable dans les architectures des réseaux actuels.

2. Réseaux de capteurs sans fil (WSN) :

Les réseaux de capteurs sans fil (RCSF) sont un réseau particulier de type Ad hoc, dans lequel les nœuds sont de type « capteurs intelligents ». Ils se composent généralement d'un grand nombre de capteurs communicants entre eux via des liens radio pour le partage d'information et le traitement coopératif. Dans ce type de réseau, les capteurs échangent des informations, comme par exemple des informations sur l'environnement pour obtenir une vie globale sur la région contrôlée, qui est rendu accessible à l'utilisateur externe par un ou plusieurs nœuds. Les données collectées par ces capteurs sont acheminées directement au point de collecte, appelé SINK. Ce dernier peut être connecté à une machine puissante via internet ou par autre réseau étendu. En outre, l'utilisateur peut adresser ses requêtes aux capteurs en précisant l'information d'intérêt. Un exemple de réseau de capteur est présenté dans la figure I.1. [1]

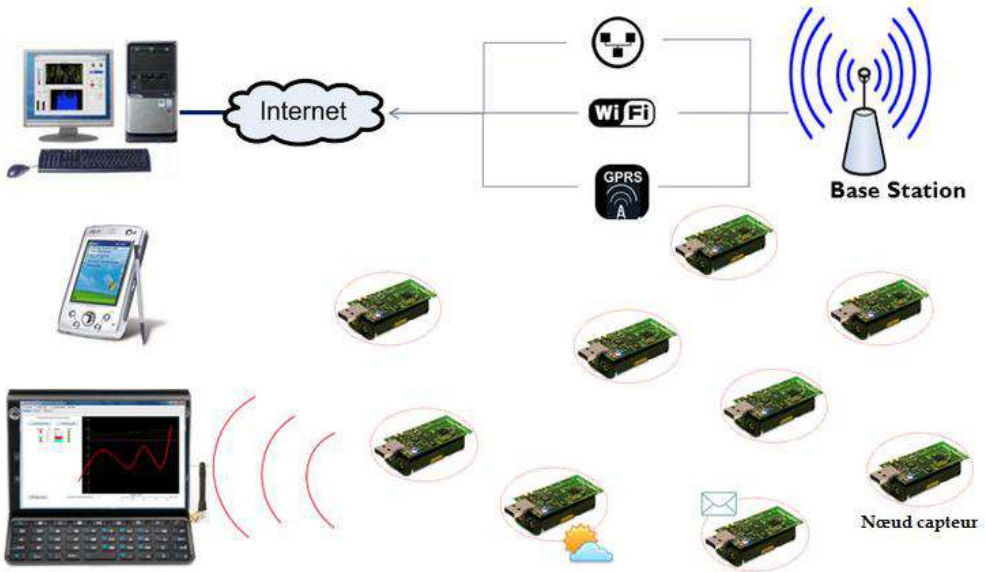


Figure I.1 : Architecture d'un RCSF

2.1. Le nœud de capteurs sans fil :

Les nœuds de capteurs sans fil sont des dispositifs à base de capteurs associés à un circuit électronique de taille extrêmement réduite avec des ressources très limitées, autonomes, capable de traiter des informations et de les transmettre, via les ondes radio, à une autre entité (nœud de capteurs, routeur, coordinateur……) sur une distance limitée.

2.2. Architecture physique d'un nœud de capteurs sans fil :

Un nœud de capteur est composé de plusieurs éléments ou modules correspondant chacun a une tache particulière (acquisition, traitement et transmission des données ….). Ils comportent également une unité ou source d'énergie. Les différents composants qui constituent un nœud de capteurs sont illustrés dans la figure I.2. [1]

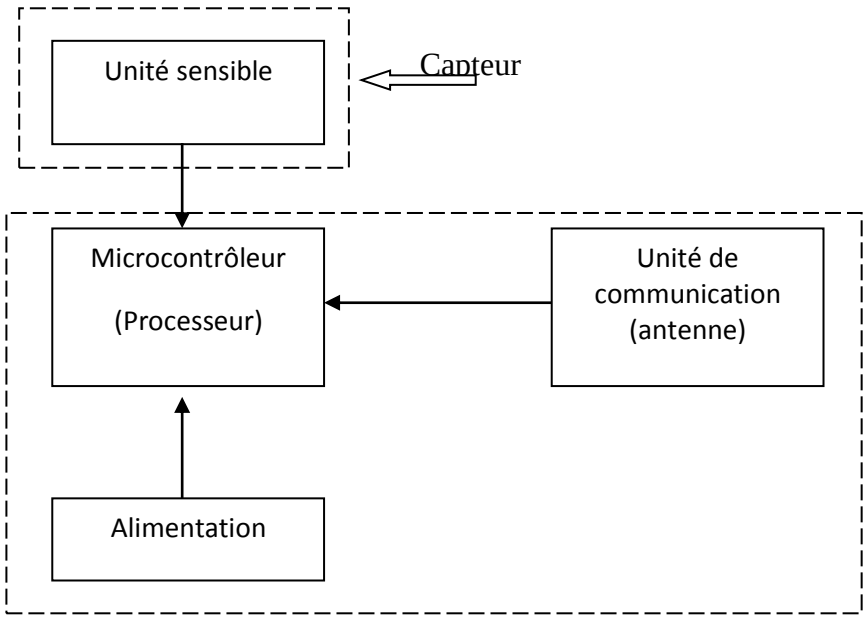


Figure I.2 : architecture d'un nœud de capteurs

2.3. Caractéristiques des RCSF :[2]

- **Absence d'infrastructure :** Les réseaux Ad hoc en général, se distinguent des autres réseaux mobiles par la propriété d'absence d'infrastructure préexistant et de tout genre d'administration centralisée. Les hôtes mobiles sont responsables d'établir et de maintenir la connectivité du réseau d'une manière continue.
- **Un grand nombre de capteur :** Des réseaux de 10000 nœuds peuvent être envisagés.
- **Contrainte d'énergie :** Dans plusieurs applications, les nœuds de capteurs sont placés dans des surfaces distantes, le service du nœud ne peut être possible, dans ce cas la durée de vie du nœud peut être déterminée par la durée de vie de la batterie, ce qui exige la minimisation des dépenses énergétiques.
- **Topologie dynamique :** Les capteurs peuvent être attachés à des objets mobiles qui ce déplacent d'une façon libre et arbitraire rendant ainsi, la topologie du réseau fréquemment changeante.
- **Auto organisation du réseau :** Ceci peut être nécessaire dans plusieurs cas. Par exemple, un réseau comportant un grand nombre de nœuds placés dans des endroits hostiles ou la configuration manuelle n'est pas faisable, doit être capable de s'auto organiser. Un autre cas est celui ou un nœud est inséré ou retiré (à cause d'un manque d'énergie ou de destruction physique), ainsi le réseau doit être capable de se reconfigurer pour continuer sa fonction.
- **Sécurité physique limitée :** Les RCSF mobiles sont plus touchés par le paramètre de sécurité que les réseaux filaires classiques. Cela se justifie par les contraintes et limitations physiques qui font que le contrôle des données transférées doit être minimisé.

2.4. Application des réseaux capteurs sans fil (RCSF) :

Les RCSF mobiles peuvent êtres constitués de différents types de capteurs capables de surveiller une variété de paramètres tels que, la température, l'humidité, la pression, le mouvement des véhicules, le niveau de bruit, la présence ou l'absence des objets… etc.

- **Le bâtiment :** L'évolution de la structure d'un ouvrage d'art, la gestion de la température et de la lumière dans un immeuble, la domotique, les interrupteurs autonomes non câblés ...etc. constituent quelques exemples dans de le domaine du bâtiment.
- **Les transports :** La gestion du trafic, la déformation de structure, les capteurs de pression des pneus ...etc, en sont quelques exemples.
- **Le médical :** Le domaine médical peut lui aussi intégrer des applications pertinentes, comme la mesure de la 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.

- **L'environnement :** Dans le domaine de l'environnement, nous pouvons citer : la détection de polluant dans l'air ou le sol, le suivi du mouvement des oiseaux, des animaux et des insectes, la détection des incendies, la détection des niveaux d'eau dans le sol, …etc.
- **Le militaire :** ce domaine ne sera pas épargné non plus. Il pourra utiliser les RCSF par exemple dans la détection et la collecte des informations sur la position de l'ennemi et ses mouvements, la détection d'agents chimiques ou bactériologiques, …etc.

2.5. Catégories des réseaux sans fils :

On distingue actuellement plusieurs catégories de réseaux sans fils, selon le périmètre géographique offrant une connectivité (appelé zone de couverture) :

a) Réseaux personnels sans fils (WPAN).
b) Réseaux locaux sans fils (WLAN).
c) Réseaux métropolitains sans fils (WMAN).
d) Réseaux étendus sans fils (WWAN).

3. Objets communicants et internet des objets (IOT) :

Aujourd'hui, on utilise de nombreux objets communicants dans notre quotidien, nous sommes entourés de ces appareils pouvant communiquer avec leur environnement et échanger des données, qui nous offrent de plus en plus de services facilitant nos activités, et avec lequel nous interagissons fréquemment. Ils sont en train de transformer nos habitudes, nos comportements, et plus globalement nos sociétés en général.

Les objets communicants sont d'une grande variété : ils peuvent aller d'une simple carte à puce, comme les cartes sans contact qu'on utilise pour accéder aux transports en commun, ou bien les smartphones, qui sont aujourd'hui de véritables petits bijoux de technologies offrant beaucoup plus de services que la simple téléphonie, ou encore les télévisions connectées qui sont capables d'aller chercher des contenus sur internet pour notre plus grand bonheur, …etc.

Ces objets communicants vont se retrouver dans tous les domaines, allant du domaine grand public tels les objets de nos maisons, qui deviennent de plus en plus intelligent, jusqu'à la ville intelligente d'une manière générale.

Le monde industriel va être révolutionné grâce à ces nouveaux objets, qui vont offrir plusieurs opportunités économiques pour un marché colossal se chiffrant en milliards de dinars.

3.1. L'objet communicant : [3]

On peut définir un objet communicant comme un appareil pouvant interagir avec son environnement en répondant à des stimuli, et échanger avec ses pairs en utilisant un support de communication.

Un objet communicant est doté d'une unité de calcul, plus ou moins sophistiquée selon l'objet souhaité, et d'un ou plusieurs périphériques de communication qui vont permettre à cet objet d'envoyer et de recevoir des données à l'extérieur. En plus d'un ensemble de capteurs ou détecteurs qui vont jouer le rôle de périphériques d'entrée, tels un capteur de luminosité ou un détecteur de mouvement, ils possèdent également un ensemble d'actionneurs, ou périphériques de sortie, comme le bras motorisé d'un robot, ou tout simplement un écran d'affichage sur un smartphone. Les périphériques de communication peuvent être filaires ou sans fil.

3.2. L'internet des objets : [3]

L'internet des objets est un ensemble de concepts, d'entités de réseau, de technologies et d'architecture de communications et de services permettant la connexion du monde physique (réel) au monde digital.

- Une vision à court et moyen terme qui consiste à faire une extension du model de communication internet TCP/IP vers de nouveaux objets.
  - Objets du quotidien dotés d'une interface de communication,
  - Ou nouveaux objets conçus pour l'acquisition de l'information de l'environnement.
- Une vision à long terme qui consiste à créer de nouveaux modèles de communication adaptés aux nouvelles contraintes de l'internet des objets.
  - Objets avec ressources réduites comme l'énergie.
  - Explosion du nombre d'objet connecté.



Figure I.3 : répartition de l'IOT

L'évolution technologique autour de l'internet des objets débute par les premières applications de l'IOT dans le milieu des chaines de distributions, avec l'introduction massive de la technologie RFID. Les prochaines applications sont autour de l'exploitation des technologies de capteurs, ensuite les services basés sur les informations de localisation et on attend plus tard des services de contrôle-commande à distance des objets connectés dans différents secteurs de la vie quotidienne.

4. La technologie WiFi :

Le Wi-Fi est une technologie intéressante pour de nombreuses sociétés liées au monde des télécoms et d'internet. Les collectivités locales et surtout les particuliers profitent de la facilité d'accès à internet haut débit liées à cette norme. Dans sa déclinaison la plus connue, 802.11 b, le Wi-Fi utilise la bande de fréquence de 2,4 GHz et atteint un débit théorique de 11 Mbits/s (contre 1, 2 ou 8 Mbits/s pour l'ADSL), le 802.11 a culmine à 22 Mbits/s et le 802.11 g, enfin, flirte avec les 54 Mbits/s.

4.1. Présentation de la norme WiFi (802.11) :

La norme 802.11 s'attache à définir les couches basses du modèles OSI pour une liaison sans fil utilisant des ondes électromagnétiques, c'est-à-dire :

- La couche physique, proposant trois types de codages de l'information.
- La couche liaison de données, constituée de deux sous-couches : le contrôle de la liaison logique (LLC, logical Link control), et le contrôle d'accès au support (MAC, media Access control).

La couche physique définit la modulation des ondes radioélectriques et les caractéristiques de la signalisation pour la transmission de données, tandis que la couche liaison de données définit l'interface entre le bus de la machine et la couche physique, notamment une méthode d'accès proche de celle utilisée dans le standard Ethernet et les règles de communications entre les différentes stations. La norme 802.11 propose en réalité trois couches physiques, définissant des modes de transmissions alternatifs.

Couche liaison de données (MAC)	802.2		
	802.11		
Couche physique (PHY)	DSSS	FHSS	infrarouges

Tableau I.1 : décomposition des couches de la norme 802

4.1.1. Les trame :

Les paquets de données, provenant de la couche réseau, sont encapsulés au niveau 2 par un en-tête MAC, formant une MPDU (Mac Protocol Data Unit). Cette MPDU est ensuite encapsulée dans une seconde trame au niveau 1 (physique) pour permettre la transmission sur le média.

Cette encapsulation consiste à rajouter un préambule et un en-tête à la MPDU, cet ensemble forme une PLCP-PDU.

Le préambule et l'en-tête différent suivant la couche physique utilisée. Nous allons voir les différentes trames du niveau physique (PLCP-PDU), puis celles du niveau liaison de données (MPDU). [4]

4.1.1.1. Niveau physique :

Le préambule permet la détection du début de trame, la synchronisation de la trame et il permet la prise du canal pour l'émission ou CCA (Clear Channel Assesment). L'en-tête contient diverses informations, variable suivant l'interface physique utilisée.

- **Trame FHSS :**

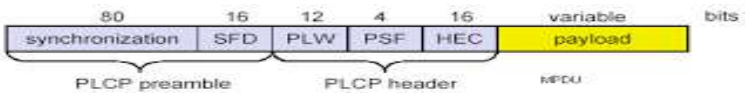


Figure I.4 : structure de la trame FHSS

- **Trame DSSS :**

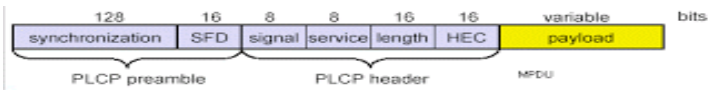


Figure I.5 : structure de la trame DSSS

- **Trame OFDM :**

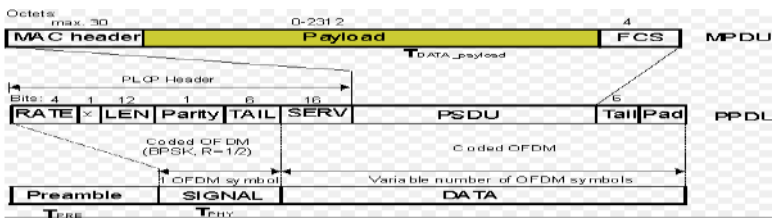


Figure I.6 : structure de la trame OFDM

4.1.1.2. Niveau MAC :

Il existe trois sortes de trames : les trames de données, les trames de contrôle utilisées pour l'accès au support (RTS, CTS, ACK…) et les trames de gestion utilisées pour l'association à un point d'accès ou pour la synchronisation et l'authentification. La représentation de la trame est une représentation générale et ses champs changent suivant la fonction de celle-ci. La taille maximale d'une trame est de 2347 octets.

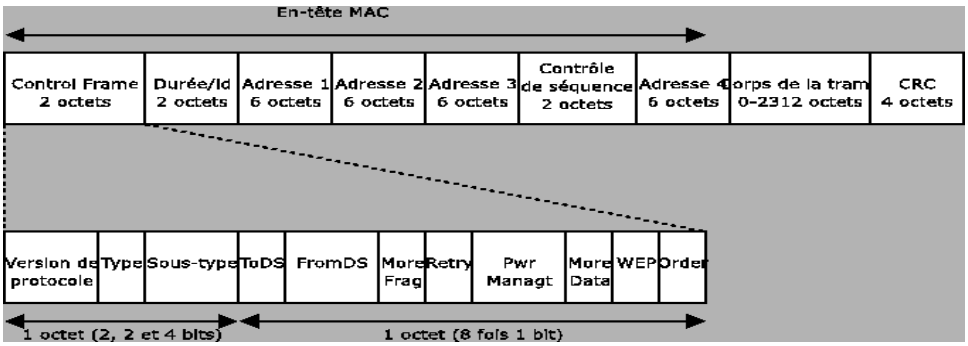


Figure I.7 : Structure de la trame MAC

4.2 Les différentes normes WiFi :

La norme IEEE 802.11 est en réalité la norme initiale offrant des débits de 1 ou 2 Mbits/s. des révisions ont été apportées à la norme originale afin d'optimiser le débit (c'est le cas des normes 802.11 a, 802.11 b, et 802.11 g, appelées normes 802.11 physiques) ou bien présider des éléments afin d'assurer une meilleure sécurité ou une meilleure interopérabilité. La logique aurait voulu un ordre alphabétique. 802.11 a pour le moins performant que 802.11 b, c.. Mais non. Voici un tableau présentant les différentes révisions de la norme 802.11 et leur signification : [5]

Nom de la norme	Nom	Description
802.11a	**WiFi5**	La norme 802.11a permet d'obtenir un haut débit (54 Mbps théorique, 30 Mbps réel). Cette norme spécifie 8 canaux radio dans la bande de fréquence des 5GHz.
802.11b	**WiFi**	La norme 802.11b est la norme la plus répandue actuellement. Elle propose un débit théorique de 11 Mbps (6 Mbps réel) avec une portée pouvant aller jusqu'à 300 mètres dans un environnement dégagé. La plage de fréquence utilisée est la bande de 2.4 GHz, avec 3 canaux radio disponibles.

802.11c	**Pontage 802.11 vers 802.1 d**	La norme 802.11c n'a pas d'intérêt pour le grand public, il s'agit uniquement d'une modification de la norme 802.11 d afin de pouvoir établir un pont avec les trames 802.11 (niveau liaison de données).
802.11d	**Internationa-lisation**	La norme 802.11 d est un supplément à la norme 802.11 dont le but est de permettre une utilisation internationale des réseaux locaux 802.11. elle consiste à permettre aux différents équipements d'échanger des informations sur les plages de fréquence et les puissances autorisées dans le pays d'origine de matériel.
802.11e	**Amélioration de la qualité de service**	La norme 802.11e vise à donner des possibilités en matière de qualité de service au niveau de la couche liaison de données. Ainsi cette norme a pour but de définir les besoins des différents paquets en termes de bande passante et de délai de transmission de telle manière à permettre notamment une meilleure transmission de la voix et de la vidéo.
802.11f	**itinérance (roaming)**	La norme 802.11f est une recommandation à l'intention des vendeurs de point d'accès pour une meilleure interopérabilité des produits. Elle propose le protocole Inter-Access point roaming protocol permettant à un utilisateur itinérant de changer de point d'accès de façon transparente lors d'un déplacement, quelles que soient les marques des points d'accès présentes dans l'infrastructure réseau.
802.11g		La norme 802.11g offrira un haut débit (54 Mbps théoriques, 30 Mbps réels) sur la bande de fréquence des 2.4 GHz. Cette norme vient d'être validée. La norme 802.11g a une compatibilité ascendante avec la norme b.
802.11h		La norme 802.11h vise à rapprocher la norme 802.11 du standard Européen (HiperLAN 2, d'où le h de 802.11h) et être en conformité avec la réglementation européenne en matière de fréquence et d'économie d'énergie.
802.11i		La norme 802.11i a pour but d'améliorer la sécurité des transmissions (gestion et distribution des clés, chiffrement et authentification). Cette norme s'appuie sur l'AES (Advanced Encryption Standard) et propose un chiffrement des communications pour les transmissions utilisant les technologies 802.11a, 802.11b et 802.11g.
802.11IR		La norme 802.11IR a été élaborée de telle manière à utiliser des signaux infra-rouges. Cette norme est désormais dépassée techniquement.
802.11ij		La norme 802.11j est à la réglementation japonaise ce que le 802.11h est à la réglementation européenne.

Tableau I.2 : les différentes normes de la technologie WiFi

5. La domotique :

L'idée d'un habitat intelligent, associé au concept de domotique remonte aux années 1980 : le développement des fonctions électroniques intégrer à la baisse des couts qui lui était associé ouvraient de nouvelles perspectives d'automatisme des commandes et de surveillance : confort, sécurité, communication…, l'explosion du marché que l'on prévoyait ne s'est pas concrétisée alors que parallèlement, d'autres domaines connaissaient une forte pénétration, comme l'automobile qui a atteint aujourd'hui plus de 25 % de son prix de revient …. Par contre de nombreuses avancées ont été réalisées sur les équipements domestiques intérieurs, et sur les communications qui laissent penser qu'une « offre globale domotique intégrée » est aujourd'hui possible.

La domotique est depuis de très nombreuses années, identifie comme un axe à fort potentiel de développement pour les technologies électroniques. Des les années 80, des applications très diverses étaient inventoriées sur le confort et la sécurité des personnes et des biens. Le marché, malgré des productions très élaborées et bien ciblées, est resté en retrait d'autres développements parallèles comme les télécommunications et l'automobile, ou la part l'Electronique y est tous les ans plus importante. [5]

La maison intelligente facilite la vie des gens en permettant de contrôler et programmer les différents appareils électriques et électroniques d'une résidence à l'aide d'une simple tablette ou d'un téléphone intelligent. Une maison intelligente permet notamment de verrouiller les portes, ajuster la température, contrôler l'éclairage, contrôler les appareils audiovisuels, les systèmes d'alarme, les stores motorisés et autres commodités. Les possibilités offertes sont nombreuses et peuvent s'adapter à une panoplie des projets résidentiels et commerciaux

La maison intelligente est loin d'être une réalité quotidienne pour la majorité d'entre nous ! Alors que, grâce à la domotique et internet des objets, aujourd'hui on peut tout faire : être alerté par SMS ou par e-mail si quelqu'un est entré chez soi, allumer ou éteindre des appareils à distance, détecter une fuite d'eau ou un incendie… Demain on pourra acquérir un réfrigérateur intelligent, la télémédecine répondra aux problèmes de dépendance… Même le jardinage sera connecté ! Nous sommes tout le temps en ligne : nous allons vite trouver normal d'être connectés à notre demeure et de la piloter à partir d'un smartphone. Dans un avenir proche, la maison sera communicante. [6]

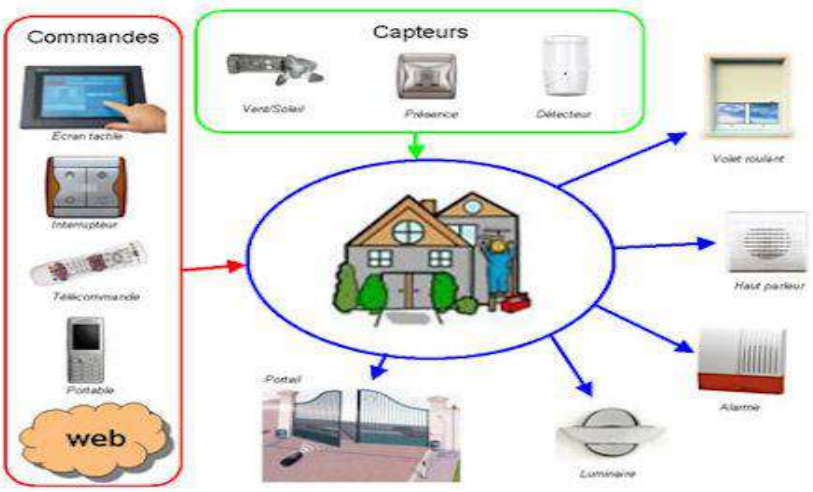


Figure I.8 : schéma représentatif d'une maison connectée

6. Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons défini et décrit brièvement ce qu'est un réseau de capteurs sans fil qui est un type particulier de réseau Ad-hoc. Nous avons décrit le nœud de capteurs, ses fonctionnalités et son architecture. Nous avons cité les caractéristiques d'un réseau de capteurs et présenté quelques applications de ce type de réseaux et aussi nous avons décrit la technologie des IOT. Et enfin l'utilité d'une maison intelligente.

Chapitre II : conception du système d’acquisition WiFi

1. Introduction :

Dans ce chapitre nous allons présenter la conception des nœuds de capteurs et de coordinateur pour la réalisation d'un système d'acquisition de données pour une application domotique qui peut s'intégré dans le concept d'une maison intelligente. Ces nœuds sont équipés de microcontrôleurs 8 bits et un module de communication WiFi.

2. La partie Hardware :

a. Schéma bloc du système :

La figure II.1 représente le schéma bloc du système afin de superviser une maison ou une résidence secondaire à distance. Les blocs End Node servent à collecter les informations (température, humidité, fuite de gaz, présence des intrus…etc.).

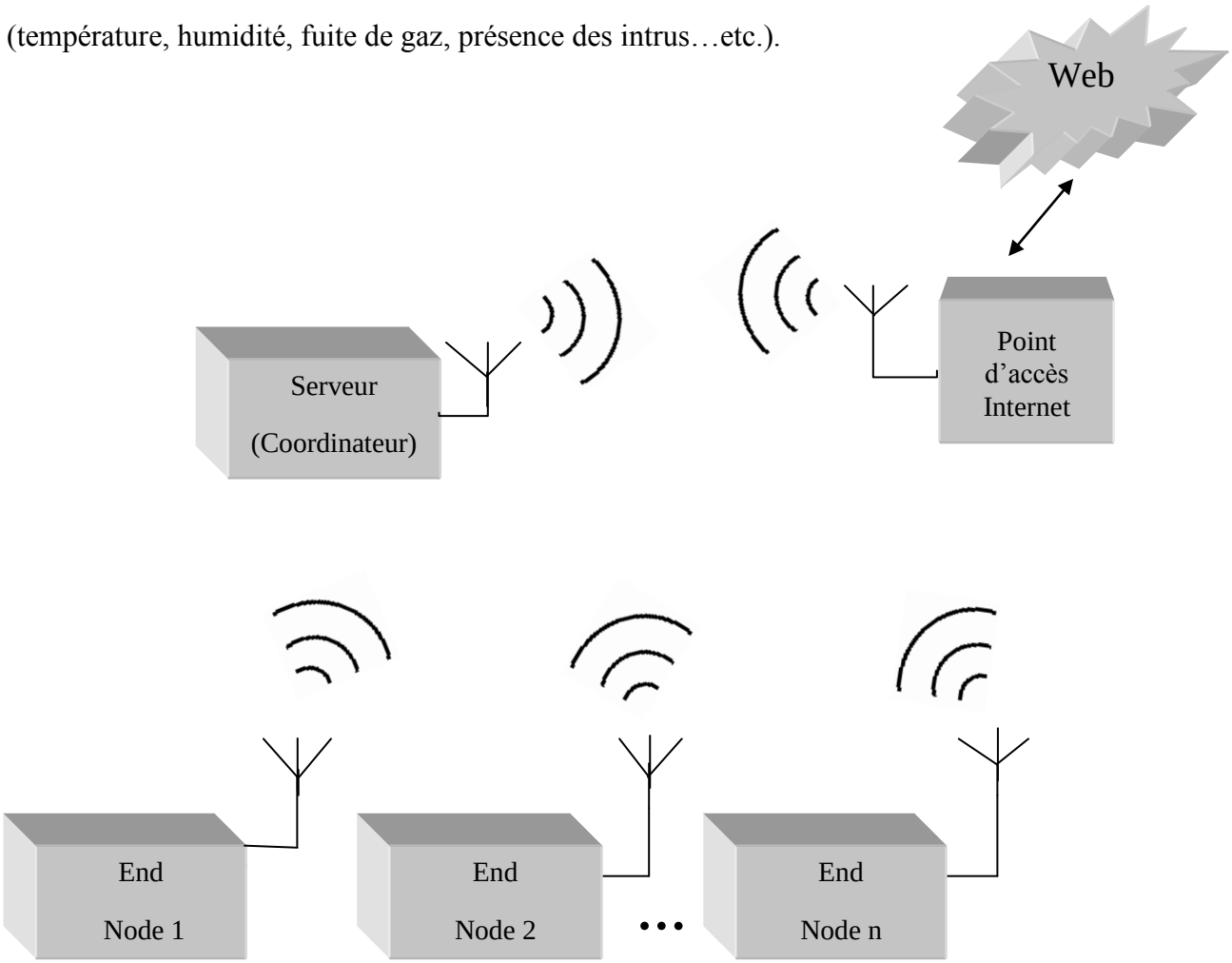


Figure II.1 : Schéma bloc du système d'acquisition WiFi.

Le bloc Serveur (coordinateur) est un point d'accès wifi qui sert à envoyer les data (données) via internet vers un autre point en réception (ordinateur, Smartphone ou autre).

b. Nœud de capteur (End Node) :

La figure II.2 présente le schéma bloc du nœud de capteur (End Node). Ce nœud de capteur est constitué de deux blocs :

- Une unité de traitement et de contrôle qui comporte :
  - Un ou plusieurs capteurs / détecteurs.
  - Une source d'alimentation.
  - Un microcontrôleur 8 bits.
- Un module de communication Wifi.

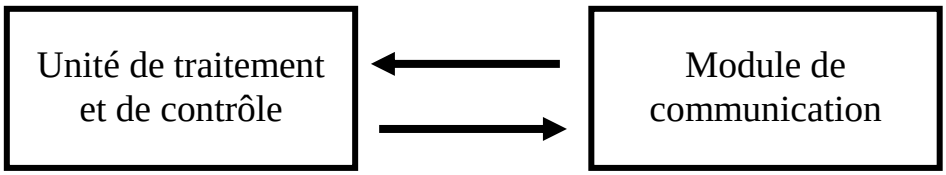


Figure II.2 : schéma bloc du nœud de capteur (End Node).

b.1. Les composants :

b.1.1. Le microcontrôleur :

Les microcontrôleurs sont des composants intégrés qui contiennent dans un même boitier un microprocesseur, de la mémoire et des périphériques courants tels qu'un timer, liaison série asynchrone, liaison série synchrone, ports d'entrée sortie logique, contrôleur de bus CAN, convertisseur analogique numérique, …etc.

Le microcontrôleur correspond au cerveau d'un système. C'est lui qui va traiter les informations provenant des capteurs et qui va donner la réponse voulu par l'utilisateur.

b.1.1.1. Description de la structure interne du microcontrôleur :

Voici généralement ce qu'on trouve à l'intérieur d'un microcontrôleur :

- Un microprocesseur (CPU).
- De la mémoire de donnée (RAM et EEPROM).
- De la mémoire programmée (ROM, OTPROM, UVPROM ou EEPRM).
- Des interfaces parallèles pour la connexion des entrées/sorties.

- Des interfaces séries (synchrone ou asynchrone) pour le dialogue avec d'autres unités
- Des timers pour générer ou mesurer des signaux avec une grande pression temporelle
- Des convertisseurs analogiques/numériques pour le traitement des signaux analogiques

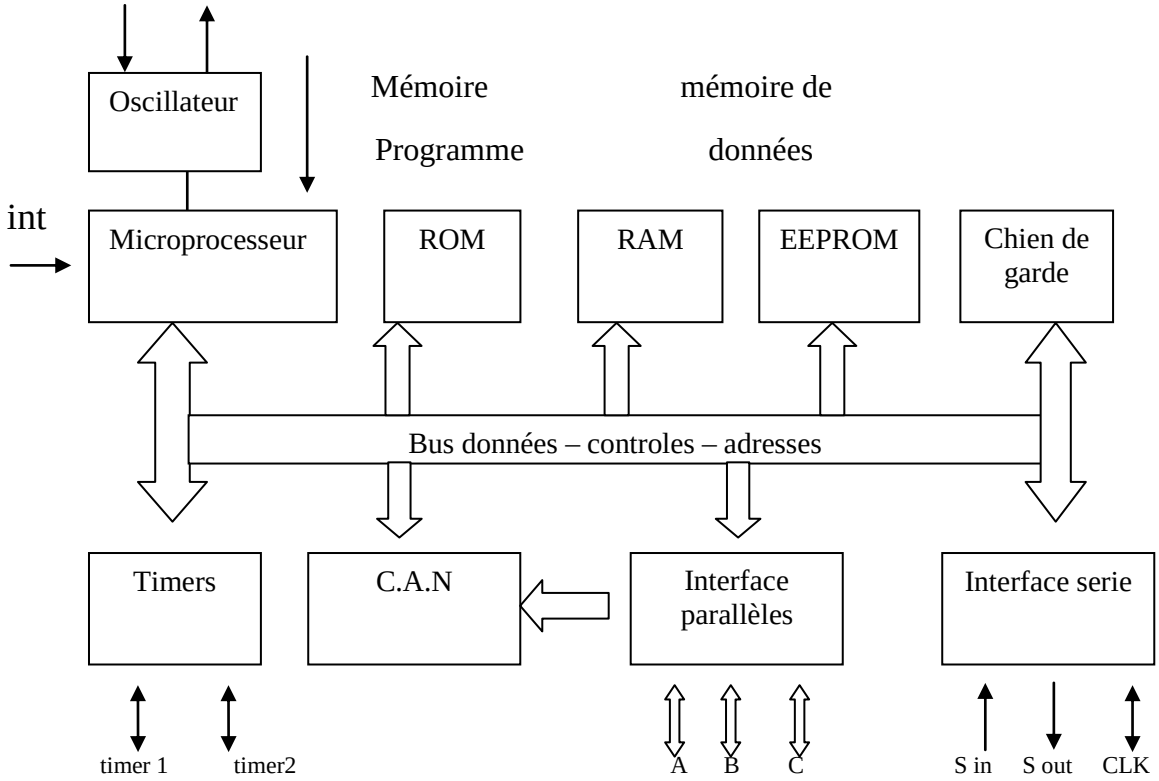


Figure II.3 : La structure interne d'un microcontrôleur. [6]

Les microcontrôleurs sont généralement conçus suivant une architecture de type « HARDVARD » (comme le cas de la plupart des microprocesseurs modernes) ou on dispose de bus distincts pour les mémoires de données et de programme. L'architecture Van Neumann dans laquelle la mémoire programme partage le même bus que la mémoire de donnée est plus rarement utilisé de nos jours. [6]

b.1.1.2 Avantages :

- Encombrement réduit.
- Circuit imprimé peu complexe.
- Faible consommation.
- Cout réduit.
- Mise en œuvre plus simple.

b.1 .1.3 Inconvénients :

- Système de développement onéreux.
- Programmation nécessitant un matériel adapté.

Aujourd'hui, il existe un grand nombre de constructeurs de microcontrôleurs au niveau mondial dont chacun présente une grande variété de puces. Nous avons opté pour les microcontrôleurs 8 bits qui sont les plus simples à mettre en œuvre et les plus disponibles sur le marché local. Notre choix a été orienté vers le constructeur AVR et spécialement vers les plates-formes de développements à microcontrôleurs Arduino qui sont très efficaces pour le développement des applications électroniques.

b.1.1.4 Les différents modèles des cartes de développements Arduino :

Module	Processeur	CPU Mhz	SRAM Kb	FLASH Kb	EEPROM Kb	Broches An. Entrée	Broches Num. ES/PWM	Photos
UNO	ATmega 328	16	2	32	1	6	14/6	
LEONARDO	ATmega 32u4	16	2.5	32	1	12	20/7	
DUEMILA NOVE	ATmega 328	16	2	32	1	6	14/6	
NANO	ATmega 328	16	2	32	1	8	14/6	
MEGA2560	ATmega 2560	16	8	256	4	16	54/14	
DUE	AT91SA M3X8E	84	96	512	-	12	54/12	
MEGA ADK	ATmega 2560	16	8	256	4	16	54/14	
YUN	ATmega 32u4	16	2.5	32	1	12	20/7	

Tableau II.1. Tableau comparatif des différents modèles de cartes Arduino.

Nous avons opté pour la carte Arduino Nano qui associe les performances de la célèbre carte Uno et des dimensions très réduites avec un prix abordable.

b.1.2 La carte Arduino Nano :[7]

L'Arduino Nano est une version qui ressemble à la carte Arduino mini (qui est la carte la plus petite de la famille Arduino) avec en plus une connexion USB intégré, la carte Nano a plus de broches d'entrées analogiques comparé à la carte Arduino mini.

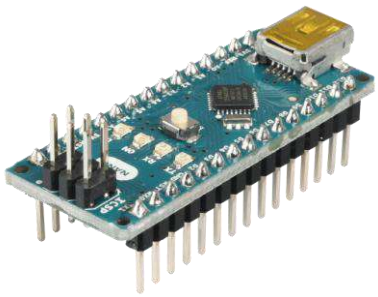


Figure II.4 : Arduino nano.

La disposition des broches du Nano est pratique (TX, RX, ATN, GND sur une des parties supérieures et l'alimentation et la mise à la masse sur l'autre partie). L'Arduino Nano peut être alimenté via la connexion USB ou un bloc d'alimentation externe non régulé de 6 à 20 V (broche 30). La source d'alimentation est automatiquement sélectionnée à une source de tension plus élevée.

b.1.2.1. Spécifications :

- Microcontrôleur : Atmel Atmega 328.
- Tension de fonctionnement (niveau logique) : 5V.
- Tension d'entrées (recommandée) : 7 à 12 V.
- Tension d'entrée (limites) : 6 à 20 V.
- Broches d'E/S numériques : 14 (desquelles 6 procurent une sortie PWM).
- Broches d'entrées analogiques : 8.
- Intensité CC par broches E/S : 40 mA.
- Mémoire flash : 32 Ko (desquels 2 Ko seront utilisés pour le bootloader).
- Mémoire SRAM : 2 Ko.
- Mémoire EEPROM : 1 Ko.
- Fréquence d'horloge : 16 MHz.
- Dimension : 17.78 mm × 43.26 mm.

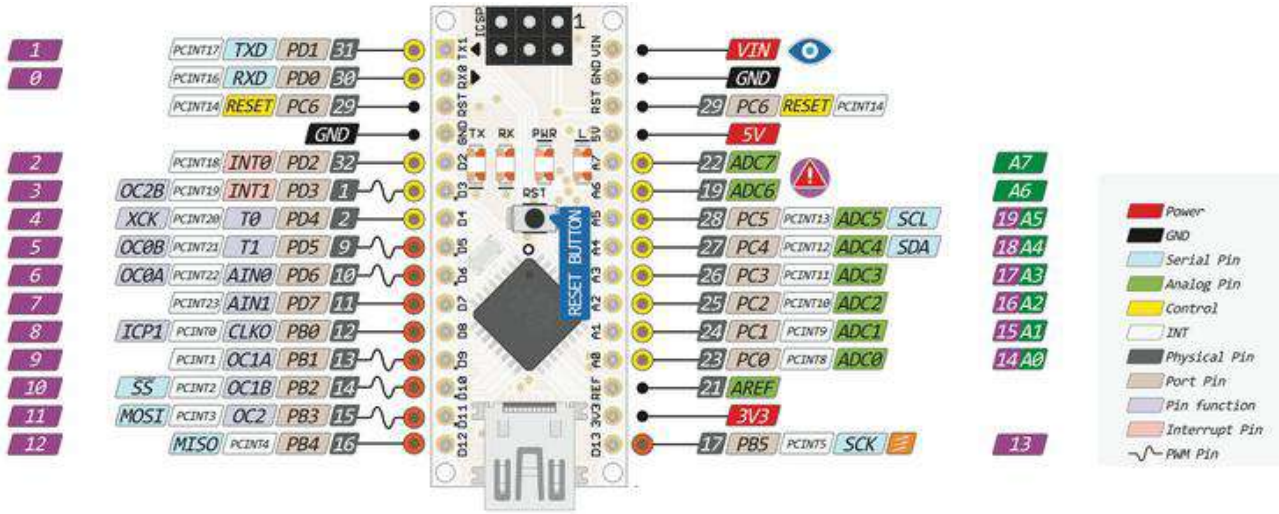


Figure II.5 : Le brochage de l'Arduino Nano.

c. Le coordinateur :

Le schéma bloc suivant caractérisant le coordinateur est doté par :

- Une unité de traitement, de contrôle et de stockage (serveur)
- et d'une alimentation.

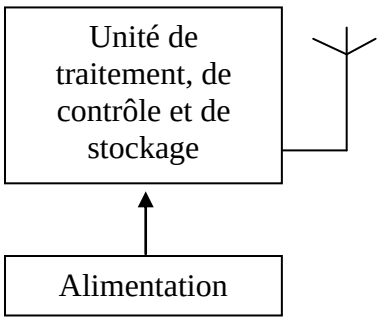


Figure II.6 : schéma synoptique du coordinateur.

c.1. Les composants :

Il existe plusieurs solutions pour créer un point d'accès de connexion à un réseau wifi. Parmi ces solutions on peut citer :

c.1.1. Le shield WiFi :

Le Wifi Shield Arduino à antenne intégrée permet à une carte Arduino (Uno, Leonardo ou Mega 2560) de se connecter à internet via Wifi. Le module est équipé d'un support pour carte mémoire micro-SD, un port mini-USB, d'un bouton reset et de Leds d'indication de statut Figure II-7.

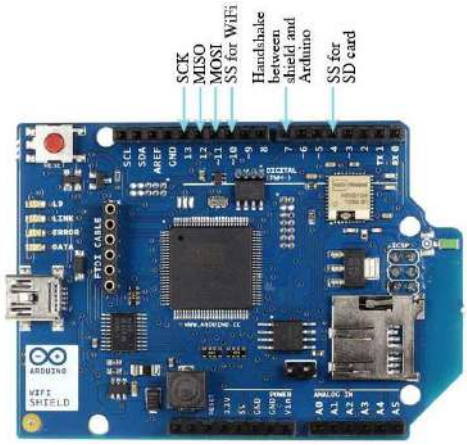


Figure II.7: Le shield WiFi.

Caractéristiques principales:

- Nécessite une carte Arduino pour fonctionner ;
- Alimentation: 5 Vcc (via carte Arduino) ;
- Connexion: via réseau 802.11b/g ;
- Indications de statuts de connexion par Leds ;
- Support pour micro-SD ;
- Port mini-USB (pour la mise à jour du firmware) ;
- Dimensions: 75 x 53 x 25 mm ;

c.1.2. La carte YUN :

Le carte Arduino Yun dispose de deux processeurs à bord : le processeur ATmega 32U4 et l'Atheros 9331. La carte a un support intégré Ethernet et Wifi. En plus de ces points principaux, la carte Arduino Yun dispose également d'un port USB-A, d'un emplacement pour carte micro-SD, de 20 broches d'entrée / sortie numériques (dont 7 peuvent être utilisées comme sorties PWM et 12 entrées analogiques), oscillateur de 16 MHz et 3 boutons de réinitialisation. La figure suivante montre un schéma de la carte Arduino Yun.

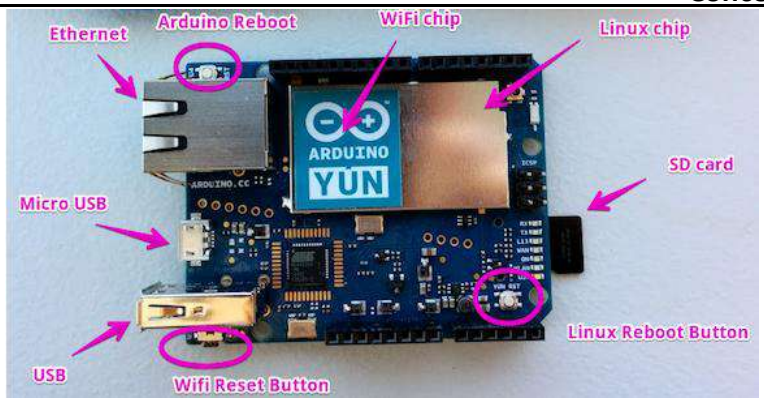


Figure II.8 : La carte Yun

Les deux solutions précédentes ne sont pas intéressantes pour notre application, car d'un part les deux cartes sont un peu couteuses et d'autre part leurs dimensions dépassent largement les dimensions de la carte Nano retenue pour notre application. Pour cela nous avons opté pour un autre module moins cher et plus compact qui est l'ESP8266.

c.1.3. Module WiFi ESP8266 :

c.1.3.1. Présentation: [8]

Ce tout petit module, extrêmement bon marché, est un module de communication permettant d'instaurer une liaison WiFi complète et autonome avec un microcontrôleur. C'est un module WiFi à interface série qui fonctionne en effet dans les 2 sens : il utilise une liaison série TX/RX pour recevoir et envoyer des données, et se comporte donc comme un hôte pour des applications WiFi, mais il peut également confier toutes les fonctions liées au réseau WiFi à un autre processeur d'application.

En utilisant des commandes série, nous pourrons également modifier les configurations de ce module. Toutes ces fonctionnalités sont accessibles avec seulement 2 câbles à relier entre la carte à microcontrôleur et le module série Wifi ESP8266 (pins TX et RX) : le branchement est donc extrêmement simple.



Figure II.9 : module WiFi ESP-01.

c.1.3.2. Applications du module ESP8266 pour Arduino :

Avec l'arrivée de l'Internet des Objets dans le monde de l'électronique, les modules de communication tels que le module ESP8266 apportent des solutions très simples pour instaurer une connectivité Wifi dans nos projets. Le module ESP8266 répond d'autant mieux aux besoins des créateurs de projets électroniques qu'il permet, avec sa grande compacité, une intégration dans des objets connectés de petite taille (montre, bracelet, etc.). Il dispose cependant d'une excellente capacité de stockage des données, et d'un processeur embarqué suffisamment puissant pour permettre un temps de réponse minimal. Ainsi, on l'intègre aisément dans des projets incluant capteurs et autres objets d'applications spécifiques, grâce à ses pins d'E/S (GPIO).

c.1.3.3. Spécifications techniques du module WiFi ESP8266 :

- Protocole TCP/IP intégré.
- WiFi direct (P2P), soft-AP.
- 802.11 b/g/n.
- Switch TR, balun, LNA, amplificateur de puissance et réseau d'adaptation intégrés.
- PLL, régulateurs, DCXO et unités de gestion de l'alimentation intégrés.
- Puissance de sortie : +19,5 dBm en mode 802.11b.
- Mise hors tension pour un courant de fuite inférieur à 10 μA.
- Processeur 32-bit faible puissance intégré, pouvant être utilisé comme un processeur d'application.
- SDIO 1.1/2.0, SPI, UART.
- Agrégation A-MPDU et A-MSDU, 4 ms d'intervalle de garde.
- Réveil et transmission de paquets en moins de 2 ms.
- Consommation en mode veille inférieure à 1 mW.
- Dimensions : 21,1 x 13,2 mm.

c.1.3.4. Les différents modèles de l'ESP8266 :

Le tableau suivant décrit les différents types de modules ESP8266 :

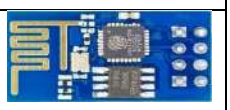
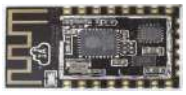
Modèles	Active Pins	E/S Num	Entrés Analog	Type d'antenne	Dimensions	Photos
ESP-01	8	2	0	PCB trace	14.3 × 24.8	
ESP-02	8	3	0	UFL connector	14.2 × 14.2	
ESP-03	14	7		Ceramic	17.3 × 12.1	
ESP-04	14	7		Non	14.7 × 12.1	
ESP-05	5	-		UFL connector	14.2 × 14.2	
ESP-06	12	7		Non	14.2 × 14.7	
ESP-07	16	9	-	Ceramic + UFL connector	20 ×16	
ESP-08	14	7		Non	17 × 16	
ESP-09	12	6		Non	10 × 10	
ESP-10	5	-		Non	14.2 ×10	
ESP-11	8	2		Céramique	17.3 × 12.1	
ESP-12	16	9		PCB trace	24 × 16	
ESP-12 E /F	22	11		PCB trace	24 × 16	
ESP-13	18	9		PCB trace	18 × 20	
ESP- 14	22	1		PCB trace	24.3 × 16.2	

Tableau II.2. Tableau comparatif des différents modèles d'ESP8266.

c.2. L'ESP8266-01 :

Nous avons opté pour le modèle ESP8266-01 qui est un SoC (*System on Chip*), il contient un microcontrôleur et un système WiFi. Il ne fonctionne qu'en 3.3 V et n'est pas tolérant au 5 V. Il a deux GPIO (0 & 2) qui peuvent être utilisés pour la communication I2C. Il est pourvu d'un port RS232 qu'on peut utiliser pour lui envoyer des commandes de type AT.

c.2.1. Brochage de l'ESP-01 :

La Figure II-10 présente le brochage du module ESP8266-01 :

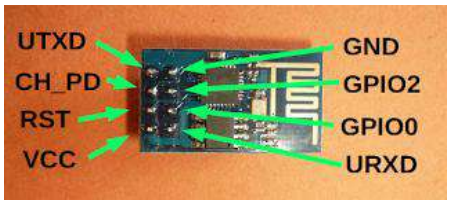


FIGURE II.10 : Le brochage de l'ESP8266-01

c.2.2. Brochage de l'ESP-01 : Pour interconnecté ce module avec une carte Arduino on réalise le câblage suivant :

ESP8266: **Arduino:**

- GND ---------- GND.
- GP2 ---------- Non connecté.
- GP0 ---------- GND.
- RXD ---------- RX.
- TXD ---------- TX.
- CHPD ---------- 3.3V.
- RST ---------- Non connecté.
- VCC ---------- 3.3V

La seule difficulté ici est liée au fait que notre Arduino fonctionne en logique 5V, alors que l'ESP8266 fonctionne lui en logique 3.3V, donc on doit réaliser une adaptation de niveaux de tension pour ne pas grillé l'ESP8266. On réalisera un diviseur de tension entre la ligne Tx de l'Arduino et la ligne Rx de l'ESP8266 :

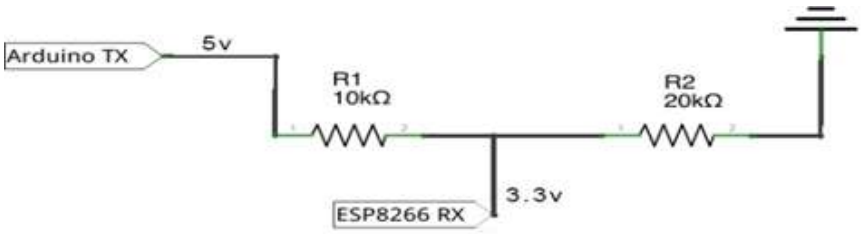


Figure II.11 : Le diviseur de tension d'adaptation de niveau de tension.

c.3. L'ESP8266-f12 : Nous avons également utilisé un autre modèle de l'ESP8266 qui est le modèle f-12, il possède plus de ressources en termes de lignes d'E/S, …etc et dont le brochage est présenté par la Figure II-12 :

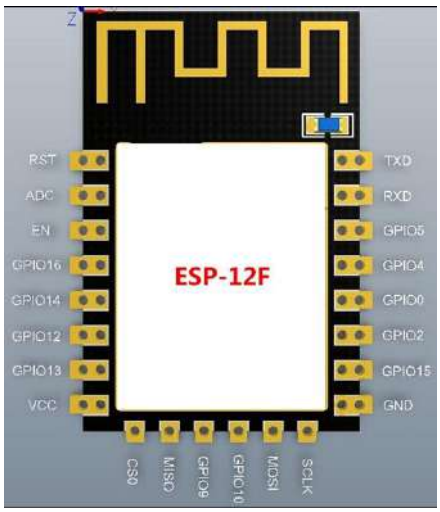


Figure II.12 : Brochage de l'ESP8266-f12

Comme l'objectif de notre projet est de réaliser un serveur d'acquisition de données via le WiFi, nous avons utilisé l'ESP8266-01 pour interconnecté les nœuds de capteurs/détecteurs réalisés autour de l'Arduino Nano avec le réseau WiFi et dans ce cas l'ESP8266-01 se comporte comme une station client. Pour le nœud coordinateur nous avons utilisé l'ESP8266-f12 comme microcontrôleur principal, et non comme un composant périphérique et dans ce cas il se comporte comme un serveur qu'on peut en servir pour créer un serveur http.

Un serveur (au sens logiciel du terme), est un système durant toute son fonctionnement reste à l'écoute de requêtes provenant de l'extérieur. Lorsqu'une requête arrive, il effectue l'action adéquate.

c.4. La programmation des modules ESP8266 :

L'ESP8266 peut se programmer de plusieurs façons :

- Avec l'IDE Arduino.
- Avec le Firmware AT.
- Avec le Firmware NodeMCU.
- Avec le SDK.

c.4.1. Par commandes AT : ce mode de fonctionnement est très simple, il est basé sur l'utilisation d'un jeu de commandes comme il est décrit sur le tableau II-3

Commande	Description
AT	Ne fait rien, à part renvoyer "OK"
AT+GMR	Retourne la version du firmware
AT+RST	Redémarre le module
AT+CWMODE	Permet de choisir le mode Wi-Fi à utiliser : • **AT+CWMODE=1**: mode station (utiliser ce mode pour se connecter à un réseau Wi-Fi existant) • **AT+CWMODE=2**: mode AP (Access Point: utiliser ce mode pour créer un nouveau réseau Wi-F. • **AT+CWMODE=3**: les deux
AT+CWLAP	Retourne la liste des réseaux Wi-Fi à portée
AT+CWJAP	Connection à un réseau Wi-Fi. Cette commande prend deux paramètres : le SSID du réseau, et le mot de passe. Par exemple : **AT+CWJAP="Livebox-1234","MonMotDePasseWifi"**
AT+CIFSR	Une fois le module connecté à un réseau, cette commande permet de récupérer son adresse IP

Tableau II.3: Quelques commandes AT de l'ESP8266.

c.4.2. Plate-forme de développement IDE Arduino :[9]

Il est également possible de programmer un module ESP8266 à l'aide de l'IDE Arduino comme une carte Arduino. Dans ce qui suit on va montrer les étapes nécessaires afin de configurer cette IDE pour qu'il considère l'ESP8266 comme un "type de carte" à part entière.

- Après l'installation de l'IDE Arduino, dans le menu Fichier on choisis préférences et on ajoute le lien : "***http://arduino.esp8266.com/stable/package_esp8266com_index.json***" dans URL de gestionnaire de cartes supplémentaires

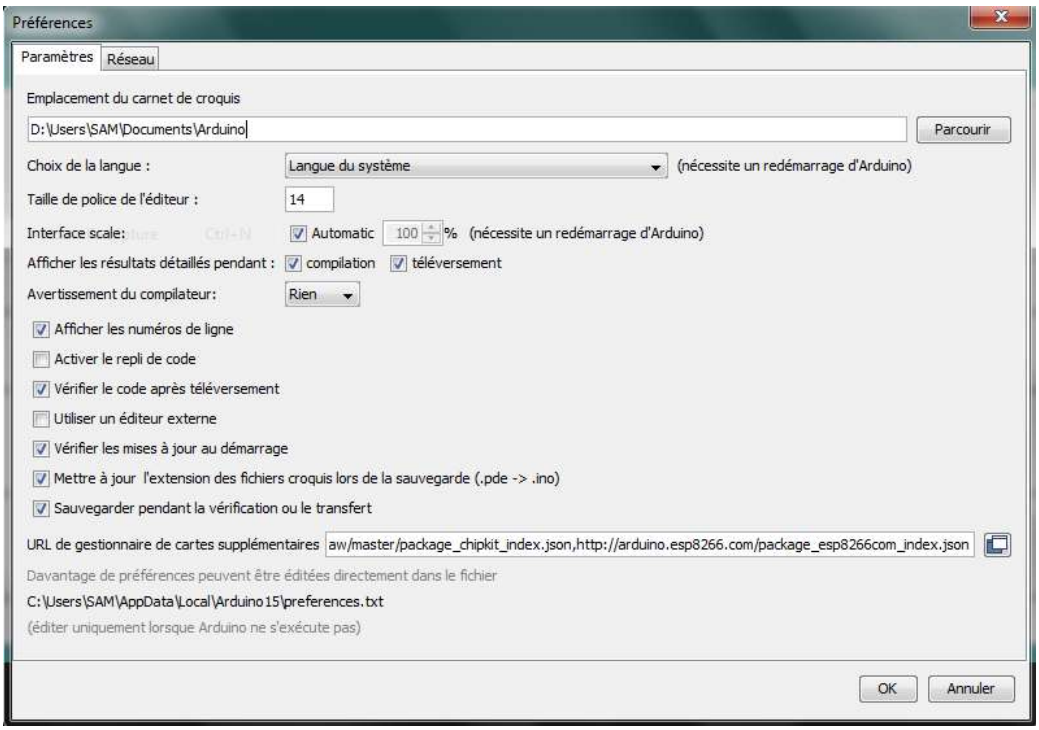


Figure II.13 : La boite de dialogue préférence

- Par la suite dans le menu Outils, on choisit : type de carte et on sélectionne : Gestionnaire de cartes : Dans le champ recherche, on tape "ESP" et on sélectionne "esp8266 by ESP8266 Community" et cliquer sur "Installer" :

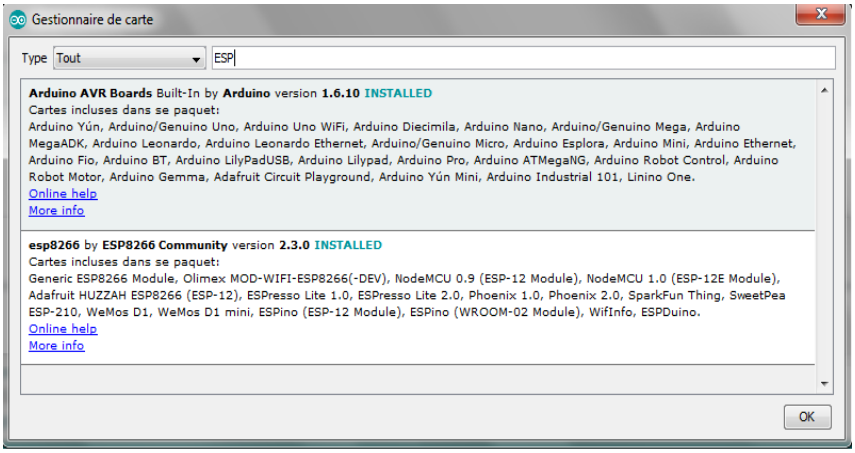


Figure II.14 : Téléchargement du soft de programmation de l'Esp8266

- Après téléchargement des bibliothèques nécessaires et pour programmer l'ESP8266, on cliquer sur Outils => Type de carte => Generic ESP8266 Module :

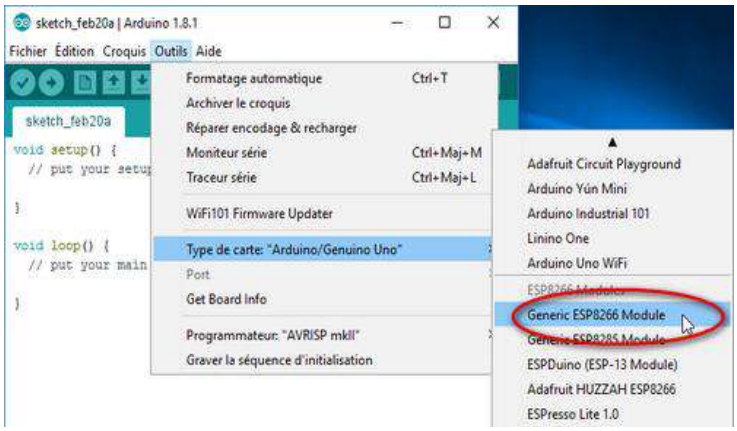


Figure II.15 : Choix de type de carte

Dans le menu Outils => Port, on sélectionne le port COM correspondant à notre adaptateur :

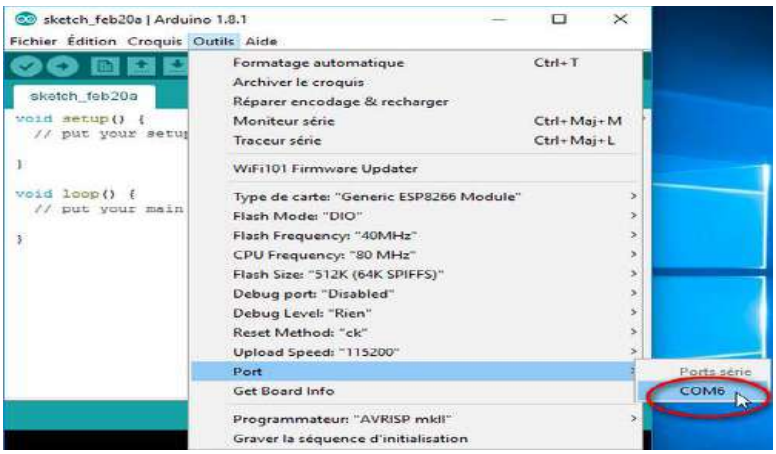


Figure II.16 : La sélection du port

- Puis on clique sur "Téléverser" pour lancer la programmation.

Avant de programmer le module ESP8266, il faut noter que ce module présente plusieurs modes de démarrage suivant l'état logique de ses entrées : GPIO0, GPIO2 et GPIO15 :

Mode	GPIO0	GPIO2	GPIO15
Flash : (démarrage normal: exécution du programme installé en Flash)	3.3v	3.3v	GND
UART : (uploader à partir de la liaison série)	GND	3.3v	GND
SDIO : (démarrage à partir d'une carde SD)	peu importe	peu importe	3.3v

Tableau II.4 : les modes de démarrage

Ainsi, on utilise la première combinaison pour exécuter un programme déjà présent dans le module, et la seconde pour uploader un nouveau programme.

d. Les capteurs :

Un capteur est un transducteur capable de transformer une grandeur physique en une autre grandeur normée généralement électrique (tension) utilisable par l'homme ou par le biais d'un instrument approprié.

- **Les caractéristiques d'un capteur :**

- Etendue de mesure : Valeurs extrêmes pouvant être mesurée par le capteur.
- Résolution : Plus petite variation de grandeur mesurable par le capteur.
- Sensibilité : Variation du signal de sortie par rapport à la variation du signal d'entrée.
- Précision : Aptitude du capteur à donner une mesure proche de la valeur vraie.
- Rapidité : Temps de réaction du capteur. La rapidité est liée à la bande passante.
- Linéarité : représente l'écart de sensibilité sur l'étendue de mesure.

3. Conclusion :

Dans ce chapitre, on a présenté les différents schémas bloc (émission, réception) des nœuds de capteurs à réaliser et le choix des composants qui les constituent. Ainsi que les informations nécessaires pour assurer leur fonctionnement.

Chapitre III : Réalisation et mise en marche de l’application

1. Introduction :

Ce chapitre est consacré à la réalisation de l'application de domotique qui est composée des nœuds de capteurs, détecteurs et un coordinateur (serveur) tout en décrivant l'utilité et l'étude de chaque bloc ainsi que les moyens de développements.

2. Principe de fonctionnement de l'application :

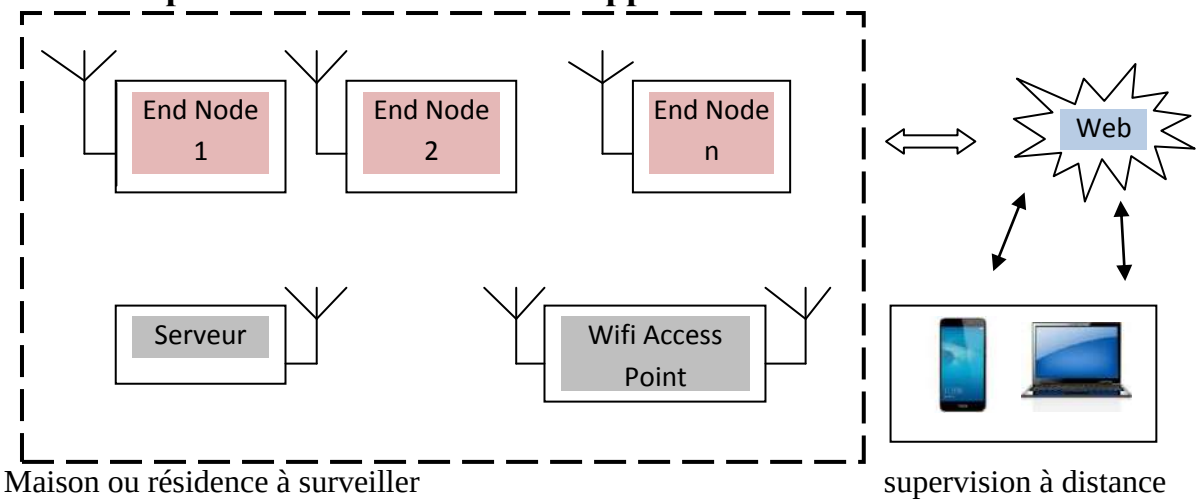


Figure III.1 : schéma du principe de fonctionnement

Le schéma est décomposé en trois parties, la première partie représente un ensemble de nœuds de capteurs sans fils (End node) connectée à la deuxième partie (le serveur) qui est par la suite interconnectée à un ordinateur ou un smart-phone via un point d'accès WiFi.

Ces nœuds sont composée de microcontrôleurs Arduino Nano, de l'ESP-01 et des capteurs qui servent à collecter les informations et les transformer en signaux électriques qui passent par le serveur (ESP8266-f12 qui joue le rôle d'un point d'accès au réseau) et les transmet vers un utilisateur lointain via le web.

3. Schéma bloc du nœud de capteurs (End Node sensor) :

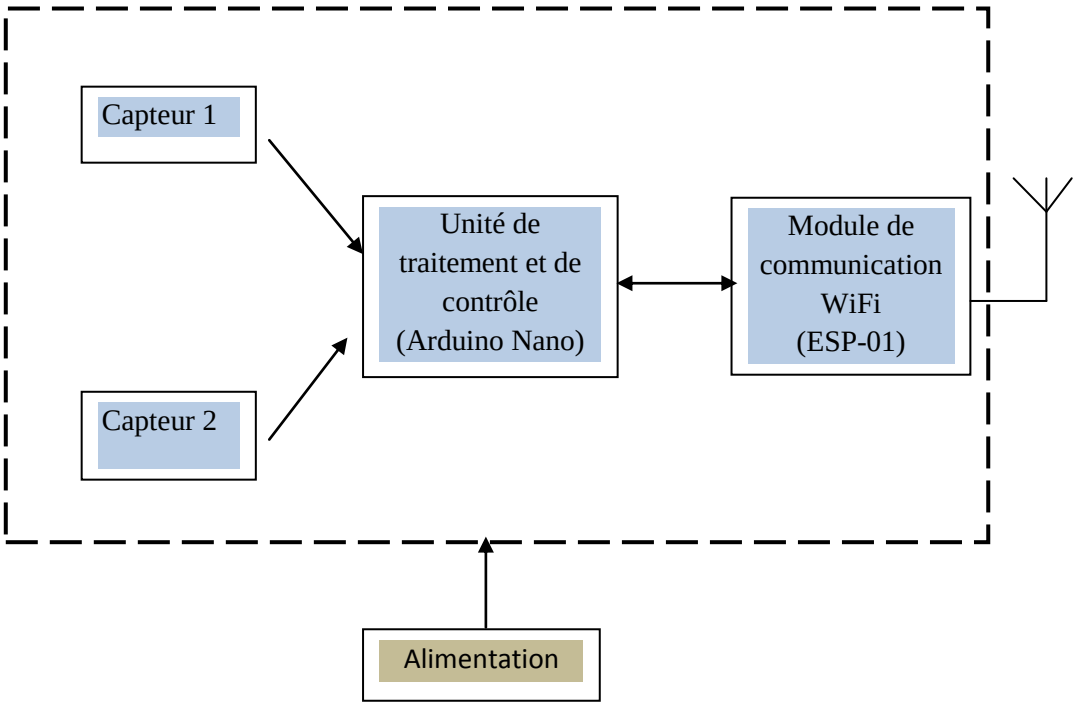


Figure III.2 : schéma bloc de l'End Node sensor

3.1. Les capteurs :

3.1.1. Le capteur de température et d'humidité DHT11 :

Montré sur la figure III-3, ce module de mesure est constitué d'un capteur de température à base d'une thermistance à coefficient de température négatif et d'un capteur d'humidité résistif. Un circuit intégré s'occupe de faire les mesures, de les convertir et de les transmettre. Chaque module est calibré en usine. Le DHT11 fait partie de ces circuits numériques qui dialoguent au moyen d'une seule ligne série bidirectionnelle "à collecteur ouvert" de type OneWire. *(Un fil)*

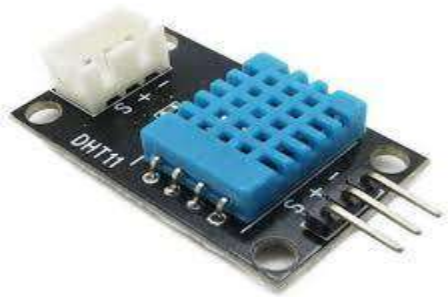


Figure III.3 : Le capteur de température et d'humidité

- **Caractéristiques techniques du capteur d'humidité DHT11 :**

La Figure III-3 donne le brochage du composant ainsi que celui du petit module en circuit imprimé. L'interconnexion de ce module avec Arduino Nano est d'autant plus facile que la bibliothèque DHT11.h est disponible en ligne. Elle se charge des protocoles de dialogue de type série à un seul fil. La ligne filaire peut faire jusqu'à 20 m de longueur entre le capteur et la carte Arduino de traitement utilisée, dans ce cas il faut diminuer la valeur de **R** à 4,7 kΩ. Le format des données série est de 40 bits.

3.1.2. La photorésistance LDR :

Une photorésistance est un composant dont la valeur en Ohms dépend de la lumière à laquelle il est exposé. On la désigne aussi par LDR (Light Dependent Resistor = résistance dépendant de la lumière). La principale utilisation de la photorésistance est la mesure de l'intensité lumineuse (appareil photo, systèmes de détection, de comptage et d'alarme...). Elle est fortement concurrencée par la photodiode dont le temps de réponse est beaucoup plus court. Les matériaux utilisés sont généralement du sulfure ou du séléniure de cadmium qui se comporte comme des semi-conducteurs.

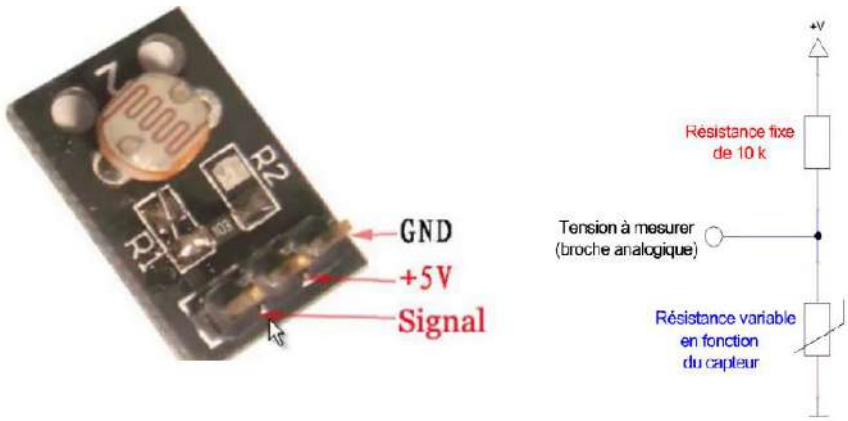


Figure III. 4 : Le module à Photorésistance utilisé et sa structure

- **Caractéristiques :**

- Module miniature ;
- 3 broches pour 5V, Gnd, sortie analogique ;
- Tension d'alimentation de 3 - 5V DC
- Sortie en tension analogique
- Parfait pour les applications de mesure et détection de lumière
- Taille du PCB 30 x 16 mm environ

3.2. Le schéma de câblage du nœud de capteurs :

La figure III-5 présente le schéma de câblage des deux modules capteur avec le nœud de capteurs à base de la carte Arduino Nano et le module de communication WiFi l'ESP8266-01 :

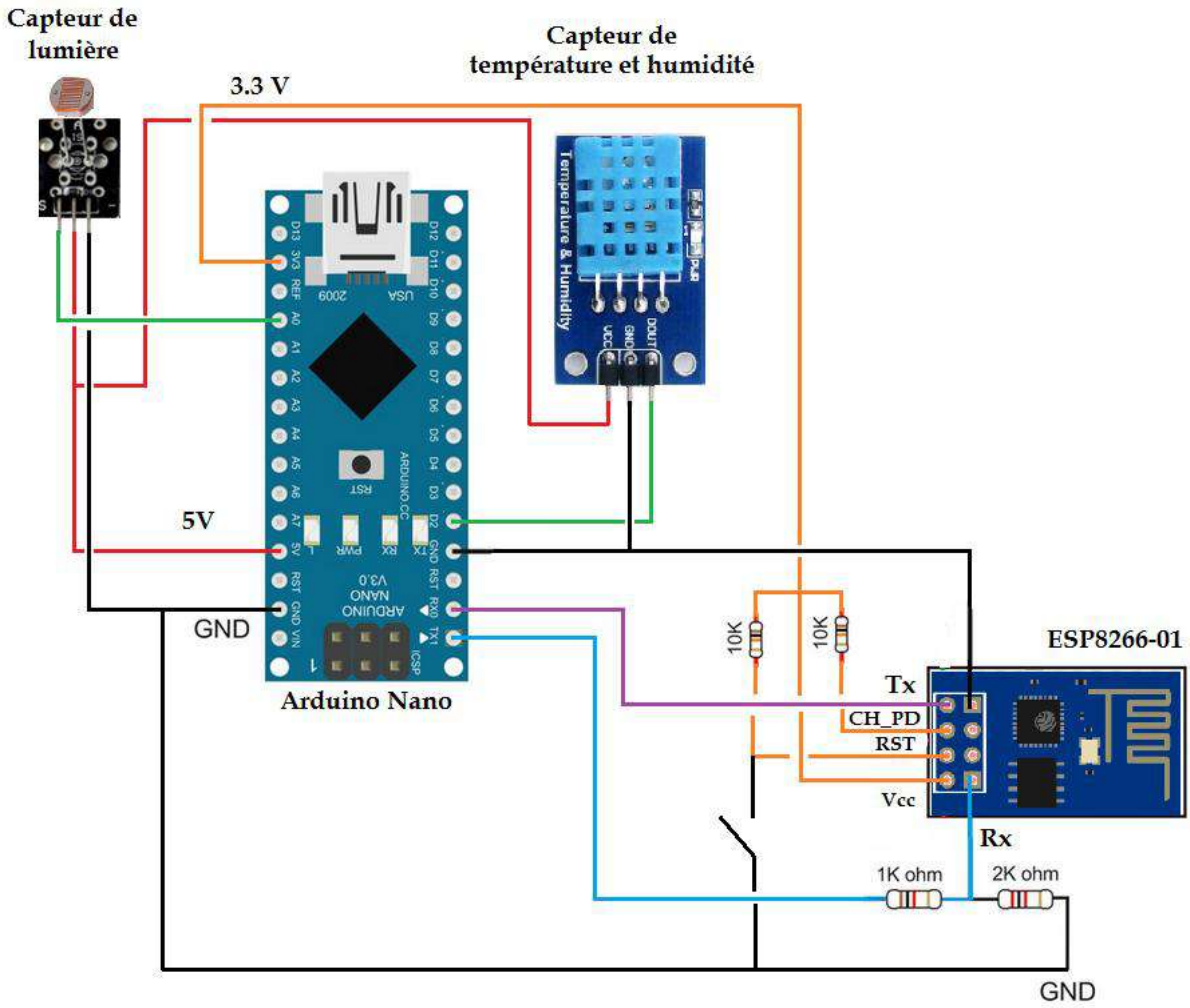


Figure III.5 : Schéma de câblage du nœud de capteurs

Ainsi le module ESP8266-01 est alimenté par la tension 3.3V délivré par la carte Arduino Nano qui a son tour est alimenté par une batterie de 9 V. l'adaptation des niveaux de tension entre la ligne Tx de l'Arduino Nano et la ligne Rx de l'ESP8266 et assuré par le diviseur de tension constitué par les deux résistances de 1 et 2 kΩ. Dans le sens inverse c'est-à-dire de ligne Tx de l'ESP8266-01 vers la ligne Rx de la carte Arduino Nano on n'a pas besoin de faire l'adaptation de niveaux de tensions. Les modules capteurs sont alimentés par 5V, la sortie du DHT11 est envoyée sur une ligne numérique et la sortie du module à LDR est envoyée sur une ligne analogique.

3.3. L'organigramme du programme du nœud de capteurs :

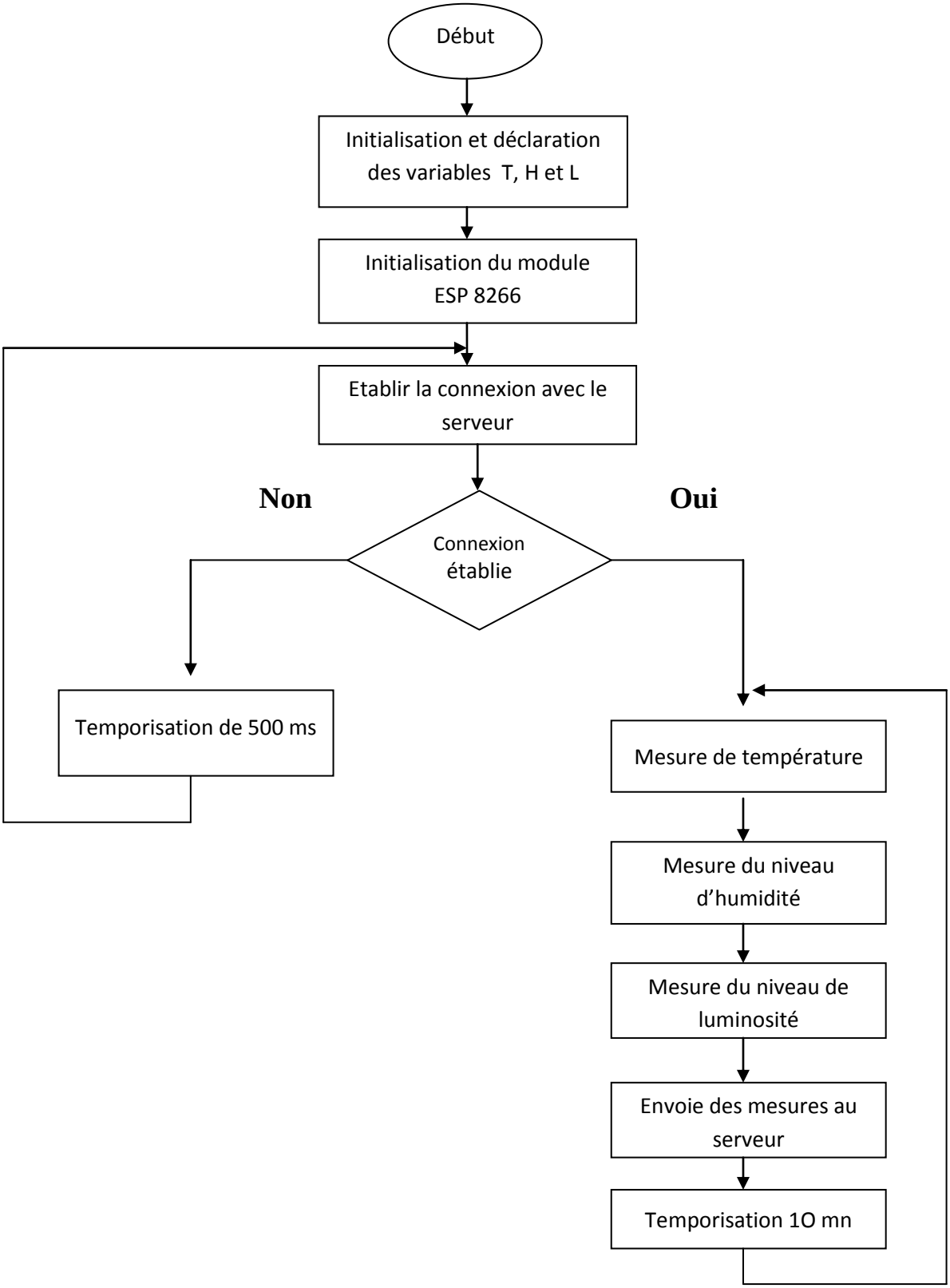


Figure III.6 : L'organigramme du nœud de capteurs

La figure III.6 représente l'organigramme du nœud de capteurs. On commence par initialiser et déclarer les variables, ensuite l'initialisation du module ESP-O1 ; on passe ensuite à l'établissement de la connexion ; si la connexion est établie on effectue nos mesure de température, d'humidité et de luminosité, on temporise 10 mn et on refait les mesures … et si il n y a pas de connexion avec le serveur on temporise 500ms et on réessaye l'établissement de la connexion.

La Figure III.7 présente une photo du nœud capteurs réalisé :

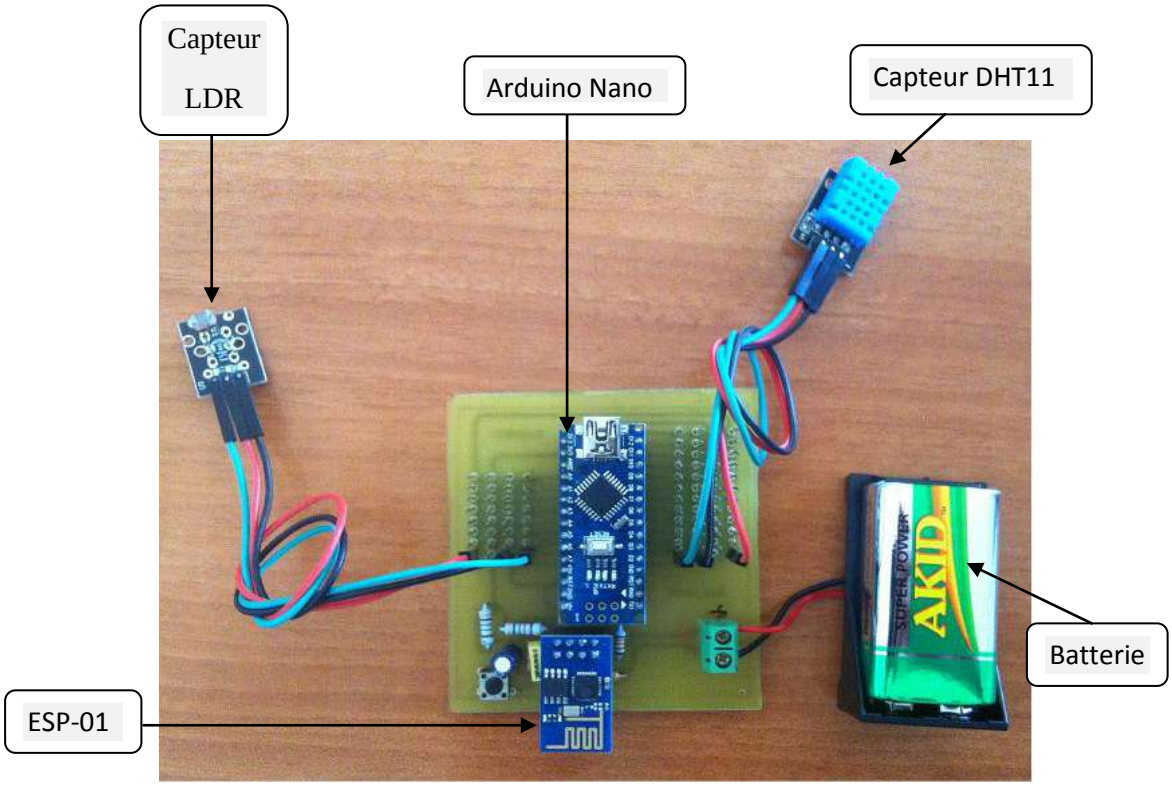


Figure III. 6 : Photo du montage à nœud capteurs

4. Schema bloc du nœud détecteur (End node detector):

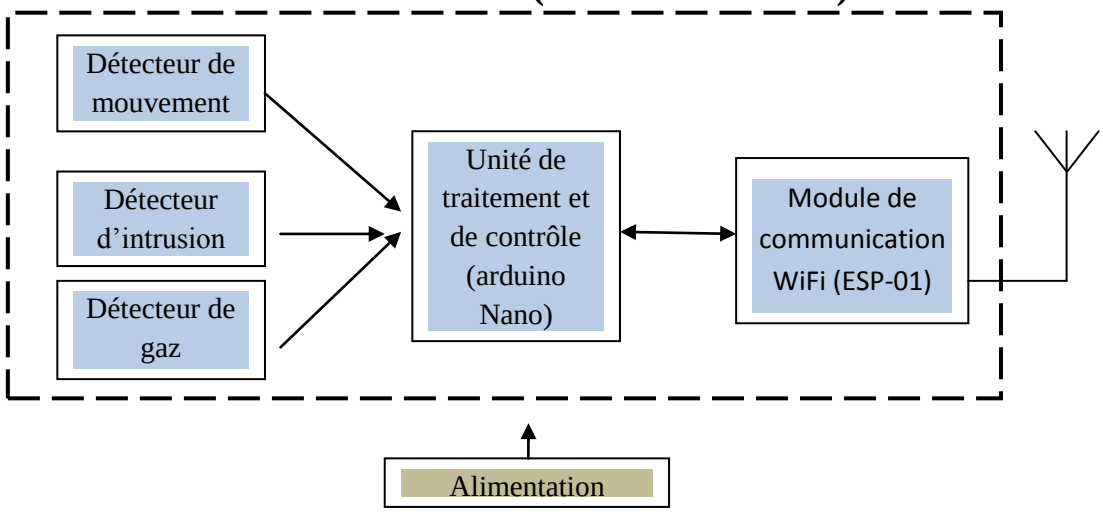


Figure III.7 : Schéma bloc de l'End Node detector

4.1. Les détecteurs :

4.1.1. Détecteur de gaz et de fumée MQ-2 :

Le MQ-2 est un capteur qui permet de détecter du gaz ou de la fumée à des concentrations de 300 ppm à 10000 ppm. Après calibration, le MQ-2 peut détecter différents gaz comme le GPL, l'isobutane, le propane, le méthane, l'alcool, l'hydrogène ainsi que les fumées. Il est conçu pour un usage intérieur à température ambiante.

Le MQ-2 doit être alimenté en 5V pour le capteur physiquo-chimique puisse attendre sa température de fonctionnement. Il dispose d'une sortie analogique et d'une sortie numérique.



Figure III.8 : Le détecteur de gaz MQ-2

- **Spécifications :**
  - Alimentation: 5V ;
  - Type d'Interface: Analogique et numérique ;
  - Large panel de détection ;
  - Réponse rapide et haute sensibilité ;
  - Circuit de Contrôle Simple ;
  - Système stable à longue durée de vie ;
  - Dimensions: 40 x 20mm ;

4.1.2. Le détecteur de mouvement HC SR 501 :

Le capteur PIR *(Passive Infra Red)* détecte une source d'infrarouge placée dans son champ de capture, détecte ses mouvements et déclenche une réponse. Le composant comporte deux capteurs "symétriques" car on cherche à détecter un mouvement et non des niveaux IR moyens.

Les deux senseurs sont câblés de sorte que leurs effets s'annulent. Si l'un reçoit plus ou moins de rayonnement infrarouge que l'autre, la sortie prend alors un état Haut ou un état Bas.



Figure III. 9: Détecteur de mouvement HC SR 501

- **Spécifications :**
  - Tension de fonctionnement : 4,5Vcc à 20Vcc.
  - Consommation statique de 50 µA à 65 µA.
  - Niveaux de sortie : Haut : 3.3 Vcc, Bas : 0 V.
  - Temps de délai ajustable de 0.3 secondes à 18 secondes. (5 secondes par défaut).
  - Temps mort 0.2 secondes.
  - Déclenchement : L sans répétition, H répétition possible.
  - Portée de détection : Angle de moins de 120°, 3 m par défaut, 7 m MAXI.
- **Réglages du capteur :**

• **P1** : Ajustement du délai pendant lequel la sortie reste verrouillée sur HIGH après une détection de mouvement.

• **P2** : Ajustement de la sensibilité du capteur de 3 à 7 m.

4.1.3. Le détecteur d'intrusion :

Un interrupteur de position à lame souple (ILS) permet de détecter sans contact tous les matériaux magnétiques.

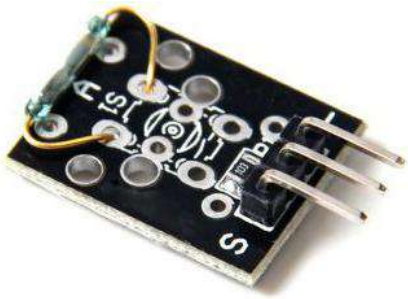


Figure III. 10: Détecteur d'intrusion à ILS

Ce détecteur est constitué d'un boitier à l'intérieur duquel est placé un contact électrique métallique souple. Lorsque le champ magnétique est dirigé sur la face sensible du capteur, le contact souple se ferme et permet la transmission d'une information électrique vers la partie

commande. Les ILS sont souvent montés sur les portes, les fenêtres en face d'un aimant permanent qui assure la fermeture du contact en position fermé de la porte ou la fenêtre a surveillée. Dis que la porte/la fenêtre s'ouvre l'aimant permanent fixé sur la partie mobile s'éloigne de l'ILS provoquant ainsi l'ouverture de son contact souple indiquant l'ouverture de l'issue à surveillé.

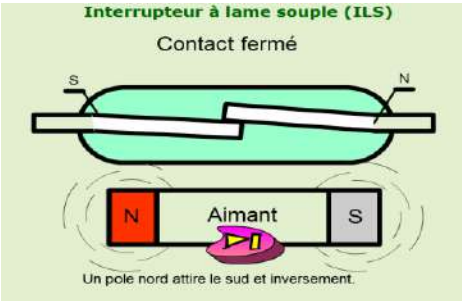


Figure III.11 : Principe de fonctionnement d'un ILS

4.2. Schéma du câblage du nœud détecteur :

La figure III.12 présente le schéma de câblage du nœud détecteur :

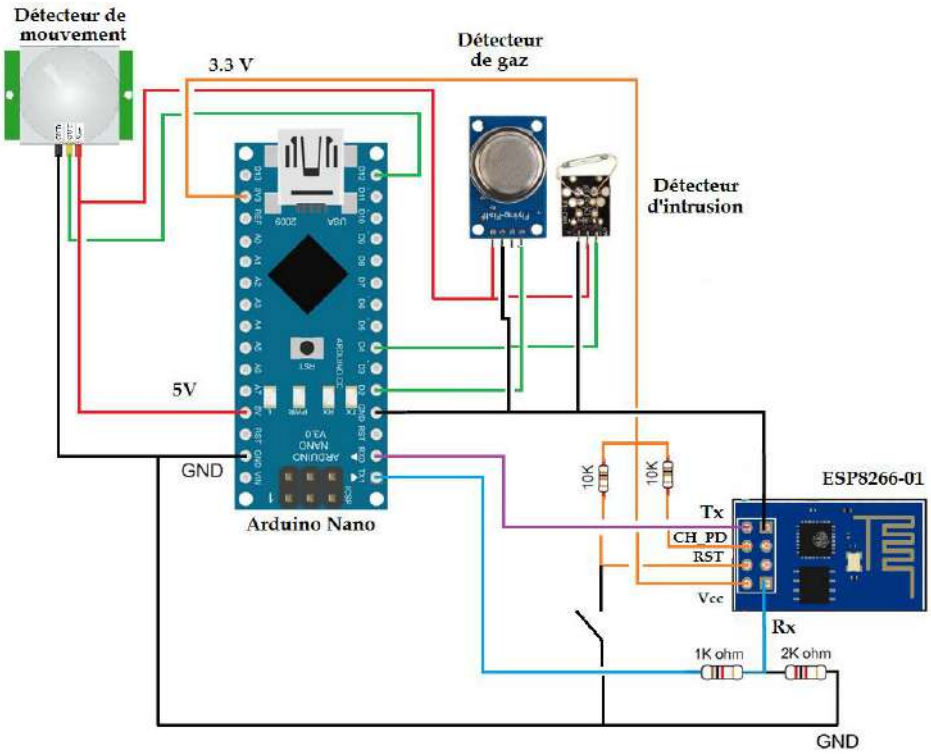


Figure III.12 : schéma du câblage du nœud détecteur

4.3. L'organigramme du nœud détecteur :

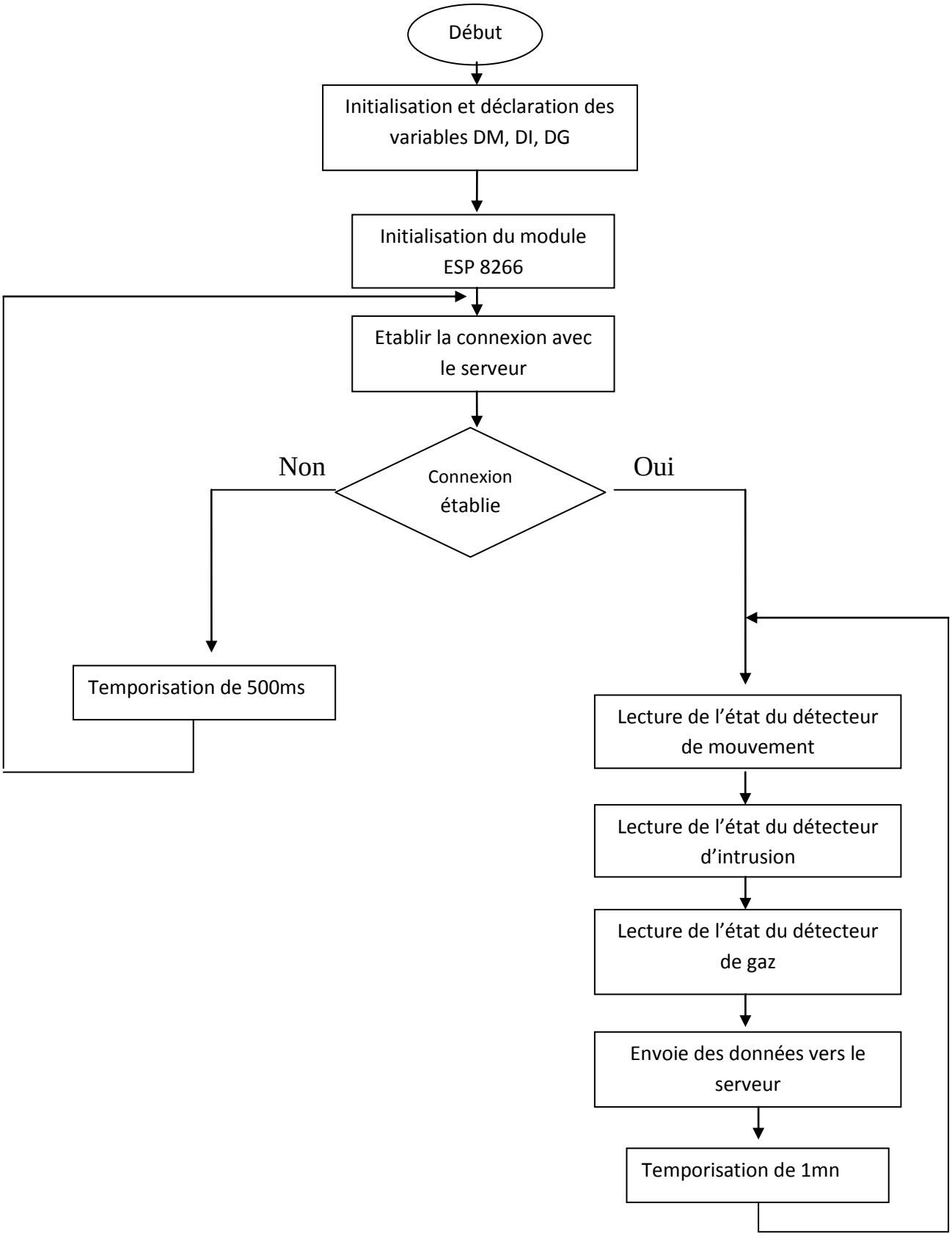


Figure III.13 : l'organigramme du programme du nœud détecteur

La figure III.13 représente l'organigramme du nœud de détecteurs. On commence par initialiser et déclarer les variables, ensuite l'initialisation du module ESP-O1 ; on passe ensuite à l'établissement de la connexion ; si la connexion est établie on lit nos mesure sur la page html, on temporise 1 mn et on refait les mesures … et si il n y a pas de connexion avec le serveur on temporise 500ms et on réessaye l'établissement de la connexion.

La figure III.14 montre la photo du nœud détecteur réalisé :

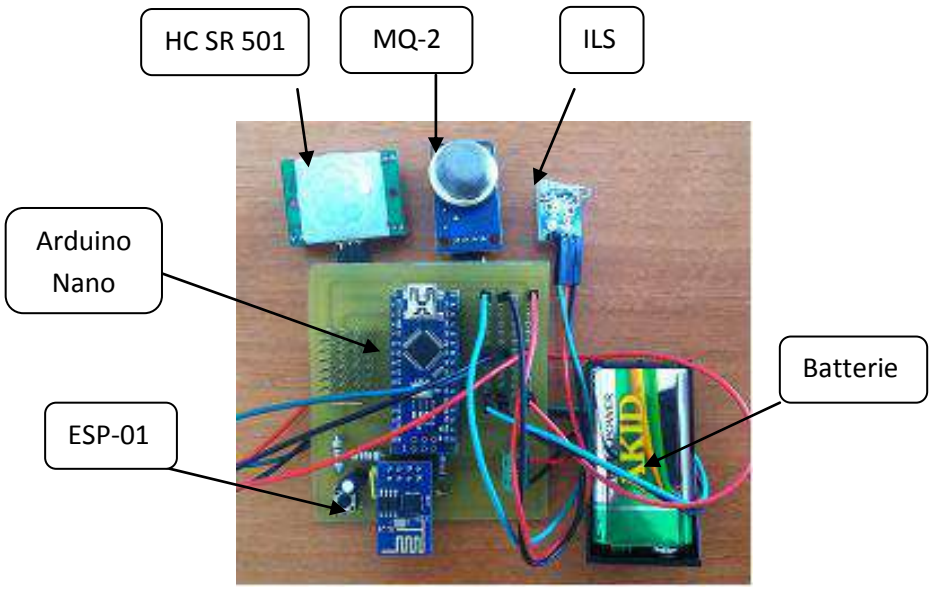


Figure III.14 : photo du montage du nœud détecteur

5. schéma bloc du nœud de commande :

On peut envisager dans le future un 3ème nœud qui ressemble aux deux nœuds précédents et qui pourra jouer le rôle d'un dispositif de commande à distance pour gérer l'éclairage, l'activation de l'arrosage, …etc. Ce nœud à la structure suivante :

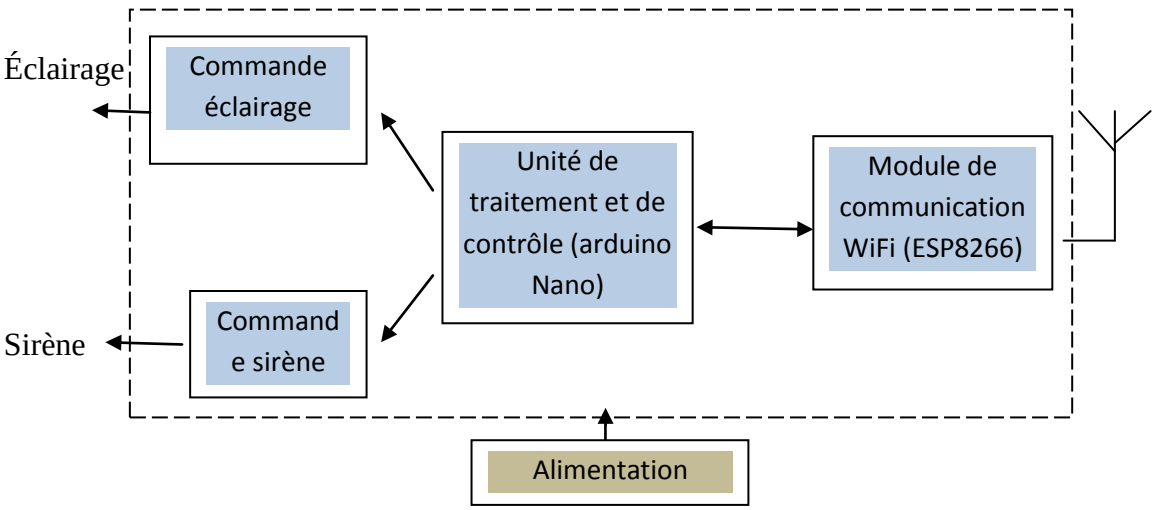


Figure III.15 : Schéma bloc du nœud de commande

6. Schéma bloc du nœud coordinateur (serveur):

La figure suivante présente la structure de notre serveur :

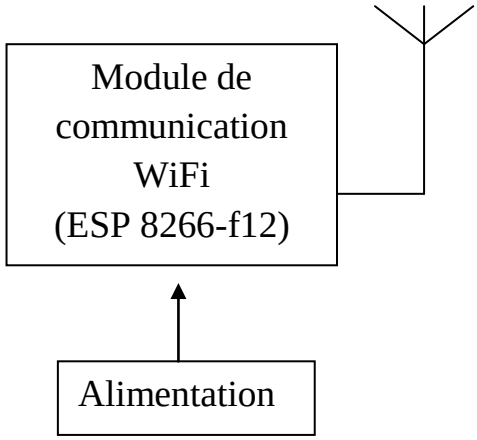


Figure III.16 : schéma bloc du serveur

6.1. Schéma électrique du nœud coordinateur (serveur) :

Le circuit électrique de notre serveur est très simple, il est réalisé autour du module ESP8266-f12 qui est alimenté par une prise USB via un régulateur de tension linéaire LM317, dont le rôle est de fournir une tension de 3.3V à partir de la tension d'entrée de 5V. Le LM317 est un régulateur ajustable dont la sortie peut variée entre 1.25V et 37 V. Le réglage de la tension de sortie à 3.3V est obtenu on ajustant la valeur de la résistance trimmer R1 de 5kΩ.

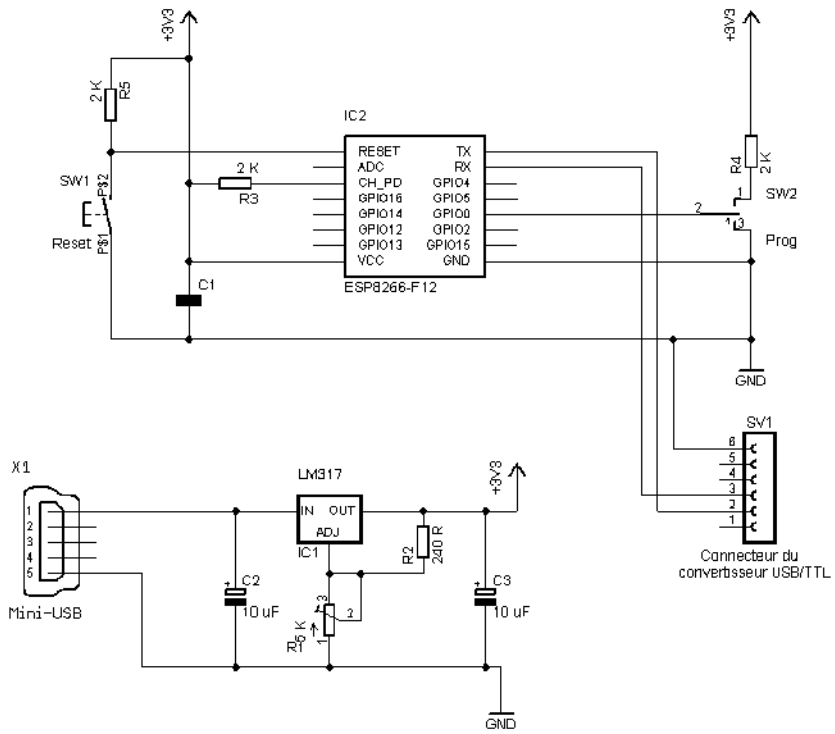


Figure III.17 : schéma électrique du nœud coordinateur (serveur)

6.2. L'organigramme du nœud coordinateur (serveur) :

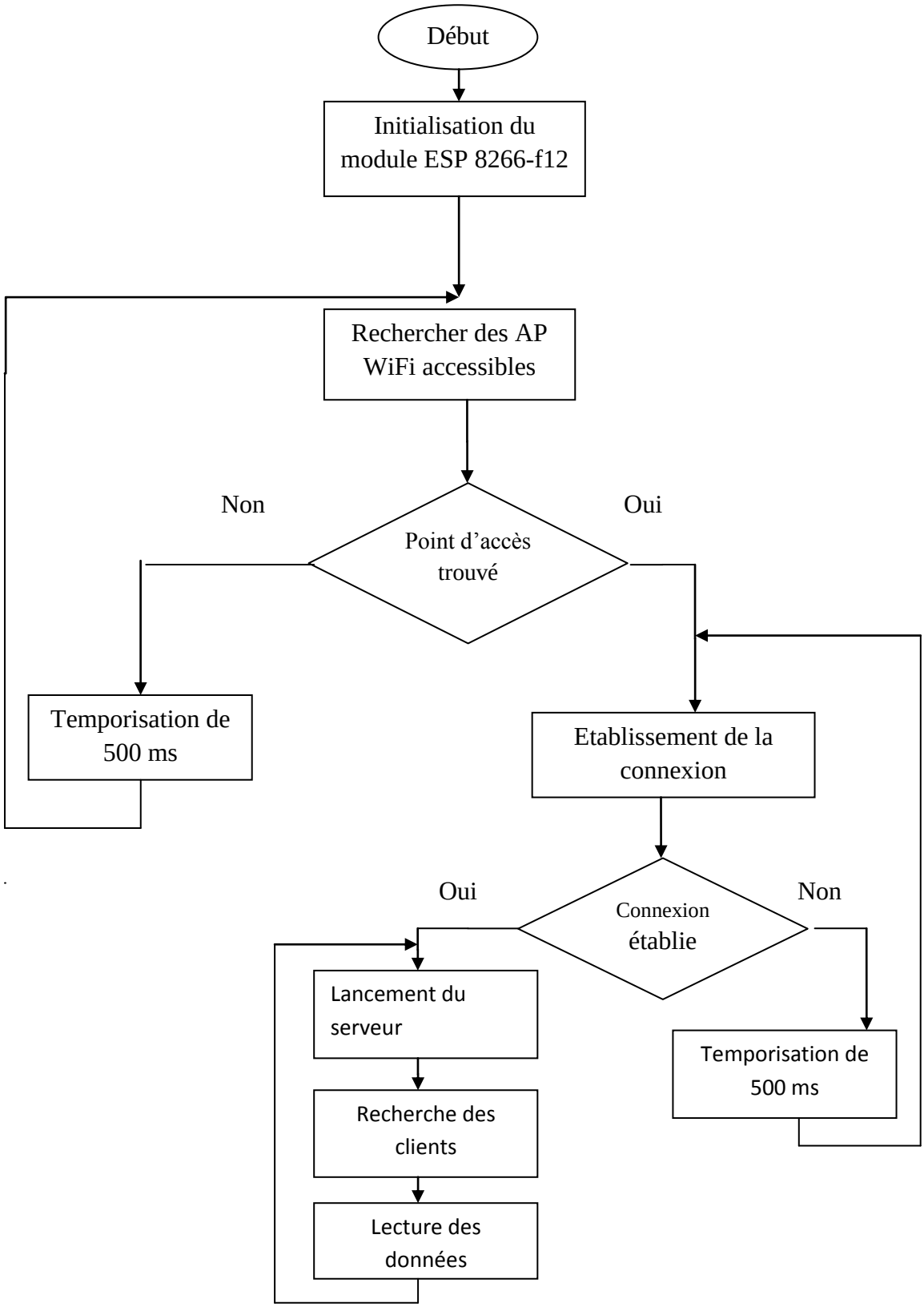


Figure III.18 : L'organigramme du programme du serveur

La figure III.18 représente l'organigramme du nœud de coordinateur. On commence par l'initialisation du module ESP-O1 ; on passe ensuite à la recherche des point d'accès WiFi accessible ; s'il y a des point d'accès trouvé, on établie la connexion avec le serveur on lance le serveur pour la recherche des clients et la l'envoie des données sinon on temporise 500 ms et on réessaye la recherche des point d'accès.

7. Résultats des données envoyées :

La figure III.19 présente la page Html de notre serveur accessible via le réseau WiFi à travers laquelle on peut superviser les états des capteurs et des détecteurs de notre maison ou résidence secondaire :

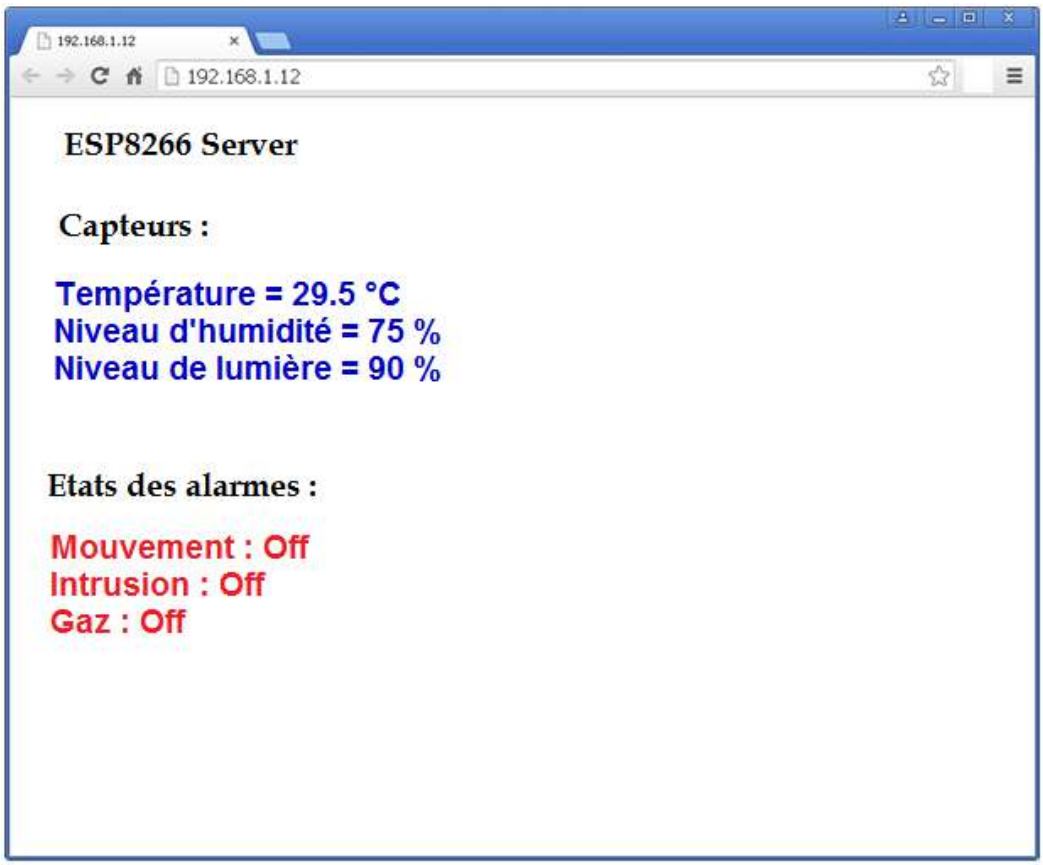


Figure III.19 : La page Html de notre serveur

8. Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons fait la réalisation d'un coordinateur et un nœud de capteurs sans fil « End Node», à base du module WiFi ESP-01 et des microcontrôleurs Arduino Nano, ces applications permettent l'acquisition d'un ensemble d'entrées/sorties analogiques et numériques.

Conclusion générale

Ce travail de fin d'étude avait pour objectif de réaliser un serveur wifi d'acquisition de données pour une application de domotique afin d'assurer la supervision à distance d'une maison.

Ce projet s'est déroulé en trois étapes, qui sont brièvement :

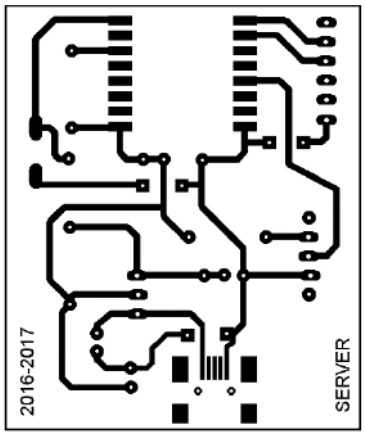
- Réalisation des nœuds de capteurs à base d'Arduino Nano et l'ESP8266-O1.
- Création du serveur WiFi pour l'ESP8266-f12.
- Envoie des data à travers le web vers un ordinateur ou un Smartphone distant.

On s'est intéressé particulièrement à une application domotique afin de garantir plus de confort et de sécurité chez soi et même pour une visée économique. Ce concept peut être utilisé dans d'autres domaines, par exemple on peut envisager une utilisation dans le domaine biomédicale pour la supervision des paramètres physiologiques des patients et des personnes âgés surtout avec les derniers progrès sur les biocapteurs.

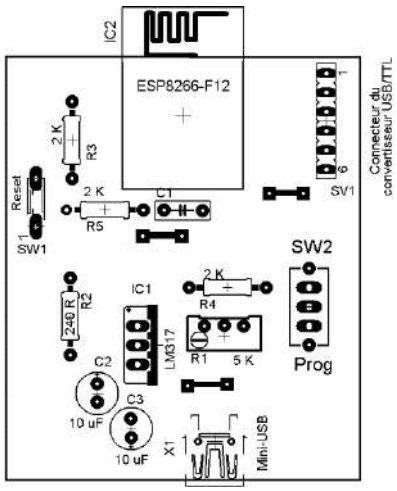
Cependant, pour la réalisation de ce travail l'application a été faite par transmission via un point d'accès WiFi (routeur), ce qui sera aussi plus intéressant, c'est d'ajouter une liaison 3G pour permettre la transmission des alarmes par SMS via les réseaux télécoms pour rendre l'application plus utiles et plus pratiques pour une supervision et contrôle à longues distances.

Annexes

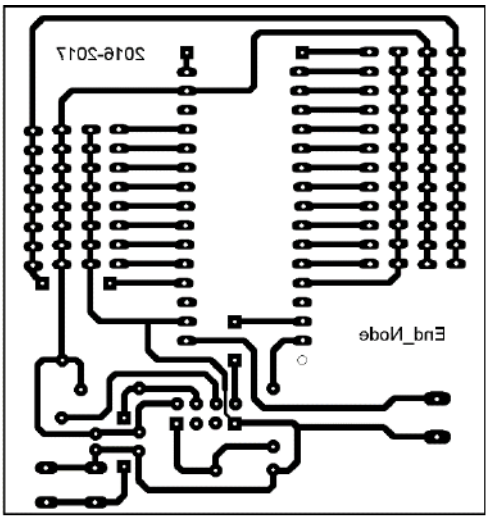
Annexe A



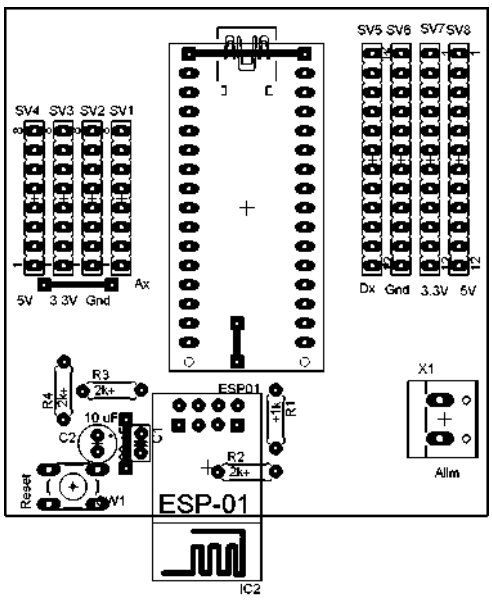
Le circuit imprimé du nœud serveur



Le schéma d'implantation des composants du nœud serveur



Le circuit imprimé des nœuds capteurs et détecteurs



Le schéma d'implantation des composants des nœuds

Capteurs et Détecteurs

Annexe B

Datasheet de l'ESP 8266

乐鑫信息科技
Espressif Systems

1 Introduction

Espressif Systems' Smart Connectivity Platform (ESCP) of high performance wireless SOCs, for mobile platform designers, provides unsurpassed ability to embed Wi-Fi capabilities within other systems, at the lowest cost with the greatest functionality.

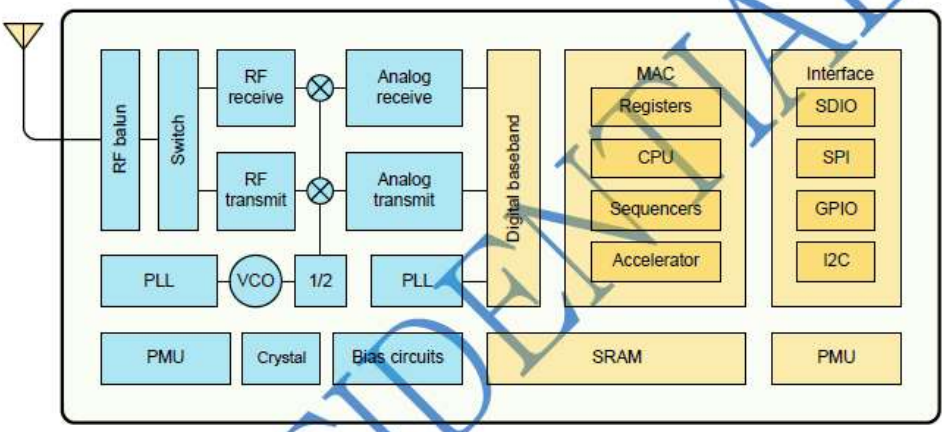


Figure 1: ESP8266 Block Diagram

3 Features

- 802.11 b/g/n protocol
- Wi-Fi Direct (P2P), soft-AP
- Integrated TCP/IP protocol stack
- Integrated TR switch, balun, LNA, power amplifier and matching network
- Integrated PLL, regulators, and power management units
- +19.5dBm output power in 802.11b mode
- Integrated temperature sensor
- Supports antenna diversity
- Power down leakage current of < 10uA
- Integrated low power 32-bit CPU could be used as application processor
- SDIO 2.0, SPI, UART
- STBC, 1×1 MIMO, 2×1 MIMO
- A-MPDU & A-MSDU aggregation & 0.4μs guard interval
- Wake up and transmit packets in < 2ms
- Standby power consumption of < 1.0mW (DTIM3)

CONFIDENTIAL

Annexe C

Brochage de l’arduino Nano :

