

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou



Mémoire

Présenté pour l'obtention du grade de :

MASTER

En Informatique

Option : Réseaux, mobilité et systèmes embarquées

Conception et réalisation d'une centrale domotique

Réalisé par :

Mr. Djaouti aghilas

Mr. Mechaour hamid

Encadré par :

M^{me}. M Belkadi Ep Saad

Promotion: 2014 /2015

Sommaire

SOMMAIRE

Introduction générale	1
Chapitre 1 : INTRODUCTION A LA DOMOTIQUE	
I.1 Introduction	2
I.2 La domotique.....	3
1.1.Origine du mot domotique.....	3
1.2.Définitions.....	3
a. Définition LAROUSSE.....	3
b. Définition WIKIPEDIA.....	3
1.3.Présentation.....	3
1.4.Les réseaux utilisés.....	4
1.4.1. Les réseaux domestique traditionnels.....	4
1.4.2. Les réseaux basé sur le modèle TCP/IP.....	5
1.5.Les motivations des usagers.....	6
1.6.Les domaines de la domotique, présentations.....	8
1.6.1. La sécurité dans l’habitat.....	8
1.6.2. La gestion de consommations.....	10
1.6.3. Les communications.....	10
1.6.4. Le confort.....	11
I.3 Conclusion.....	13
Chapitre 2 : GENERALITE SUR LES RESEAUX ET LES SYSTEMES EMBARQUES	
PARTIE I : Généralité sur les réseaux.	
II.1 Introduction.....	14
II.2 Les réseaux filaires.....	14
II.2.1 Définition.....	14
II.2.2 Architecture des réseaux filaires.....	14
a. Architecture client/serveur.....	14
b. Architecture poste à poste	15
c. Le principe de ces deux architectures.....	16
II.2.3 topologie des réseaux filaire.....	16
II.2.3 topologie des réseaux filaire.....	16
a. Topologie en bus	16
b. Topologie étoilée	17
c. Topologie anneau.....	18
d. Topologie maillée.....	19

II.3	réseaux sans fil.....	20
II.3.1	définition.....	21
II.3.2	Les catégories de réseaux sans fil.....	21
1.	Bluetooth	21
1.c.	Historique.....	21
1.d.	Origine du mot.....	22
1.e.	Principe de communication	22
1.f.	Architecture Bluetooth:	23
1.g.	Etablissement des connexions.....	24
1.h.	La modulation.....	25
1.i.	Norme Bluetooth	25
1.j.	Différence entre BLE et Bluetooth	26
2.	Home RF.....	26
3.	Zig Bee	27
4.	Infrarouge	27
5.	Wifi	27
6.	Hiper.....	28
7.	LAN	28
8.	WiMax	29
9.	GSM	29
10.	Les GPRS	29
11.	Les EDGE	30
12.	Les UMTS.....	30
II.4.	la commutation	31
a.	Commutation de circuit.....	31
b.	Commutation de paquets.....	31
c.	Commutation de cellules.....	31
 PARTIE 2 : Généralité sur les réseaux.		
II.1.	Définition	32
II.2.	Histoire des systèmes embarqués	32
II.3.	Caractéristique d'un système embarqué	33
II.4.	Architecture d'un système embarqué	34
II.5.	Contraintes d'un système embarqué	35
II.6.	Contraintes matérielles d'un système embarqué.....	36
II.7.	Domaine d'utilisation	37

Chapitre 3 : CONCEPTION DU SYSTEME DOMOTIQUE.

III.1. Introduction	38
III.2. Besoin fonctionnel du système	38
III.2.1. le but du projet	38
III.2.2. Fonctionnalité de base du système	39
III.2.3. schéma synoptique du système	39
III.3. Descriptions des composants du système	41
III.3.1. Module IHM.....	41
III.3.2. le module commande	42
III.3.3 : Module capteur	43
III.3.4. Module actionneur	44
III.3.5. Module de connexion	44
III.3.6. Module IR (infrarouge)	45
III.4. Vue fonctionnel	46
III.4.1 Les acteurs de notre système.....	46
III.4.2. Spécification des scénarios.....	46
III.4. Conclusion.....	47

Chapitre VI : REALISATION.

Introduction	48
IV.1. Outils de développement	48
IV.2. Arduino IDE	49
IV.3. Android Studio	52
1. Présentation	52
2. Les composants choisis	52
a. Arduino MEGA	52
b. RFduino.....	54
c. Capteur DHT11	56
d. Double roulais	61
e. Récepteur infrarouge	62
f. Télécommande IR universelle	62
IV.4. La programmation des cartes	64
a. La carte Arduino MEGA	64
b. Les deux cartes RFduino.....	64
IV.5. Présentation de l'application	64
IV.6. Test et simulation	69
IV.7. Conclusion	69

Conclusion générale	70
----------------------------------	-----------

Liste des figures et tableaux

Listes des figures

Figure II.1 : architecture client/ serveur.....	14
Figure II.2 : Topologie en bus.....	15
Figure II.3 : topologie étoilée.....	16
Figure II.4 : topologie en anneau.....	17
Figure II.5 : topologie maillé.	18
Figure II.6 : réseaux sans fil.	19
Figure II.7: architecture Bluetooth.....	22
Figure II.8 : architecture d'un système embarqué.....	33
Figure III.1 : schéma synoptique du système domotique.	38
Figure IV .1 : Interface de IDE Arduino.....	49
Figure IV.2 : Terminal connexion Série de l'IDE arduino.....	50
Figure IV.3 : La barre des boutons.....	50
Figure IV.4 : Carte Arduino Mega.....	52
Figure IV .5 : Carte RFduino.....	54
Figure IV.6 : Shield USB pour RFduino.....	54
Figure IV.7 : Connexion Du capteur DHT11 avec un PIN.....	56
Figure IV.8 : Double relais (vue de haut).....	60
Figure IV.9 : Double relais (vue de deriere).....	60
Figure IV.10 : Récepteur InfraRouge.....	61
Figure IV.11 : Commande IR universelle.....	62
Figure IV .12 : La première vue de notre application.....	64
Figure IV.13 : Demande l'autorisation pour activer le Bluetooth.....	65
Figure IV.14 : Appareils repérer après un scan.....	66
Figure IV.15 : Deuxième vue de l'application.....	67

Liste des Tableaux

Tableau I.1 : la sécurité dans l'habitat, besoins et moyens.....	8
Tableau I.2 : gestion des consommations, besoins et moyens.....	9
Tableau I.3 : la communication, besoins et moyens.....	10
Tableau I.4 : confort, besoins et moyens.....	11
Tableau II.1 : contrainte d'un système embarqué.....	34
Tableau II.2 : contrainte matérielles d'un système embarqué.....	35
Tableau III.1 : spécification du scénario avec le module IHM.....	45
Tableau III.2 : spécification du scénario avec le module IR.....	46
Tableau IV.1 : spécifications électroniques des modules RFduino.....	55
Tableaux IV.2 : format d'un paquet du capteur DHT11.....	57
Tableaux IV.3 : code des commandes IR universelles.....	62

Introduction générale

Les progrès conjoints de la microélectronique, des technologies de transmission sans fil et des applications embarquées ont révolutionnées la vie des gens. Ces technologies mises au service du confort et de la sécurité constituent l'une des préoccupations principales d'une société innovatrice et futuriste. En effet, avec un simple clique, on peut gérer à distance des tâches simple du quotidien, sécuriser une maison, apporter plus d'autonomie pour les personnes âgées et démunies physiquement. L'ensemble de ces technologies collabore dans le cadre du domaine de la domotique.

Paru dans les années 80, la domotique a pris de l'ampleur dans les sociétés avancées. Les concepts de la centralisation et du contrôle à distance sont les principales caractéristiques de cette discipline, ce qui lui a valu autant d'engouement.

Dans le cadre de notre projet de fin d'études de master en Informatique, réseaux, mobilité et système embarqué, nous avons été amenés à travailler sur la création d'un système domotique. Ce projet permet de consolider les acquis cumuler durant les deux ans de formation, et englobe les trois axes principaux de celle-ci.

Ce présent rapport sera structuré en 4 chapitres :

Le premier chapitre « introduction a la domotique », présentera les concepts de la domotique, ses domaines d'application.

Le deuxième chapitre « généralité sur les réseaux et les systèmes embarqués », sera composé de deux partie : une partie consacrée aux réseaux et une autre partie dans laquelle seront développé les systèmes embarqués.

Le troisième chapitre « conception du projet» dans la quelle on décrira notre projet, et les différents et les différents aspects qui entre dans sa réalisation.

Le quatrième et dernier chapitre «la réalisation » exposera la mise en œuvre du projet, les différentes étapes suivies et les composants utilisés pour notre projet.

1. Introduction

Les premiers développements de la domotique sont apparus au milieu des années 1980. Ils sont la conséquence de la miniaturisation des systèmes électroniques et informatiques. Le développement des composants électroniques dans les produits domestiques a amélioré les performances, rationalisé et réduit les coûts de consommations en énergie des équipements. La combinaison de ce processus avec l'apparition sur le marché de services de communication performants (RNIS, numérisation des réseaux, Minitel...) n'est pas étrangère à l'émergence de systèmes innovants orientés vers la communication et les échanges dans le logement et vers l'extérieur de celui-ci. Une démarche visant à apporter plus de confort, de sécurité et de convivialité dans la gestion des logements a ainsi guidé les débuts de la domotique.

Elle a privilégié deux aspects :

- l'intégration, en permettant aux produits d'agir de manière autonome tout en communiquant et en interagissant avec les autres équipements de la maison.
- la multifonctionnalité, en offrant des fonctions relevant de domaines et de métiers aussi différents que la maîtrise de l'énergie, la sécurité des biens et des personnes, la communication.

Lors des premiers pas de la domotique, l'offre industrielle s'est structurée autour de deux grands axes :

- les produits pour l'habitat collectif qui combinent les fonctions de gestion des consommations d'énergie et de sécurité avec celles de communication (assez proche de l'immatique),
- les produits pour l'habitat individuel, où la gestion de l'énergie n'est pas obligatoirement la fonction la plus porteuse pour le marché, comparée à la sécurité des biens et des personnes (service de santé notamment), à la gestion des automatismes et à la communication.

L'observation des expérimentations menées depuis 1985 montre un développement de la domotique suivant trois axes majeurs :

- les automates dont la sophistication ne cesse de progresser apportent des commodités de confort et de sécurité. Leur coût ne les rend accessibles pour l'instant qu'à la partie aisée de la population. Ils peuvent aussi apporter une sécurité auprès des personnes à mobilité réduite, handicapées physiques ou âgées.
- les interfaces d'assistance à la gestion d'énergie qui offrent des possibilités importantes de gestion directe des consommations, des charges, de surveillance des réseaux. Elles sont surtout utilisées par les gestionnaires de l'habitat et par les prestataires de services techniques (eau, gaz, électricité...).
- les outils de communications qui sont amenés directement dans l'habitat et qui y apportent des télé-services (assistance, soins, formations...). Ils sont organisés autour du câble, du téléphone et de ses extensions.

2. La domotique :

2.1. Origine du mot domotique :

Le mot "domotique" vient de la contraction de deux mots

- domus [la maison en latin]
- télématique [techniques qui associent l'informatique et les télécommunications]

Les origines de l'innovation domotique se situent au lendemain du second choc pétrolier à travers la gestion des flux dans le bâti. L'offre domotique a depuis évoluée pour comprendre aujourd'hui des systèmes techniques qui intègrent à l'habitat tous les automatismes en matière de gestion de l'énergie, de sécurité, de communication et de confort. L'innovation domotique s'inscrit dans le développement de l'environnement des technologies de l'information et des communications. [source H.Lefebvre / CNRS]

2.2. Définitions :

a. Définition LAROUSSE :

Ensemble des techniques visant à intégrer à l'habitat tous les automatismes en matière de sécurité, de gestion de l'énergie, de communication, etc.

b. Définition WIKIPEDIA :

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.

2.3. Présentation :

La domotique est le domaine technologique qui traite de l'automatisation du domicile, d'où l'étymologie du nom qui correspond à la contraction des termes "maison" (en latin "domus") et "automatique".

Elle consiste à mettre en place des réseaux reliant différents type d'équipements (électroménager, hifi, équipement domotique, etc.) dans la maison. Ainsi, elle regroupe tout un ensemble de services permettant l'intégration des technologies modernes dans la maison.

Quatre créneaux principaux sont ainsi visés par la domotique. Ce sont :

- **la santé** (télésanté, télé médecine, etc.)
- **la sécurité** (mise en place d'alarmes, de caméras IP ou d'autres équipements permettant la télésurveillance)
- **le confort de vie** (la cafetière fait le café automatiquement tous les jours à 8h du matin, etc.)
- **les économies d'énergies** (régulation du chauffage, lancement de certaines tâches couteuse en énergies pendant les heures creuses d'EDF, etc.)

La domotique repose sur le concept Machine to Machine (désigné par M2M ou encore MtoM) qui consiste à rendre des machines intelligente en leur permettant de communiquer entre elles sans intervention humaine.

Cette notion d'automatisation sur laquelle est basée la domotique n'est pas seulement appliquée à la maison. En effet, l'immotique est son équivalent mais à plus grande échelle puisqu'elle est destinée aux bâtiments, aux immeubles et aux sites industriels. Néanmoins, nous n'aborderons dans nôtres mémoire que la domotique.

2.4. Les réseaux utilisés

Ils existent 2 types de réseaux :

- **les réseaux de type traditionnels** où la domotique a fait ses premiers pas. Ce sont des réseaux dans lesquels on réutilise le câblage électrique de la maison comme support de transmission et les signaux électriques comme langage de transmission.
- **les réseaux basés sur le modèle TCP/IP** que le marché de la domotique voit de plus en plus apparaître.

2.4.1. Les réseaux domestiques traditionnels :

Ces réseaux utilisent la technologie CPL.

Les courants porteurs en ligne (CPL) est une technologie permettant le transfert d'informations numériques en passant par les lignes électriques. De ce fait, il s'agit d'une alternative aux traditionnels câbles et à la technologie Wifi.

Le principe des CPL consiste à superposer au courant électrique de 50 Hz un signal à plus haute fréquence et de faible énergie. Ce deuxième signal se propage sur l'installation électrique et peut être reçu et décodé à distance. Ainsi le signal CPL est reçu par tout récepteur CPL qui se trouve sur le même réseau électrique.

On classe traditionnellement les CPL en deux catégories en fonction du débit offert:

- Les CPL à haut débit utilisent des modulations multiporteuses de type OFDM dans la bande (bande 1,6 à 30 MHz).
La technique CPL haut-débit permet de faire passer des données informatiques sur le réseau électrique, et ainsi étendre un réseau local existant ou partager un accès Internet existant via les prises électriques grâce à la mise en place de boîtiers spécifiques. Dans l'état actuel de la technique, les débits atteints sont compris entre 14 Mbit/s et 200 Mbit/s.
- Les CPL à bas débit utilisent des techniques de modulations assez simples, par exemple quelques porteuses (mais une seule à la fois) en modulation de fréquence. Les bandes des fréquences utilisées sont comprises entre 9 et 150 kHz en Europe et entre 150 et 450 kHz aux États-Unis (il n'y a pas de radios grandes-ondes aux USA). La technique CPL bas-débit s'adresse principalement à deux applications. Le standard domotique EIB/KNX (un standard européen dans le domaine de l'énergie et des techniques du bâtiment) utilise les CPL pour mettre en réseau des appareils électriques dans des domaines aussi divers que les machines à laver, les volets roulants, le chauffage. On utilise aussi les CPL bas-débit pour des applications de gestion du réseau de transport et de distribution électrique ou encore de télé-relève des compteurs électriques. Les débits sont typiquement de 2,4 à 20 kbit/s.

En haut comme en bas débit, la communication est soumise à des bruits et à de fortes atténuations. Il est donc nécessaire de mettre en œuvre de la redondance, par exemple sous la forme de codes correcteurs d'erreurs. Un coupleur intégré en entrée des récepteurs CPL élimine les composantes basses fréquences avant le traitement du signal. Le modem transforme un flux de bits en signal analogique pour l'émission et inversement en réception, celui-ci inclut les fonctions d'ajout de la redondance et de reconstitution du flux de bits original ou correction d'erreur.

2.4.2. Réseaux basés sur le modèle TCP/IP :

Nous allons présenter brièvement les réseaux de type TCP/IP en déroulant les couches TCP/IP puis on aura une partie sur les réseaux de type TCP/IP dans le chapitre 2 :

- Couche Physique:
Au niveau de la couche hardware, les réseaux filaires utilisés sont essentiellement ceux qui étaient traditionnellement utilisés dans la domotique : CPL, Ethernet : Coaxiale, paire torsadée. On note cependant l'émergence des réseaux de type PAN (Personal Area Network).
Par contre, pour plus de mobilité, la domotique s'intéresse beaucoup aux technologies sans fil de type WPAN et LR-WPAN, notamment le Zigbee. Le Zigbee est très intéressant pour son aspect LR (Low Rate). D'autres types de réseaux à radio fréquences peuvent également être utilisés : Bluetooth, WIFI, Home RF (DECT), 3G ... Au niveau des réseaux sans fil également, on retrouve les types de réseaux traditionnels comme l'infrarouge, le laser. Réseaux sans fil

- **Couche Internet & Transport:**
Au niveau de la couche Internet, le Multicasting est utilisé notamment pour la diffusion de vidéo, pour les loisirs ou la surveillance vidéo. Le broadcast est également beaucoup utilisé, notamment pour la découverte des services. Il est à noter que comme les équipements sont de faible capacité, UDP est souvent utilisé au niveau transport. On a également à ce niveau les mécanismes d'appels distants dans systèmes distribués comme le RPC, les Web services, l'IOP...
- **Couche Application :**
On niveau de la couche application, on a essentiellement des types d'architectures orientées services qui permettent une localisation transparente des services, une transparence des protocoles de basse couche et surtout une indépendance vis-à-vis des langages de programmation. Cette transparence est très adaptée aux équipements dynamiques et donc à la domotique. Deux modes de déploiement de services sont possibles :
 - Le mode centralisé qui peut se présenter comme une passerelle de services
 - Le mode distribué qui se concrétise en un ensemble de web services

2.5. Les motivations des usagers :

Une nouvelle fois, ce n'est pas le marché qui est à la source de cette " domotique " : c'est évidemment le consommateur, l'utilisateur, parce qu'elle est une valeur ajoutée à son habitat, à sa qualité de vie, il paraît donc évident que l'utilisateur ait son mot à dire.

Selon le site Domotique News, les motivations de l'utilisateur pour la domotique sont multiples et l'on peut considérer les points suivants par ordre d'importance :

- accès partagé à Internet
- partage de ressources informatiques
- gestion et distribution de l'énergie,
- surveillance et sécurité,
- confort et commodité,
- indépendance et autodétermination,
- prestige,
- qualité de vie.

Trop souvent, la domotique a été présentée que par son aspect technique sans prendre en compte les relations de l'individu avec cette technologie au-delà de la simple ergonomie. L'individu est souvent relégué au second plan en tant qu'objet de la bienveillance technique.

La mise en place d'une installation domotique peut s'étaler dans le temps et l'utilisateur sera donc à la recherche :

- d'un système qu'il puisse compléter par lui-même,
- de produits connectés indépendants de leur point de connexion (le " système " doit reconnaître chaque produit communicant " Plug & Play ") afin qu'ils puissent être déplacés,
- d'une transmission d'information qui soit sûre afin d'éviter les erreurs de fonctionnement,
- d'un module d'interface qui soit peu cher et convivial.

CHAPITRE 1 : INTRODUCTION A LA DOMOTIQUE.

D'autres tendances importantes de notre vie socio-économique renforcent également l'introduction de la domotique dans notre habitat.

Les personnes éprouvant des problèmes de mobilité ont de véritables besoins à ce niveau. On pense en premier lieu aux personnes âgées et aux handicapés.

Dans ce cadre, trois fonctions sont essentielles : la sécurité, les économies et la communication (avec une demande de réaction rapide en cas de danger par exemple).

Deux éléments viennent encore s'ajouter : l'assistance à distance et la sécurité domestique. La domotique en tant que service donc, et, dans ce sens, cette nouvelle technologie peut faire des merveilles.

Les utilisateurs sont plus demandeurs de services que de techniques. La domotique passe donc par des services, et surtout des télé-services, proposés à l'habitant pour simplifier son quotidien.

Nous constatons aujourd'hui que l'avenir économique réside bel et bien dans les services, la société Compaq qui vient de décider d'interrompre la production de PC pour se consacrer uniquement aux services informatiques en est une belle illustration, cette tendance nous rassure donc sur le devenir du marché de la domotique qui repose principalement sur ces services.

Une autre tendance qui va influencer directement notre environnement de travail ainsi que notre habitat est le télétravail.

L'organisation du travail dans les entreprises, l'augmentation du trafic routier, l'évolution de la bureautique et des télécommunications, permettent de prévoir pour l'avenir proche une extraordinaire expansion du travail à domicile. La domotique se doit d'être attentive à cette évolution et de prévoir des solutions pour les usagers qui souhaitent équiper leurs habitations d'un espace de télétravail.

Un dernier point à souligner est l'introduction de la domotique dans les immeubles collectifs.

Ces systèmes présentent l'originalité d'apporter des services destinés aux gestionnaires et aux résidents. La domotique collective permet donc de valoriser et de préserver le patrimoine immobilier.

2.6. Les domaines de la domotique, présentation :

Nous avons vu dans les définitions de la domotique que les domaines peuvent être aussi divers que variés ; quelques-uns, les plus importants, sont présents dans chacune de ces définitions, ce sont ces derniers que nous présenteront dans cette partie :

- La sécurité,
- La gestion des consommations,
- Les communications,
- Le confort.

2.6.1. La sécurité dans l'habitat.

La sécurité dans l'habitat comprend la protection des biens mais aussi, et heureusement, la protection des personnes. En résumé, elle comprend :

- la sécurité anti-intrusion;
- la sécurité feu, dégâts des eaux, gaz, inondations.
- le suivi de la santé et de la sécurité médicale (surveillance des enfants, systèmes d'appel de détresse, mesure des fonctions vitales, ...)

Détection automatique des pannes et défaillances :
Les automatismes seront aussi largement employés pour détecter les pannes et défaillances. Ainsi, on pourra détecter automatiquement et de manière préventive des défaillances diverses dans le fonctionnement du logement et de ses équipements : les fuites d'eau ou de gaz, le mauvais fonctionnement des équipements ménagers ou des appareils de chauffage, de climatisation, de fourniture d'eau chaude sanitaire, ... Chacun disposera d'une télé-information (information à distance) sur l' " état " de son logement en cas d'absence (transmission des informations ci-dessus, signal d'alarme, ...). Enfin, la détection d'intrusion sera généralisée et infaillible.

CHAPITRE 1 : INTRODUCTION A LA DOMOTIQUE.

Besoins	Moyens
<p>Vérifier l'identité des personnes qui sonnent à la porte et surveiller les abords immédiats des maisons ou des immeubles sur un écran ou un téléviseur.</p> <p>Surveiller les enfants et communiquer dans les immeubles</p>	<p>Contrôle d'accès</p> <p>Portier audio/vidéo</p> <p>interphone</p>
<p>Détecter les tentatives d'intrusions dans les immeubles ou dans les maisons. Simuler l'occupation de votre logement pendant votre absence. Éclairer automatiquement votre jardin ou votre pallier.</p> <p>Être informé d'un risque ou d'un début d'incendie chez vous ou chez un voisin, localement par un dispositif sonore ou lumineux ou à distance par le téléphone. Prévenir un voisin ou le gardien de l'immeuble pendant votre absence.</p> <p>Prévenir les secours. Contrôler les équipements techniques afin de s'assurer de leur bon fonctionnement et détecter les anomalies qui seraient de nature à créer des sinistres : fuites d'eau ou de gaz, coupures de courant.</p>	<p>Protection contre les intrusions</p> <p>Simulation de présence</p> <p>Détecteurs de présence</p> <p>Protection contre l'incendie</p> <p>Services de télésurveillance</p> <p>Alarmes de dépassement de température</p> <p>Détecteurs de courant</p> <p>Détecteurs de fuites</p>
<p>Mettre en alerte des secours en cas d'incidents, de sinistres, de chutes, de malaises ...</p> <p>Avoir besoin d'une assistance médicale ou sociale à domicile (soins, garde malade ...)</p>	<p>Services de téléassistance</p> <p>Téléphone</p>

Figure I.1 : la sécurité dans l'habitat, besoins et moyens

2.6.2. La gestion des consommations.

Besoins	Moyens
<p>Contrôler votre consommation</p> <p>Eviter les consommations inutiles</p> <p>Eviter les fuites éventuelles</p>	<p>Des compteurs individuels d'eau chaude et d'eau froide, en particulier dans l'habitat collectif.</p> <p>Un système domotique permettant le relevé des compteurs et le suivi en temps réel de votre consommation.</p> <p>L'utilisation d'appareils ménagers à basse consommation, de robinets automatiques ou de mitigeurs thermostatiques.</p> <p>Des détecteurs de fuites reliés à un système domotique.</p>
<p>Maîtriser vos consommations et optimiser le fonctionnement de vos appareils de chauffage.</p>	<p>Installation de thermostats, de programmeurs de gestionnaires d'énergie pour le chauffage et la climatisation.</p> <p>Mise en place de détecteurs permettant d'optimiser la consommation d'électricité en fonction de l'abonnement souscrit.</p> <p>Un système domotique permettant un contrôle global du logement et des appareils.</p>

Figure I.2 : gestion des consommation, besoins et moyens

2.6.3. Les communications.

Le besoin de communiquer :

Le foyer a toujours été un lieu privilégié pour la communication. Celle-ci, autrefois centrée sur la famille et l'environnement proche (amis, voisins...), s'est considérablement élargie au cours du XXème siècle.

La première étape de l'ouverture du foyer vers l'extérieur a été le courrier, puis tout s'est très vite accéléré avec la radio, le téléphone et la télévision. Moyens de transport et moyens de communication ont évolué dans le même sens pour finalement bouleverser le champ de préoccupation des individus. Autrefois très tournés vers les événements locaux, les centres d'intérêts ont vite pris une dimension nationale puis internationale. Grâce aux moyens de

CHAPITRE 1 : INTRODUCTION A LA DOMOTIQUE.

transport et au téléphone, les familles souffrent moins de la dispersion imposée par les études ou le travail.

Besoins	Moyens
<p>Agir sur les équipements et commander leur fonctionnement à distance pendant votre absence.</p> <p>(éclairage, chauffage, arrosage ...)</p>	<p>Téléphone, minitel, micro-ordinateur ...</p>
<p>Etre informé des tentatives d'intrusions et de cambriolages.</p> <p>Réduire les risques d'incendie en étant prévenu au plus tôt.</p> <p>Contrôler les équipements techniques afin d'assurer leur bon fonctionnement et détecter les anomalies qui seraient de nature à créer des sinistres (inondations, fuites de gaz, arrêt de moteurs, décongélation de produits stockés.)</p>	<p>En programmant votre centrale d'alarme ou votre système domotique pour qu'ils appellent en votre absence votre numéro de téléphone, votre radiomessagerie de poche, votre gardien d'immeuble, votre voisin ...</p> <p>La vidéosurveillance en vous abonnant à un centre de télésurveillance.fuites</p>
<p>Connaître les consommations et détecter les fuites éventuelles pendant votre absence.</p>	<p>En contrôlant régulièrement (par le téléphone, le minitel, la micro-informatique) les relevés des différents compteurs (eau, gaz électricité, téléphone ...)</p> <p>En programmant votre système domotique pour qu'il signale toutes les anomalies (consommation anormale, dépassement des seuils ...)</p>

Figure I.3 : la communication, besoins et moyens

2.6.4. Le confort.

Les différents types de confort : Comme pour la sécurité, la notion de confort permet de nombreuses interprétations et est difficile à standardiser. Pour l'un, le confort ce sera une température ambiante de 22 degrés, pour un autre, ce sera 18 degrés... Mais dans un bon fauteuil ! C'est un concept qui dépend de nombreux paramètres comme l'âge, le métabolisme, les habitudes, l'environnement, le milieu social ; la dimension subjective étant essentielle. Comme la sécurité, le confort, c'est aussi ce qui ne se remarque pas ; ce qui se remarque c'est l'inconfort (ou l'insécurité). Une maison

CHAPITRE 1 : INTRODUCTION A LA DOMOTIQUE.

intelligente doit donc offrir le moins d'inconfort possible à ses occupants. Les différentes approches du confort peuvent être séparées en deux grandes familles : confort d'ambiance (confort thermique, qualité de l'air, nuisances, eau chaude sanitaire), et confort d'usage (mobilier, aménagement, décoration, éclairage, tâches ménagères).

"Tout le monde rêve d'un logement encore plus confortable. La bonne température dans chaque pièce, un éclairage adapté, un air sain partout, une ambiance agréable ... selon votre mode de vie.

Il existe de nombreuses solutions pour avoir le confort au bout de ses doigts ".

Besoins	Moyens
Confort thermique Régler et programmer la température des pièces à différents moments de la journée. Eliminer les odeurs ou l'humidité et améliorer la qualité de l'air.	Thermostat programmable, un gestionnaire d'énergie ou un système domotique relié à votre système de chauffage ou de climatisation. Ventilation mécanique contrôlée.
Confort lumineux Commander l'ouverture et la fermeture de volets ou de stores équipés de moteurs électriques. Programmer et régler l'éclairage.	Gestionnaire d'éclairage. Prises électriques commandées ou télécommandées.
Confort sonore et visuel Distribuer le son (Radio, Hi-fi, Interphonie) et des images (TV, vidéo, ...) dans les différentes pièces. Commander à distance les appareils de votre ensemble audio et vidéo.	Système de distribution du son fonctionnant par liaison câblée. Radio ou Infra- Rouge et un système câblé de transmission des images dans l'ensemble des pièces.

Figure I.4 : confort, besoins et moyens

3. Conclusion :

L'évolution de la technologie et du mode de vie nous permet aujourd'hui de prévoir des espaces de travail et de logement mieux adaptés, tant en nouvelle construction qu'en rénovation. Nous devons ces nouvelles possibilités principalement aux progrès réalisés en électronique et à la nouvelle conception des réseaux de communication tant à l'intérieur qu'à l'extérieur des habitations.

La domotique ouvre non seulement de nouvelles possibilités dans le domaine de l'automatisation de l'habitation, mais constitue aussi et surtout un moyen offert à l'individu de contrôler et de gérer son environnement. Grâce à cette nouvelle technologie, l'habitant sera à même de mieux gérer son milieu de travail et de vie sur le plan de la sécurité, du confort, des communications et des applications ménagères.

Le temps où tous les produits industriels étaient identiques pour tous les usagers est révolu. Actuellement, le produit doit s'adapter au mode de vie de l'utilisateur. Dans les années à venir, l'équipement de l'habitation constituera l'une des préoccupations principales du candidat à la construction ou à la rénovation. Les besoins existent déjà et sont assez bien définis.

L'habitant souhaite surtout plus de flexibilité, de sécurité, de confort et de fiabilité. La réponse de l'industrie se trouve en phase de démarrage. Un grand nombre de services et de possibilités de gestion sera offert aux habitants des maisons ou appartements.

Aujourd'hui, certains fabricants présentent des systèmes de dialogue ou de gestion intégrés dans un réseau unique. Il existe également une offre importante en matière de services et de télécommunications. Les centrales domotiques intelligentes et les services de protection sont déjà monnaie courante sur le marché. Pour pouvoir profiter de cette offre à l'avenir, il faudra adapter l'habitation.

Grâce à l'intelligence centralisée, ou même décentralisée, on pourra à l'avenir gérer de manière automatisée toutes les fonctions analysées.

D'ores et déjà, nous pouvons conseiller vivement aux concepteurs, installateurs et autres professionnels de prévoir au minimum la possibilité d'un pré câblage dans chaque nouvelle habitation, pour que l'avenir des habitants soit assuré en matière de domotique.

Cette introduction à la domotique montre clairement qu'elle apporte une nouvelle appréhension de l'habitat, les exigences de l'utilisateur devenant de plus en plus précises et nombreuses. Nous avons pu observer que les domaines réunis par la domotique sont aussi différents que variés, la mise au point d'un standard devient alors aussi nécessaire que complexe.

PARTIE 1 : GENERALITE SUR LES RESEAUX

II.1 Introduction :

Réseau informatique, c'est un ensemble de matériels (ordinateurs, câble, routeur...) et de logiciels permettant à des équipements de communiquer entre eux.

La connexion entre les différents équipements, peut s'effectuer à l'aide de liens permanents comme des câbles, mais aussi au travers des réseaux de télécommunications publics, comme le réseau téléphonique.

Les dimensions de ces réseaux sont très variées, depuis les réseaux locaux, reliant quelques éléments dans un même bâtiment, jusqu'aux ensembles d'ordinateurs installés sur une zone géographique importante.

Les réseaux informatiques permettent aux utilisateurs de communiquer entre eux et de transférer des informations. Ces transmissions de données peuvent concerner l'échange de messages entre utilisateurs, l'accès à distance à des bases de données ou encore le partage de fichiers.

II.2 Les réseaux filaires :

II.2.1. Définition : [<https://www.over-blog.com/>]

Le réseau filaire est un réseau qui comme son nom l'indique est un réseau que l'on utilise grâce à une connexion avec fil. Ce réseau utilise des câbles Ethernet pour relier des ordinateurs et des périphériques grâce à un routeur ou à un commutateur.

On qualifie souvent ce réseau de rapide, fiable et sécurisé.

II.2.2. Architecture des réseaux filaire :

On distingue généralement deux types : architecture client/serveur et l'architecture poste à poste.

a. Architecture client/serveur :

Définition : L'environnement client-serveur désigne un mode de communication à travers un réseau entre plusieurs programmes ou logiciels : l'un, qualifié de client, envoie des requêtes ; l'autre ou les autres, qualifiés de serveurs, attendent les requêtes des clients et y répondent. Par extension, le client désigne également l'ordinateur sur lequel est exécuté le logiciel client, et le serveur, l'ordinateur sur lequel est exécuté le logiciel serveur.

[<https://fr.wikipedia.org/wiki/Client-serveur>]

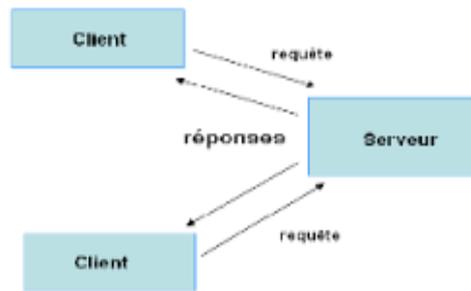


Figure II.1 : architecture client/ serveur

Serveur : On appelle logiciel serveur un programme qui offre un service sur le réseau. Le serveur accepte des requêtes, les traite et renvoie le résultat au demandeur. Le terme serveur s'applique à la machine sur lequel s'exécute le logiciel serveur.

Pour pouvoir offrir ces services en permanence, le serveur doit être sur un site avec accès permanent et s'exécuter en permanence

Client : On appelle logiciel client un programme qui utilise le service offert par un serveur. Le client envoie une requête et reçoit la réponse. Le client peut-être raccordé par une liaison temporaire.

Requête : message transmis par un client à un serveur décrivant l'opération à exécuter pour le compte du client.

Réponse : message transmis par un serveur à un client suite à l'exécution d'une opération, contenant le résultat de l'opération.

b. Architecture poste à poste

Définition : Les réseaux « postes à postes » sont également appelés des réseaux « Peer to Peer » en anglais, ou « point à point » ou « d'égal à égal ». Les réseaux postes à postes ne comportent en général que peu de postes, moins d'une dizaine de postes, parce que chaque utilisateur fait office d'administrateur de sa propre machine, il n'y a pas d'administrateur central, ni de super utilisateur, ni de hiérarchie entre les postes, ni entre les utilisateurs.

Dans un réseau peer to peer, chaque poste est à la fois client et serveur. Toutes les stations ont le même rôle, et il n'y a pas de statut privilégié pour l'une des stations

c. Le principe de ces deux architectures :

Dans une organisation de type égal à égal (ou poste à poste), les fichiers sont répartis sur les disques durs de tous les ordinateurs (c'est la pagaille décentralisée) et tous les utilisateurs **voient** les autres ordinateurs qui sont connectés en même temps, c'est ainsi qu'ils peuvent savoir si une ressource localisée sur telle machine est accessible ou non.

Par contre, dans une organisation de type client-serveur, les fichiers sont généralement **centralisés** sur un serveur, et les utilisateurs **voient** le serveur mais **ne voient pas** les autres machines utilisateur, tout passe par l'intermédiaire du serveur. Dans un réseau de type client-serveur, les ordinateurs ne devront jamais avoir besoin des ressources d'une autre station, parce qu'ils ne pourront simplement pas y accéder.

II.2.3. topologie des réseaux filaire :

Un réseau informatique est constitué d'ordinateurs reliés entre eux grâce à du matériel (câblage, cartes réseau), ainsi que d'autres équipements permettant d'assurer la bonne circulation des données.

On va citer brièvement les principales topologies des réseaux filaires :

a. Topologie en bus : Topologie dans laquelle l'information circule sur un medium central sur lequel se branchent les équipements. Un bouchon sur chaque extrémité supprime les informations afin d'éviter toute saturation du medium. Les équipements émettent chacun leur tour sur le bus.

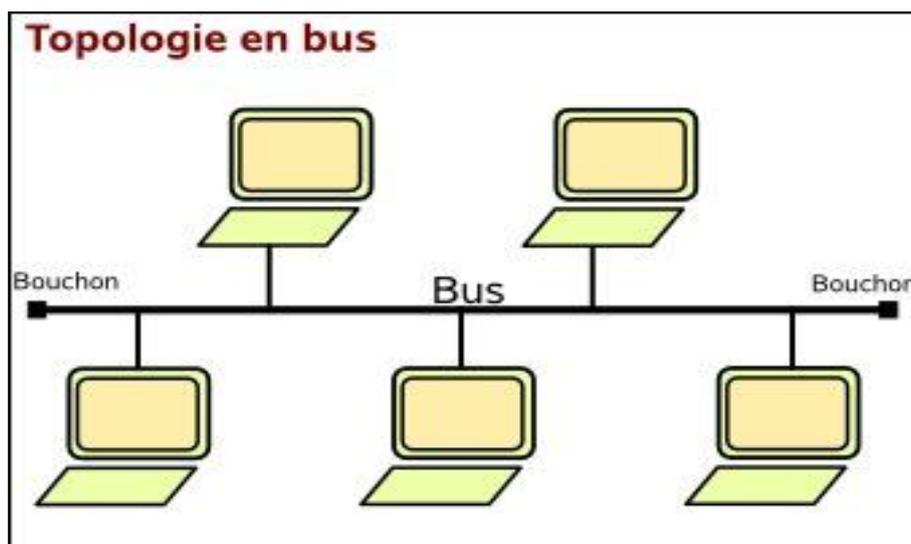


Figure II.2 : Topologie en bus

C'est l'architecture la plus économique et la plus simple à mettre en œuvre. Toute panne d'un équipement n'a aucune répercussions sur le fonctionnement du reste du réseau. En revanche, le signal n'étant jamais régénéré, l'affaiblissement du signal impose un bus de petite longueur.

Le principal inconvénient de cette topologie est que si le câble est défectueux, alors le réseau tout entier ne fonctionne plus. Le bus constitue un seul segment que les stations doivent se partager pour communiquer entre elles.

b. Topologie étoilée : Dans un réseau en étoile chaque poste est relié au réseau par l'intermédiaire de son propre câble à un concentrateur (un hub). Les concentrateurs s'appellent différemment selon la topologie à laquelle ils appartiennent (les switches, les commutateurs...)

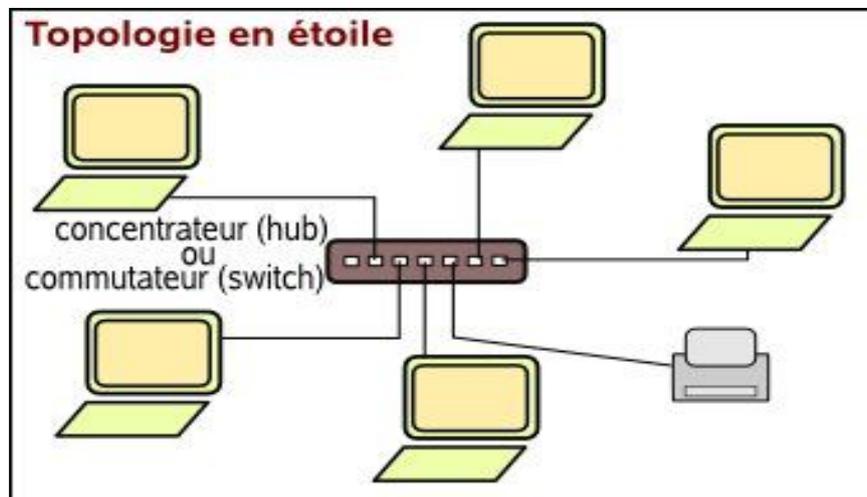


Figure II.3 : topologie étoilée.

Les concentrateurs sont dénommés différemment selon leurs fonctionnalités :

- Les HUB sont de simples concentrateurs qui régénèrent le signal et le transmettent à tous les ports (ceux sont des répéteurs).
- Les SWITCH sont des HUB améliorés qui peuvent transmettre des données simultanément entre plusieurs couples de stations (des répéteurs plus efficaces).
- Les commutateurs segmentent le réseau et filtrent les paquets.

L'équipement central (un concentrateur (hub) et plus souvent sur les réseaux modernes, un commutateur (switch)) qui relie tous les nœuds constitue un point unique de défaillance : une panne à ce niveau rend le réseau totalement inutilisable. Le réseau Ethernet est un exemple de topologie en étoile. L'inconvénient principal de cette topologie réside dans la longueur des câbles utilisés.

c. Topologie anneau : Les réseaux en anneau sont constitués d'un seul câble qui forme une boucle logique.

Les réseaux en anneau sont des réseaux qui gèrent particulièrement le trafic. Le droit de parler sur le réseau est matérialisé par un jeton qui passe de poste en poste. Chaque poste reçoit le jeton chacun son tour, et chaque station ne peut conserver le jeton qu'un certain temps, ainsi le temps de communication est équilibré entre toutes les stations. Le trafic est ainsi très réglementé, il n'y a pas de collisions de « paquets », le signal électrique circule seul sur le câble, depuis la station émettrice jusqu'à la station réceptrice, et cette dernière renvoi un accusé de réception.

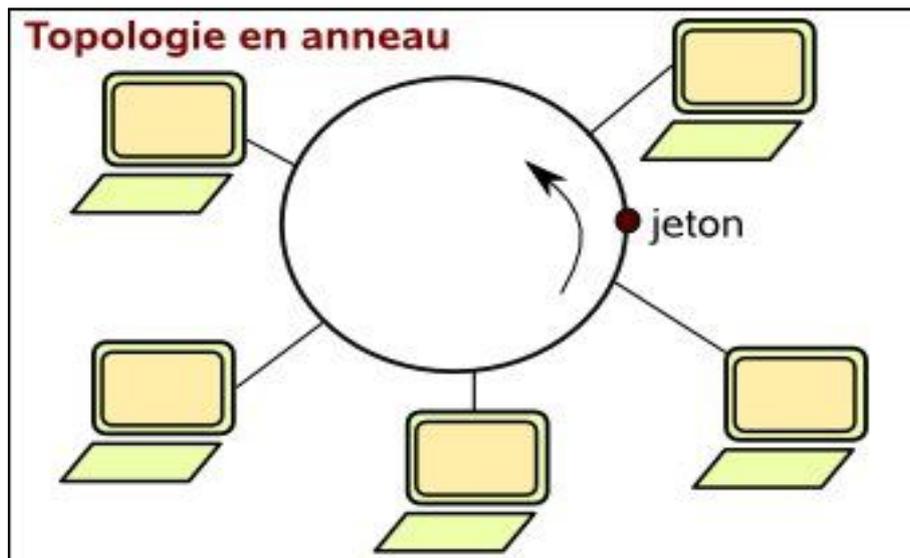


Figure II.4 : topologie en anneau.

La méthode d'accès au réseau s'appelle le passage du jeton. La topologie en anneau est dite « topologie active » parce que le signal électrique est intercepté et régénéré par chaque machine.

Il existe un mécanisme qui permet de contourner une station qui est tombée en panne, c'est le « by-pass ». Quand une station n'a pas reçu le jeton au bout d'un certain temps, une procédure permet d'en créer un autre. En général, l'anneau se trouve à l'intérieur d'un boîtier qui s'appelle un MAU (Multistation Access Unit). Toutes les stations sont reliées au MAU. Il existe des anneaux doubles, où chaque station est reliée à deux anneaux différents. Cette redondance permet d'assurer une certaine sécurité.

d. Topologie maillée : Une topologie maillée correspond à plusieurs liaisons point à point. (Une unité réseau peut avoir (1,N) connexions point à point vers plusieurs autres unités.) Chaque terminal est relié à tous les autres. L'inconvénient est le nombre de liaisons nécessaires qui devient très élevé lorsque le nombre de terminaux l'est : s'il y a N terminaux, le nombre de liaisons nécessaires est de

$$\frac{N \cdot (N - 1)}{2}$$

, fonction qui croît comme N^2 .

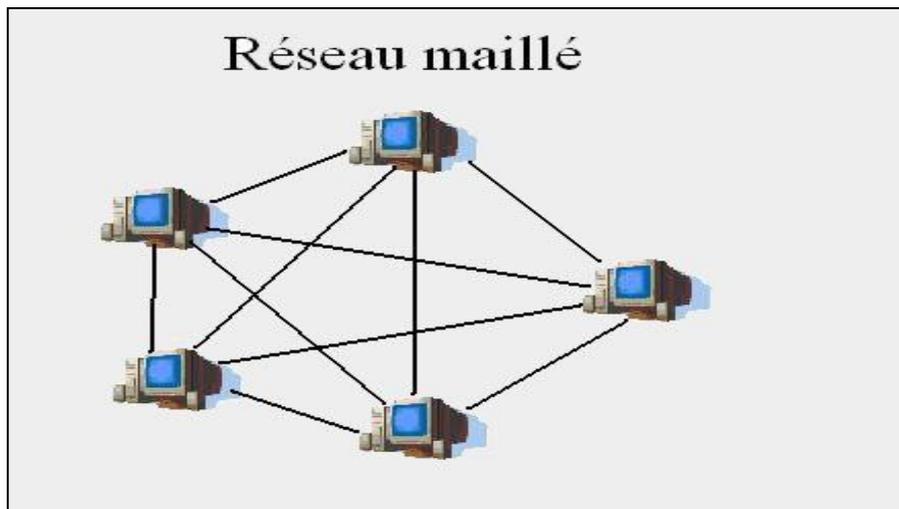


Figure II.5 : topologie maillé.

Cette topologie se rencontre dans les grands réseaux de distribution (Exemple : Internet). L'information peut parcourir le réseau suivant des itinéraires divers, sous le contrôle de puissants superviseurs de réseau, ou grâce à des méthodes de routage réparties.

II.3. réseaux sans fil :

II.3.1. définition :

Un réseau sans fil (en anglais : wireless network) est un réseau informatique ou numérisé qui connecte différents postes ou systèmes entre eux par ondes radio. Il peut être associé à un réseau de télécommunications pour réaliser des interconnexions entre nœuds.

Les réseaux sans fil sont basés sur une liaison utilisant des ondes radioélectriques (radio et infrarouges) au lieu et à la place des câbles habituels. Il existe plusieurs technologies se distinguant d'une part par la fréquence d'émission utilisée ainsi que le débit et la portée des transmissions. Les réseaux sans fil permettent de relier très facilement des équipements distants d'une dizaine de mètres à quelques kilomètres.

II.3.2. Les catégories de réseaux sans fil

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

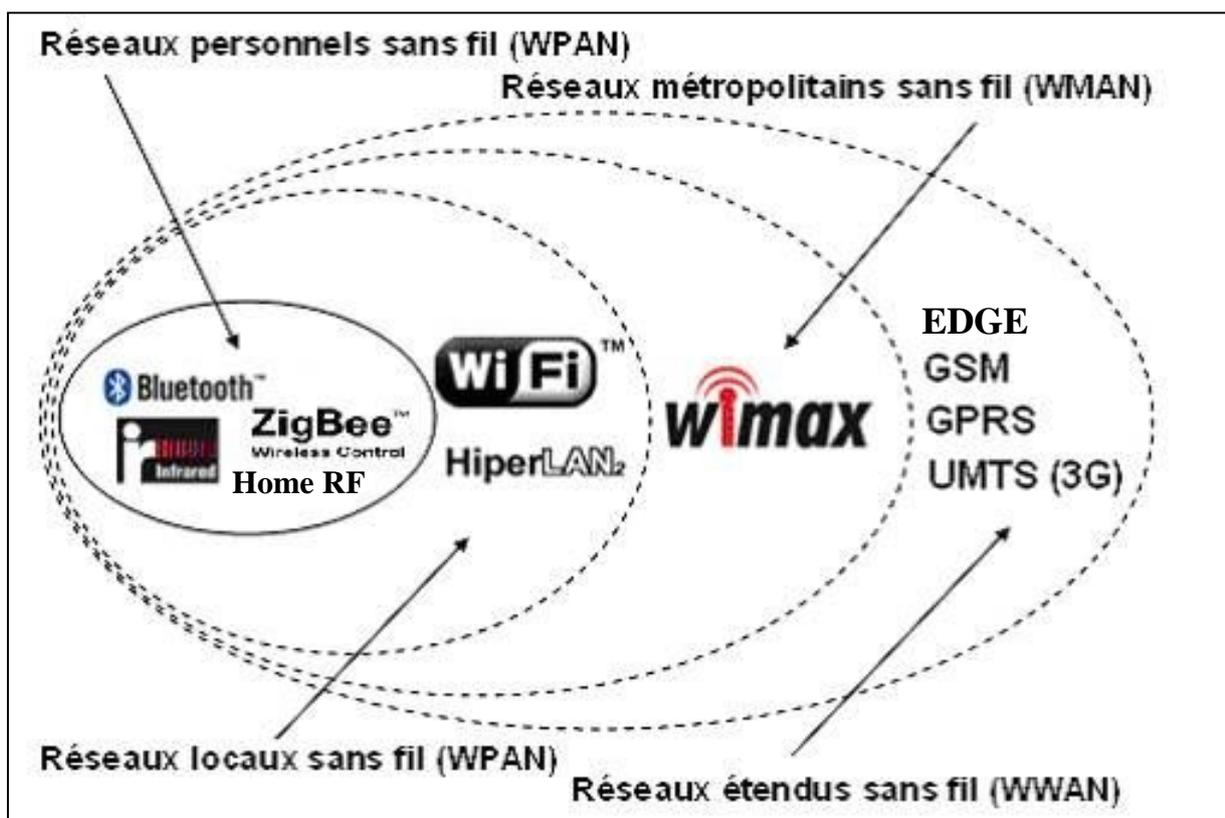


Figure II.6 : réseaux sans fil.

- **WPAN** : (Wireless Personal Area Network) concerne les réseaux sans fil d'une faible portée : de l'ordre de quelques dizaines mètres.
- **WLAN** : (Wireless Local Area Network) un réseau informatique qui est limité géographiquement. On parle de WLAN lorsque des distances concernées sont de l'ordre de quelque dizaine de mètre à une centaine de mètres, les LAN peuvent être vue comme un moyen pour partager une connexion internet, travailler sur un même serveur ou échanger des messages de donnée.
- **WMAN** : (Wireless Metropolitan Area Network) Les WMAN sont basés sur la norme IEEE 802.16, et offrent un débit utile de 1 à 10 Mbit/s pour une portée de 4 à 10 kilomètres. Ce type de connexion est donc principalement destiné aux opérateurs de télécommunication.
- **WWAN** : (Wireless Wide Area Network) sont également connus sous le nom de réseaux cellulaires mobile. Il s'agit des réseaux sans fil les plus répandus puisque tous les téléphones mobiles sont connectés à un réseau étendu sans fil.

les catégories de réseaux sans fil :

1. Bluetooth :

1.a. Introduction

Bluetooth ("dent bleu" en anglais), est le nom d'une nouvelle technologie, qui trouve des applications concrètes et commercialisées.

Les concepteurs de ce système promettent des changements significatifs dans la manière dont nous utiliserons nos machines à l'avenir.

L'objectif principal est simple, remplacer la plupart des câbles qui permettent la communication entre les machines sur de courtes distances, par des ondes radio.

C'est ce que Bluetooth se propose de faire : il s'agit en effet d'un standard pour une petite puce pas chère qui peut être intégrée dans n'importe quel appareil électronique : ordinateur, imprimante, souris... Une puce Bluetooth remplacerait ainsi les câbles en prenant en charge les informations qu'ils transportent normalement, puis en les transmettant à une fréquence spécifique à un autre composant Bluetooth, dans un autre appareil, ce composant de réception restituerait alors les informations à l'appareil hôte.

1.b. Définition :



Bluetooth est un système de transmission et de réception aussi bien de données que de voix, simultanément ou séparément.

La technologie Bluetooth a pour objectif principal de substituer le câblage (souvent propriétaire) entre équipements électroniques, informatiques et téléphoniques par un lien radio universel (bande ISM à 2.4 GHz.) courte portée à faible consommation d'énergie. Les équipements en question peuvent être des terminaux téléphoniques, des PC (portables ou non) et leurs périphériques, des assistants électroniques, etc.

1.c. Historique

En 1994, Ericsson, l'initiateur du projet, commence le développement de ce nouveau standard. Il fut rapidement rejoint en 1998 par IBM, Intel, Nokia et Toshiba. Ils développèrent ensemble cette nouvelle technologie de communication sans fil.

Devant le formidable marché s'ouvrant à cette technologie, de nombreuses sociétés ont rejoint le Bluetooth Special Interest Group (SIG). Au départ, le SIG se définissait comme le "right group", un groupe de travail basé sur le bon regroupement des compétences, puisqu'il était constitué initialement de deux leaders en téléphonie mobile, deux en fabrication d'ordinateurs, et un en technologie DSP.

Aujourd'hui, il est composé de plus de 2400 constructeurs, dont 3 Com, Motorola et Microsoft. Il mène aujourd'hui une véritable croisade pour imposer cette nouvelle norme comme le standard des systèmes de communication sans fil.

Ce sont les groupes de travail au sein du SIG qui ont développé le protocole qui régira cet échange de données sur courtes distances. Ce protocole est divisé en deux parties : l'une centrée sur les spécifications techniques, l'autre sur les profils de fonctionnement utilisables, et leur paramétrage dans le cadre de Bluetooth.

1.d. Origine du mot :

Le nom provient d'un obscur roi viking du Xème siècle, Harald Blaatand ("Bluetooth" en anglais). Ce Viking unifia les royaumes du Danemark et de Norvège, à l'époque où l'Europe était divisée par des querelles de religions et de territoires.

D'où le nom donné à la nouvelle technologie par ses inventeurs suédois d'Ericsson, technologie qui a pour objectif "d'unifier" les périphériques via les puces Bluetooth.

La légende scandinave prétend que le vieil Harald était tellement friand de myrtilles que sa dentition était devenue, avec le temps, d'un bleu inégalable...

1.e. Principe de communication :

Le standard Bluetooth est basé sur un mode de fonctionnement maître/esclave. Ainsi, on appelle « picoréseau » (en anglais piconet) le réseau formé par un périphérique et tous les périphériques présents dans son rayon de portée. Il peut coexister jusqu'à 10 picoréseaux dans une même zone de couverture. Un maître peut être connecté simultanément à un maximum de 7 périphériques esclaves actifs (255 en mode parked). En effet, les périphériques d'un picoréseau possèdent une adresse logique de 3 bits, ce qui permet un maximum de 8 appareils. Les appareils dits en mode parked sont synchronisés mais ne possèdent pas d'adresse physique dans le picoréseau. En réalité, à un instant donné, le périphérique maître ne peut se connecter qu'à un seul esclave à la fois. Il commute donc très rapidement d'un esclave à un autre afin de donner l'illusion d'une connexion simultanée à l'ensemble des périphériques esclaves.

Le standard Bluetooth prévoit la possibilité de relier deux piconets entre eux afin de former un réseau élargi, appelé « réseau chaîné » (en anglais scatternet), grâce à certains périphériques faisant office de pont entre les deux piconets.

1.f. Architecture Bluetooth:

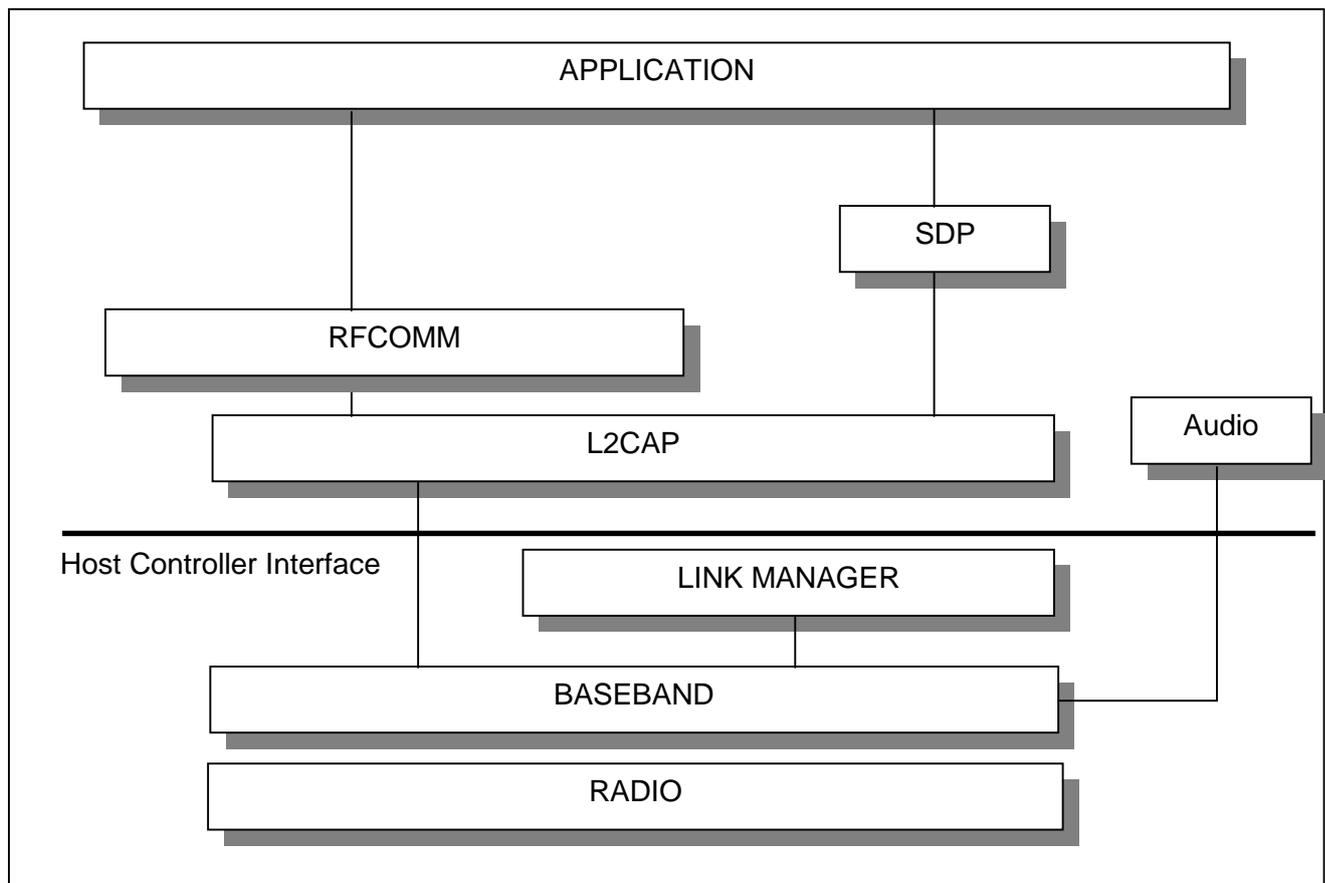


Figure II.7: architecture Bluetooth.

On peut distinguer trois grandes parties :

- Le Bluetooth core : composé de la radio du Baseband du link Manager et du L2CAP.
 - Radio : elle est en charge de l'émission et de la réception du flux de bits modulés.
 - Baseband : il est en charge de la synchronisation entre unité, le l'établissement de liaison, du multiplexage, des paquets, du contrôle de flux, de la détection et de la correction d'erreur.
 - Link Manager : il est en charge de la gestion des états, du contrôle des paquets et du flux sur le lien.
 - Logical Link Control and Management : il est en charge du multiplexage des protocoles utilisateurs.
- Les protocoles
 - RFCOMM : émulation d'un câble série entre deux périphériques Bluetooth. Ainsi, des applications fonctionnant directement sur un port série (Hyperterm par exemple dans le monde Microsoft), sont capables de communiquer entre elles via un lien Bluetooth ce qui permet entre autre d'effectuer un transfert de fichier.

- SDP Service discovery Protocol : il a pour rôle la recherche de services. La notion de service est très large : RFCOMM constitue un service, toute application utilisant ou s'appuyant sur RFCOMM est un service, SDP lui-même est un service. Retenons pour l'instant que plusieurs organismes sont en train de définir des normes permettant la découverte et la recherche de services (JINI, Salutation, UPNP). Il est probable que dans un futur assez proche, SDP sera utilisé par ces normes pour effectuer la découverte de services rendus par des périphériques Bluetooth.
- Les profils : un profil définit un ensemble de composantes protocolaires nécessaires à la mise en œuvre d'applications Bluetooth. A l'heure actuelle, plusieurs profils ont été spécifiés par le Bluetooth SIG. Clairement, un profil définissant l'accès réseaux à distance via un GSM s'appuie sur le profil définissant l'émulation de câble série (entre le PC et le GSM). Le profil est donc l'implémentation Bluetooth d'un service. Il est donc utilisé pour caractériser ce service au niveau de SDP.

1.g. Etablissement des connexions

L'établissement d'une connexion entre deux périphériques Bluetooth suit une procédure relativement compliquée permettant d'assurer un certain niveau de sécurité, selon le déroulé suivant :

- Mode passif
- Phase d'inquisition : découverte des points d'accès
- Synchronisation avec le point d'accès (paging)
- Découverte des services du point d'accès
- Création d'un canal avec le point d'accès
- Pairage à l'aide d'un code PIN (sécurité)
- Utilisation du réseau

En utilisation normale un périphérique fonctionne en « mode passif », c'est-à-dire qu'il est à l'écoute du réseau.

L'établissement de la connexion commence par une phase appelée « phase d'inquisition » (en anglais « inquiry »), pendant laquelle le périphérique maître envoie une requête d'inquisition à tous les périphériques présents dans la zone de portée, appelés points d'accès. Tous les périphériques recevant la requête répondent avec leur adresse.

Le périphérique maître choisit une adresse et se synchronise avec le point d'accès selon une technique, appelée paging, consistant notamment à synchroniser son horloge et sa fréquence avec le point d'accès.

Un lien s'établit ensuite avec le point d'accès, permettant au périphérique maître d'entamer une phase de découverte des services du point d'accès, selon un protocole appelé SDP (Service Discovery Protocol).

A l'issue de cette phase de découverte de services, le périphérique maître est en mesure de créer un canal de communication avec le point d'accès en utilisant le protocole L2CAP.

Selon les besoins du service, un canal supplémentaire, appelé RFCOMM, fonctionnant au dessus du canal L2CAP pourra être établi afin de fournir un port série virtuel. En effet certaines applications sont prévues pour se connecter à un port standard, indépendant de tout matériel. C'est le cas par exemple de certaines applications de navigation routière prévues pour se connecter à n'importe quel dispositif GPS Bluetooth (Global Positionning System, un système de géolocalisation par satellite, permettant de connaître les coordonnées terrestres d'un appareil mobile ou d'un véhicule).

Il se peut que le point d'accès intègre un mécanisme de sécurité, appelé pairage (en anglais pairing), permettant de restreindre l'accès aux seuls utilisateurs autorisés afin de garantir un certain niveau d'étanchéité du picoréseau. Le pairage se fait à l'aide d'une clé de chiffrement communément appelée « code PIN » (PIN signifie Personal Information Number). Le point d'accès envoie ainsi une requête de pairage au périphérique maître. Ceci peut la plupart du temps déclencher une intervention de l'utilisateur pour saisir le code PIN du point d'accès. Si le code PIN reçu est correct, l'association a lieu.

En mode sécurisé, le code PIN sera transmis chiffré à l'aide d'une seconde clé, afin d'éviter tout risque de compromission.

Lorsque le pairage est effectif, le périphérique maître est libre d'utiliser le canal de communication ainsi établi !

1.h. La modulation

La transmission de données se fait avec un débit brut de 1 Mb/s.

La modulation employée est de type GFSK (Gaussian Frequency Shift Keying) avec un produit BT (Bandwidth Time) de 0.5. Ce qui signifie qu'un élément binaire de valeur 1 se traduit par une déviation de fréquence positive tandis qu'un élément binaire de valeur 0 se traduit par une déviation négative. La déviation de fréquence maximale étant entre 140 kHz et 175 kHz

1.i. Norme Bluetooth :

Les différentes versions de Bluetooth sont les suivantes :

- Bluetooth v1.0 et v1.0B ;
- Bluetooth v1.1, normalisé en 2002 sous le nom IEEE 802.15.1-2002 ;
- Bluetooth v1.2, normalisé en 2005 sous le nom IEEE 802.15.1-2005 ;
- Bluetooth v2.0 + EDR, rendue publique en 2004 ;
- Bluetooth v2.1 + EDR, rendue publique en 2007 ;
- Bluetooth v3.0 + HS, rendue publique en 2009 ;
- Bluetooth v4.0, rendue publique en 2010 ;
- Bluetooth v4.1, rendue publique en 2013.
- Bluetooth v4.2, rendue publique le 2 Décembre 2014 (mise à jour matérielle)

Dans notre cas on utilise le Bluetooth v4.0 sous la norme 802.15.4, ou bien, connu aussi sous le nom de BLE (Bluetooth Low Energy)

1.j. Différence entre BLE et Bluetooth :

Quand on parle de Bluetooth Low Energy et Bluetooth, la principale différence est la faible consommation d'énergie de BLE. Bien que cela puisse sembler quelque chose de négatif, il est effectivement très positif quand on parle de la communication M2M (la communication de machine à machine). Avec une faible consommation d'énergie, les applications peuvent fonctionner sur une petite batterie pendant quatre à cinq ans. Bien que ce ne soit pas idéal pour parler au téléphone, il est essentiel pour les applications qui ne demandent qu'à échanger périodiquement de petites quantités de données.

Tout comme Bluetooth, BLE fonctionne dans la bande ISM 2,4 GHz. Contrairement Bluetooth classique, cependant, BLE reste en mode veille en permanence, sauf quand une connexion est initiée. Les temps de connexion actuels ne sont que quelques ms, contrairement Bluetooth qui prendrait ~ 100 ms. La raison pour laquelle les connexions sont si courtes, est que les débits de données sont si élevés à 1 Mb / s.

En résumé, Bluetooth et Bluetooth Low Energy sont utilisés à des fins très différentes. Bluetooth peut gérer un grand nombre de données, mais consomme rapidement de la batterie et coûte beaucoup plus cher. BLE est utilisé pour des applications qui ne nécessitent pas d'échanger de grandes quantités de données, et peut donc fonctionner sur batterie pendant des années à un coût moins cher. Tout dépend de ce que vous essayez d'accomplir avec la technologie sans fil.

2. Home RF

Home RF est une spécification de réseau sans fil permettant à des périphériques domestiques d'échanger des données entre eux.

Elle a été mise au point par le HomeRF Working Group, un groupe de sociétés actives dans le réseau sans fil incluant Siemens, Motorola et plus de cent autres sociétés. Le groupe a été dissous en janvier 2003 lorsque la norme Wi-Fi IEEE 802.11 est devenue disponible pour des usages domestiques et que Microsoft a choisi d'intégrer Bluetooth, concurrent direct de HomeRF, dans ses systèmes d'exploitation Windows, ce qui provoqua le déclin, puis l'abandon de cette spécification.

HomeRF utilisait la technique du frequency-hopping spread spectrum dans la bande de fréquences de 2,4 GHz avec un débit maximum de 10 Mbit par seconde. La distance maximum entre deux points d'accès était de 50 mètres. Elle permettait d'échanger à la fois des signaux provenant de téléphones traditionnels et des données numériques, permettant par exemple aux ordinateurs portables et aux téléphones portables d'utiliser la même bande passante.

3. Zig Bee :



La technologie ZigBee (aussi connue sous le nom *IEEE 802.15.4*) permet d'obtenir des liaisons sans fil à très bas prix et avec une très faible consommation d'énergie, ce qui la rend particulièrement adaptée pour être directement intégrée dans de petits appareils électroniques (appareils électroménagers, hifi, jouets, ...). La technologie Zigbee, opérant sur la bande de fréquences des 2,4 GHz et sur 16 canaux, permet d'obtenir des débits pouvant atteindre 250 Kb/s avec une portée maximale de 100 mètres environ. ZigBee comme Bluetooth réside dans une puce électronique. Beaucoup moins connue que Bluetooth, ZigBee est une norme de transmission de données sans fil permettant la communication de machine à machine. Sa très faible consommation électrique et ses coûts de production très bas en font une candidate idéale pour la domotique ou les matériels de type capteur, télécommande ou équipement de contrôle dans le secteur industriel.

Zigbee n'est pas issue de nulle part puisque c'est le prolongement de la norme HomeRF (*Home Radio Frequency*) qui a, depuis son lancement en 1998, été dépassée par le Wi-Fi.

De nombreux industriels parmi lesquels *Honeywell, Mitsubishi, Motorola, Philips* et *Samsung* sont partis prenante dans l'élaboration et la diffusion de la norme. Ils appartiennent d'ailleurs tous à la ZigBee Alliance, association visant à promouvoir la technologie.

4. Infrarouge :

Enfin les liaisons infrarouges permettent de créer des liaisons sans fil de quelques mètres avec des débits pouvant monter à quelques mégabits par seconde. Cette technologie est largement utilisée pour la domotique (télécommandes) mais souffre toutefois des perturbations dues aux interférences lumineuses. L'association irDA (infrared data association) formée en 1995 regroupe plus de 150 membres.

5. Wifi :

La norme *IEEE 802.11 (ISO/IEC 8802-11)* est un standard international décrivant les caractéristiques d'un réseau local sans fil (*WLAN*). Le nom Wi-Fi (contraction de *Wireless Fidelity*, parfois notée à tort *WiFi*) correspond initialement au nom donné à la certification délivrée par la Wi-Fi Alliance, anciennement WECA (*Wireless Ethernet Compatibility Alliance*), l'organisme chargé de maintenir l'interopérabilité entre les matériels répondant à la norme 802.11. Par abus de langage (et pour des raisons de marketing) le nom de la norme se confond aujourd'hui avec le nom de la certification. Ainsi un réseau Wifi est en réalité un réseau répondant à la norme 802.11. Les matériels certifiés par la Wi-Fi Alliance bénéficient de la possibilité d'utiliser le logo suivant :



Grâce au Wi-Fi il est possible de créer des réseaux locaux sans fils à haut débit pour peu que la station à connecter ne soit pas trop distante par rapport au point d'accès. Dans la pratique le Wi-Fi permet de relier des ordinateurs portables, des machines de bureau, des assistants personnels (PDA) ou tout type de périphérique à une liaison haut débit (11 Mbps ou supérieur) sur un rayon de plusieurs dizaines de mètres en intérieur (généralement entre une vingtaine et une cinquantaine de mètres) à plusieurs centaines de mètres en environnement ouvert. Ainsi des opérateurs commencent à irriguer des zones à fortes concentration d'utilisateurs (gares, aéroports, hôtels, trains, ...) avec des réseaux sans fils. Ces zones d'accès sont appelées "hot spots".

Il est possible d'utiliser n'importe quel protocole de haut niveau sur un réseau sans fil WiFi au même titre que sur un réseau Ethernet.

La norme *IEEE 802.11* est en réalité la norme initiale offrant des débits de 1 ou 2 Mbps. Des révisions ont été apportées à la norme originale afin d'optimiser le débit (c'est le cas des normes 802.11a, 802.11b et 802.11g, appelées normes 802.11 physiques) ou bien préciser des éléments afin d'assurer une meilleure sécurité ou une meilleure interopérabilité.

6. Hiper LAN :

(*High Performance radio LAN*) est un standard européen de télécommunications créé par l'ETSI (European Telecommunications Standards Institute) et développé par le groupe technique BRAN (Broadband Radio Access Networks). Ce standard est une alternative au groupe de normes IEEE 802.11 plus connu sous la dénomination Wi-Fi.

HiperLAN fut élaboré par un comité de chercheurs au sein même de l'ETSI et la norme ratifiée durant l'été 1996. L'HiperLAN est très orienté routage ad hoc, c'est-à-dire, si un nœud destinataire est, ou devient hors de portée de réception du signal qui lui est adressé, au moins un nœud intermédiaire se charge automatiquement de prendre le relais pour acheminer les données à bon port (les routes sont régulièrement et automatiquement recalculées). L'HiperLAN est totalement ad hoc, il ne requiert aucune configuration, aucun contrôleur central. Opérant avec un débit théorique maximum de 23,5 Mb/s dans une bande passante dédiée comprise entre 5,1 GHz et 5,3 GHz.

Les réseaux ad hoc sont des réseaux sans fil capables de s'organiser sans infrastructure définie préalablement. Par exemple d'un équipement à un autre sans infrastructure (point d'accès). Les réseaux ad hoc, dans leur configuration mobile, sont connus sous le nom de réseau mobile ad hoc.

7. WiMax : (*acronym pour Worldwide Interoperability for Microwave Access*)

L'objectif du WiMAX est de fournir une connexion Internet à haut débit sur une zone de couverture de plusieurs kilomètres de rayon. Ainsi, dans la théorie, le WiMAX permet d'obtenir des débits montants et descendants de 70 Mbit/s avec une portée de 50 kilomètres. Le standard WiMAX possède l'avantage de permettre une connexion sans fil entre une station de base (en anglais *Base Transceiver Station*, notée BTS) et des milliers d'abonnés sans nécessiter de ligne visuelle directe (en anglais *Line Of Sight*, parfois abrégés LOS) ou NLOS pour *Non Line Of Sight*). Dans la réalité le WiMAX ne permet de franchir que de petits obstacles tels que des arbres ou une maison mais ne peut en aucun cas traverser les collines ou les immeubles. Le débit réel lors de la présence d'obstacles ne pourra ainsi excéder 20 Mbit/s.

Principe de fonctionnement du WiMax

Le coeur de la technologie WiMAX est la station de base, c'est-à-dire l'antenne centrale chargée de communiquer avec les antennes d'abonnés (*subscribers antennas*). On parle ainsi de liaison *point-multipoints* pour désigner le mode de communication du WiMAX.

8. GSM :

Global System for Mobile Communications (GSM) (historiquement « Groupe spécial mobile »¹) est une norme numérique de seconde génération pour la téléphonie mobile. Le groupe de travail chargé de la définir a été établi en 1982 par la Conférence européenne des administrations des postes et télécommunications (CEPT).

Elle a été spécifiée et mise au point par l'ETSI (European Telecommunications Standard Institut) pour la gamme de fréquences des 900 MHz. Une variante appelée Digital Communication System (DCS) utilise la gamme des 1 800 MHz. Cette norme est particulièrement utilisée en Europe, en Afrique, au Moyen-Orient et en Asie. Deux autres variantes, en 850 MHz et en 1 900 MHz PCS (personal communications services), sont également utilisées

9. Les GPRS

Le *General Packet Radio Service* ou GPRS est une norme pour la téléphonie mobile dérivée du GSM et complémentaire de celui-ci, permettant un débit de données plus élevé. On le qualifie souvent de 2,5G ou 2G+. Le G est l'abréviation de *génération* et le 2,5 indique que c'est une technologie à mi-chemin entre le GSM (deuxième génération) et l'UMTS (troisième génération).

Le GPRS est une extension du protocole GSM : il ajoute par rapport à ce dernier la transmission par paquets. Cette méthode est plus adaptée à la transmission des données. En effet, les ressources ne sont allouées que lorsque des données sont échangées, contrairement au mode « circuit » en GSM où un circuit est établi – et les ressources associées – pour toute la durée de la communication. Le GPRS a ensuite évolué au début des années 2000 vers la norme Edge également optimisée pour transférer des données et qui utilise les mêmes antennes et les mêmes fréquences radio.

10. Les EDGE

Enhanced Data Rates for GSM Evolution (EDGE acronyme anglais signifiant aussi « tranchant (d'une lame) ») est une norme de téléphonie mobile, une évolution du GPRS qui est elle-même une extension du GSM (*Global System for Mobile Communications*) est une norme numérique de seconde génération pour la téléphonie mobile, avec rétrocompatibilité.

Elle est considéré comme une technologie pré-3G et fait partie des solutions 3G de l'UIT. EDGE est souvent utilisé en complément d'un réseau UMTS pour offrir des services à haut débit à davantage d'utilisateurs en zone rurale ou zone suburbaine non dense plutôt qu'à ceux en zone urbaine et, d'autre part, il a aussi été une étape dans l'attente du lancement des réseaux 3G qui sont une solution plus performante pour les utilisateurs, mais plus coûteuse pour les opérateurs mobiles.

11. Les UMTS

L'Universal Mobile Telecommunications System (UMTS) est l'une des technologies de téléphonie mobile de troisième génération (3G). Elle est basée sur la technologie W-CDMA (*Wideband Code Division Multiple Access*, « multiplexage par code à large bande »), standardisée par le 3GPP (*3rd Generation Partnership Project*) et constitue l'implémentation dominante, d'origine européenne, des spécifications IMT-2000 (les cinq technologies d'accès radio des systèmes cellulaires de la troisième génération) de l'UIT (L'Union internationale des télécommunications) pour les systèmes radio cellulaires 3G.

L'UMTS est parfois appelé 3GSM, soulignant la filiation qui a été assurée entre l'UMTS et le standard GSM auquel il succède. Elle est également appelée 3G, pour troisième génération.

Son principe : exploiter une bande de fréquences plus large pour faire transiter davantage de données et donc obtenir un débit plus important. En théorie, il peut atteindre deux mégabits par seconde (Mbps), soit une vitesse de transmission équivalente à celle proposée pour l'internet "très haut débit" permis par l'ADSL ou le câble.

II.4. la commutation :

Manière de faire passer l'information de l'émetteur au récepteur

- Commutation de circuits
- Commutation de paquets
- Commutation de cellules

a. Commutation de circuit

Utilisée sur le réseau téléphonique, RNIS, GSM

- Création d'un circuit physique reliant les deux extrémités lors de l'établissement de la connexion
- Elle est adaptée au transport de la voix
- Contrainte de temps de transmission (téléphonie : isochronie et écho)
- Inconvénient : le circuit est occupé pendant la communication, qu'il soit utilisé ou non

b. Commutation de paquets

- L'information est découpée en paquets qui sont transportés de point en point à l'autre extrémité du réseau
- La commutation de paquets est utilisée sur les réseaux locaux, Internet, Frame Relay, GPRS
- Elle est adaptée au transport des données

c. Commutation de cellules

- Utilisée par ATM (Asynchronous Transfer Mode)
- Cellule de taille fixe : 53 octets (5 d'en-tête + 48 de données)
- Temps de commutation très faible par rapport au temps de propagation du signal
- Permet d'introduire des notions de qualité de service
- Utilisée principalement sur les liens d'interconnexion ou dans des applications multimédia

Partie 2 : Système embarqués

II.1. Définition :

Un système embarqué peut être défini comme un système électronique et informatique autonome ne possédant pas des entrées/sorties standards comme un clavier ou un écran d'ordinateur.

Le système matériel et l'application sont intimement liés et noyés dans le matériel et ne sont pas aussi facilement discernables comme dans un environnement de travail classique de type PC.

Un système embarqué :

- Est un système numérique.
- Utilise généralement un processeur.
- Exécute un logiciel dédié pour réaliser une fonctionnalité précise.
- Remplace souvent des composants électromécaniques.
- N'a pas réellement de clavier standard (BP, clavier matriciel...).
- L'affichage est limité (écran LCD ...) ou n'existe pas du tout.
- N'est pas un PC.
- N'exécute pas une application scientifique ou commerciale traditionnelle.

Différences avec un ordinateur de bureau :

- L'interface IHM peut être aussi simple qu'une Led qui clignote ou aussi complexe qu'un système de vision de nuit en temps réel.
- Des circuits numériques FPGA, ASIC ou des circuits analogiques sont utilisés en plus pour augmenter les performances du système ou sa fiabilité.
- Le logiciel a une fonctionnalité fixe à exécuter et est spécifique à une application.

II.2. Histoire des systèmes embarqués

Le premier système moderne embarqué reconnaissable a été le *Apollo Guidance Computer* en 1967, le système de guidage de la mission lunaire Apollo, développé par Charles Stark Draper du Massachusetts Institute of Technology. Chaque mission lunaire était équipée de deux systèmes (AGC), un chargé du système de guidage inertiel et un pour le Module lunaire. Au commencement du projet, l'ordinateur AGC d'Apollo était considéré comme l'élément le moins fiable du projet. Par contre grâce à l'utilisation de nouveaux composants qu'étaient à l'époque les circuits intégrés, des gains substantiels sur la place utile et la charge utile ont été réalisés, avec une diminution supposée des risques déjà nombreux des missions.

Brève histoire des systèmes embarqués :

1967 : Apollo Guidance Computer, premier système embarqué. Environ un millier de circuits intégrés identiques (portes NAND).

1960-1970 : Missile Minuteman, guidé par des circuits intégrés.

1971 : Intel produit le 4004, premier microprocesseur, à la demande de Busicom. Premier circuit générique, personnalisable

1972 : lancement de l'Intel 8008, premier microprocesseur 8 bits (48 instructions, 800kHz).

1974 : lancement du 8080, premier microprocesseur largement diffusé. 8 bits, (64KB d'espace adressable, 2MHz-3MHz).

1978 : création du Z80, processeur 8 bits.

1979 : création du MC68000, processeur 16/32 bits.

II.3. Caractéristique d'un système embarqué :

Un système embarqué est un système électronique et informatique autonome ne possédant pas des entrées sorties standard comme un clavier ou un écran d'ordinateur. On le définit aussi généralement par le fait qu'il n'est pas visible en tant que tel, mais est intégré dans un équipement doté d'une autre fonction ; on dit aussi que le système est enfoui, ce qui traduit plus fidèlement le terme anglais embedded system.

Du fait de la nécessité d'une architecture physique confinée, la machine et le logiciel sont intimement liées et ne sont pas aussi discernables que dans un environnement classique de type PC. Par ailleurs, la conception de ces systèmes est généralement fiable (avions, système de freinage ABS) à cause de leur utilisations dans des domaines à fortes contraintes mais également parce que l'accès au logiciel est souvent difficile une fois le système fabriqué.

Enfin, il y a une faible barrière entre les systèmes embarqués et les systèmes temps réels. Cependant un logiciel embarqué n'a pas forcément de contraintes temps réel.

Voici les systèmes informatiques embarqués que nous utilisons quotidiennement: gestion de l'ascenseur, auto radio, calculateur d'airbag, distributeur de boissons, routeur Internet, téléphone mobile, distributeur de billets, console de jeux.

II.4. Architecture d'un système embarqué :

L'architecture d'un système embarqué se définit par le schéma suivant:

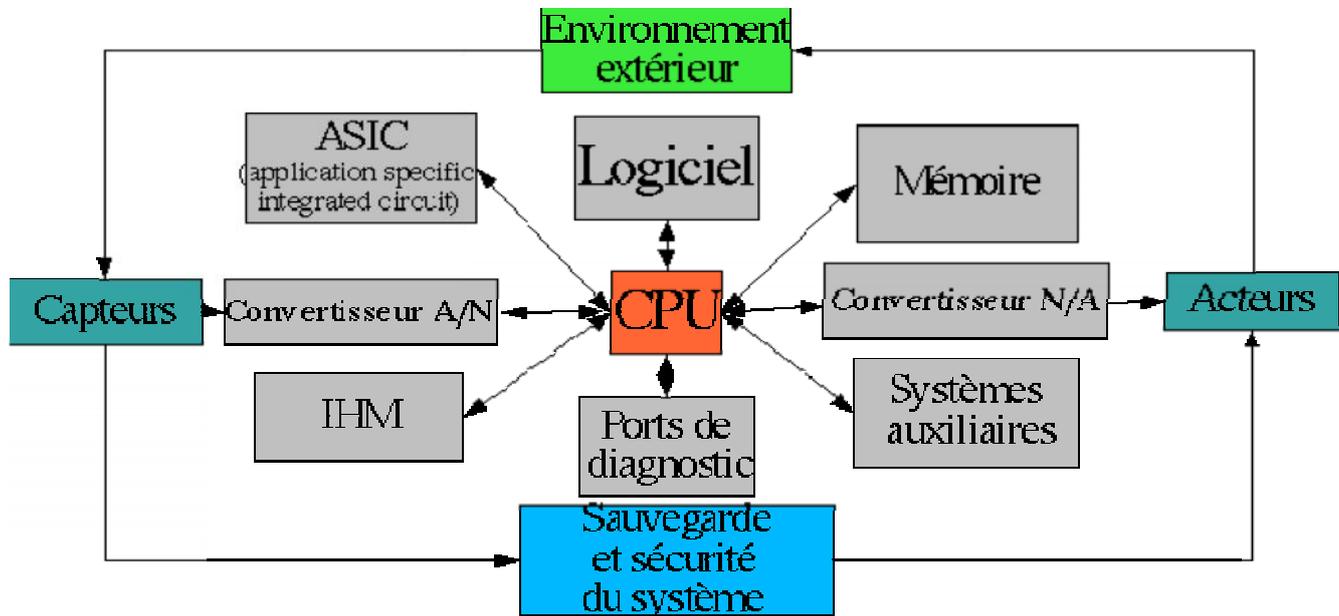


figure II.8 : architecture d'un système embarqué .

Cette architecture peut varier selon les systèmes: on peut par exemple, ne pas trouver de systèmes auxiliaires dans de nombreux systèmes embarqués autonome et indépendants. En revanche, l'architecture de base est la plupart du temps composée d'une unité centrale de traitement (CPU), d'un système d'exploitation qui réside parfois uniquement en un logiciel spécifique (ex: routeur), ou une boucle d'exécution (ex: ABS). De même l'interface IHM n'est pas souvent existante, mais est souvent utile pour reconfigurer le système ou vérifier son comportement.

Le fonctionnement du système se résume ainsi:

- Il reçoit des informations de l'environnement extérieur qu'il converti en signal numérique
- L'unité de traitement composée du CPU, de la mémoire, du logiciel, de l'ASIC et éventuellement de système externes traite l'information
- Le traitement génère éventuellement une sortie qui est envoyée vers la sortie, les systèmes auxiliaire, les ports de monitoring ou l'IHM

II.5. Contraintes d'un système embarqué :

Nous avons vu que les domaines d'utilisation de l'informatique embarqués sont très variés. Les systèmes embarqués sont donc soumis à des contraintes physiques, de fonctionnement, logicielles, ou matérielles différentes.

On peut classer les acteurs de l'informatique embarquée suivant les critères suivants:

Secteur d'activité	Contraintes
Équipements scientifiques	Performances, fiabilité, coût
Équipements militaires et aérospatiaux	Performances, fiabilité, pérennité, intégration
Transports	Fiabilité, coût, interactivité
Informatique industrielle	Fiabilité, coût, pérennité
Matériel de bureau	Performance, coût, standardisation
Réseau et télécommunications	Performance, fiabilité, intégration
Électronique grand public	Performance, coût, design / intégration

Tableau II.1 : contrainte d'un système embarqué.

II.6. Contraintes matérielles d'un système embarqué

Le tableau suivant résume les contraintes matérielles liées aux systèmes embarqués: Généralement, ce sont des contraintes de taille. La taille du système impose des contraintes de performances du système.

Besoin	Miniature	Petit	Moyen	Haut de gamme	PC embarqué	PC haute disponibilité
Taille de la RAM	<0.1 Mo	0.1 Mo-4Mo	2Mo-8Mo	8Mo-32Mo	>64Mo	>xMo
Taille de la ROM/Flash	<0.1 Mo	0.1 Mo-4Mo	2Mo-8Mo	8Mo-32Mo	>64Mo	>xMo
Processeur	ARM, ColdFire	ARM, ColdFire, x86, PowerPC	x86, PowerPC	x86, PowerPC	x86, PowerPC	Pentium, PowerPC
Caracterisitiques	MMU* optionnelle	MMU* optionnelle, Carte unité centrale, System on Chip (SoC)	Carte unité centrale, System on Chip (SoC)	Carte unité centrale, System on Chip (SoC)	Carte unité centrale, System on Chip (SoC)	Compact PCI
Exemple d'application	Camera numérique, PDA, téléphone	Caméra numérique, PDA, téléphone, décodeur, équipement réseau, imprimante	Décodeur, équipement réseau, imprimante	Décodeur, équipement réseau, imprimante	Décodeur, équipement réseau, imprimante	Commutateur téléphonique, routeur multiprotocole, serveur central

Tableau II.2 : contrainte matérielles d'un système embarque.

MMU: Memory Management Unit :Unité de gestion de la mémoire: système permettant d'assurer la correspondance entre adresse logique et adresse physique et utilisé pour la gestion de la mémoire virtuelle. Un système qui ne possède pas de MMU ne peut donc pas avoir de mémoire virtuelle, cela implique des limitations sur la taille des applications ou la protection des données car l'espace mémoire est partagé par tous les programmes.

II.7. Domaine d'utilisation :

Les domaines dans lesquels on trouve des systèmes embarqués sont de plus en plus nombreux:

- transport : Automobile, Aéronautique (avionique), etc.
- astronautique : fusée, satellite artificiel, sonde spatiale, etc.
- militaire : missile
- télécommunication : téléphonie, routeur, pare-feu, serveur de temps, téléphone portable, etc.
- électroménager : télévision, four à microondes
- impression : imprimante multifonctions, photocopieur, etc.
- informatique : disque dur, Lecteur de disquette, etc.
- multimédia : console de jeux vidéo, assistant personnel
- guichet automatique bancaire (GAB)
- équipement médical
- automate programmable industriel
- métrologie

III.1. Introduction :

Les possibilités qu'offre un système domotique améliorent non seulement le confort de vie, mais favorisent également la sécurité et une utilisation rationnelle de l'énergie dans l'habitation.

De ce fait, on a opté pour un travail qui consiste à contrôler les différents éléments d'un intérieur (lampes, climatisation, chauffage ...) avec une infrastructure domotique. La mise en œuvre de cette infrastructure nécessite l'introduction de technologies de communications, et parmi celles qui existent, on a opté pour une connexion Bluetooth, plus précisément Bluetooth v4.0 (BLE). Comparée à d'autres technologies citées auparavant, elle offre des avantages considérables entre autres, un faible coût d'énergie, et plus particulièrement, une compatibilité avec les dernières générations de smartphones (smart phone). En effet, un smartphone permet de gérer un système domotique à distance, et offre une plateforme simple qui rassemble toutes les fonctionnalités liées à ce système.

Dans ce qui suit, on exposera le rôle des différents concepts qui entreront en jeu dans la conception du système domotique de notre projet.

III.2. Besoin fonctionnel du système :

III.2.1. le but du projet :

Notre projet consiste à réaliser un système domotique, qui va être géré par une application Android. Nous allons équiper une chambre d'une maison d'une centrale domotique qui, grâce à une application Android, gèrera les éléments relatifs aux besoins de commodité de l'utilisateur. En appliquant ce concept à toutes les unités d'une maison, nous allons couvrir toute l'espace de vie.

Les éléments qui seront gérés par ce système sont :

- La lumière.
- Récupérer les conditions thermiques de la chambre (température et humidité)
- Chauffage et climatisation.
- Les volets automatiques.

III.2.2. Fonctionnalité de base du système :

Les fonctionnalités de base du système sont :

- La lumière : l'utilisateur pourra à sa guise, allumer ou éteindre la lumière juste en cliquant sur une touche spécifique.
- température et humidité : des capteurs enregistrent les conditions thermiques, et les soumettent à l'utilisateur via la centrale. Les données seront affichées sur l'interface de communication.
- Chauffage et climatisation : l'utilisateur pourra réguler la température selon ces besoins à l'aide des données captées.
- Les volets automatiques : l'ouverture/fermeture des volets se fera aux besoins de l'utilisateur

III.2.3. schéma synoptique du système :

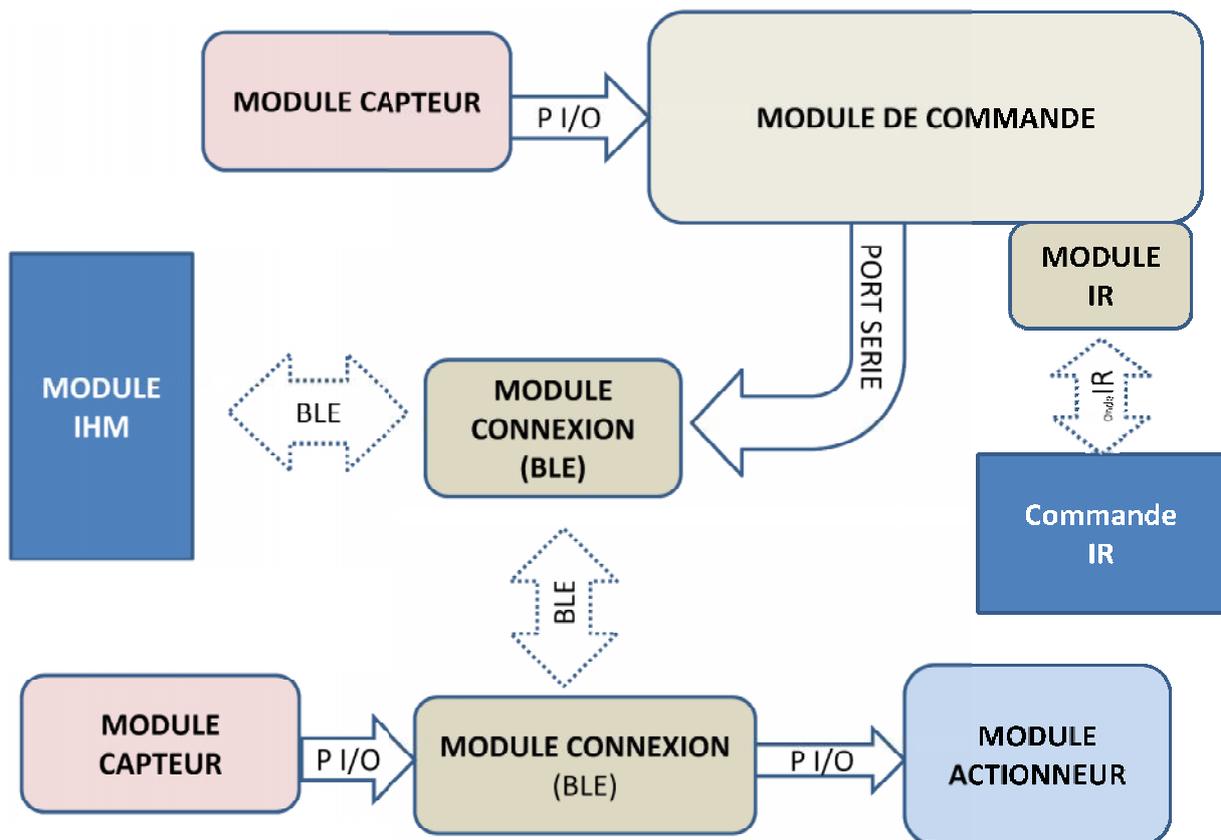


Figure III.1 : schéma synoptique du système domotique.

Description du schéma synoptique :

- La capture se fait dans l'ordre suivant :
 - ✓ Les données sont captées par le module capteur.
 - ✓ Le module capteur transmet ces données vers le module commande via le module connexion (BLE)
 - ✓ Les données sont traitées par le module commande
 - ✓ Les données traitées sont transmises vers le module IHM (interaction homme machine) via le module connexion (BLE)
 - ✓ Les données reçues sont affichées sur le module IHM

- Lorsqu'un utilisateur effectue une requête spécifique :
 - ✓ L'utilisateur effectue une requête sur le module IHM
 - ✓ Le module IHM transmet la requête, via le module connexion (BLE), au module commande
 - ✓ Le module commande, traite la requête.
 - ✓ La requête traitée est transmise vers le module actionneur via le module connexion(BLE).
 - ✓ Le module actionneur exécute la requête de l'utilisateur.

- Commande IR

La commande IR (infrarouge) consiste à jouer le rôle de l'IHM.

III.3. Descriptions des composants du système :

III.3.1. Module IHM

Presentation : [<http://www.journaldunet.com/>]

Interface homme machine

Ensemble de dispositifs matériels et logiciels permettant à un utilisateur de communiquer avec un système informatique. En quelques dizaines d'années, l'interface homme machine a connu une évolution très importante. Ainsi, dans les années 1950, il fallait recourir à des tableaux de connexion, sur lesquels on enfichait des câbles reliant deux opérateurs, pour programmer des opérations mathématique sur les tabultrices électromécaniques, lointains ancêtres de nos calculatrices programmables. Dans les années 1960, les systèmes sont devenus capables d'interpréter une ligne de commande : le clavier s'est imposé, bientôt accompagné de l'écran. Dès cette époque, des modes d'interaction plus conviviaux avec les machines ont été recherchés en particulier au Xerox Palo Alto Research Center, le Parc. En 1964, Douglas C. Engelbart avait conçu les principes de l'interface graphique moderne : au lieu d'afficher des lignes de commandes les unes à la suite des autres, l'écran pouvait accueillir des fenêtres dans lesquelles s'affichaient des menus, auxquels on pouvait accéder en déplaçant un pointeur avec une souris à deux roues de métal...). Ecran, clavier, souris : les trois éléments fondamentaux de l'interface de nos ordinateurs personnels étaient réunis. Il a suffi de la visite au Parc en 1979 d'un jeune homme appelé Steve Jobs pour que l'invention se répande dans le commerce : le jeune patron d'Apple allait doter le premier Macintosh, lancé en 1984, d'une interface graphique et d'une souris. L'interface homme machine n'a guère bougé depuis, mises à part bien entendu des améliorations ergonomiques (couleurs, définition, etc.). Cela malgré les avancées des interfaces vocales.

Pour quoi une interface Android ?

Android, est un système d'exploitation mobile open source, basé sur le noyau Linux et développé actuellement par Google. Le système a d'abord été conçu pour les smartphones et tablettes tactiles, puis s'est diversifié dans les objets connectés et ordinateurs comme les télévisions (Android TV), les voitures (Android Auto), les ordinateurs (Android-x86) et les smartwatch (montre intelligente). Le système a été lancé en juin 2007 à la suite du rachat par Google en 2005 de la startup du même nom. En 2015, Android est le système d'exploitation le plus utilisé dans le monde avec plus de 80 % de parts de marché dans les smartphones.

On a opté pour une interface Android pour :

- sa disponibilité sur la plus part des smart phones
- pratique et fréquent d'usage.
- Android est très souple et s'adapte à toutes les utilisations
- les utilisateurs peuvent aussi personnaliser le système pour le développer à leur image.

Le rôle de l'IHM :

Les interactions homme-machine (IHM), définissent les moyens et outils mis en œuvre afin que l'utilisateur puisse contrôler et communiquer avec notre module commande.

III.3.2. le module commande :

Le module commande est constitué d'une carte Arduino.

Arduino est un circuit imprimé en matériel libre (les plans de la carte elle-même sont publiés en licence libre, cependant, certains composants de la carte, comme le microcontrôleur par exemple, ne sont pas en licence libre) sur lequel se trouve un microcontrôleur qui peut être programmé pour analyser et produire des signaux électriques, de manière à effectuer des tâches très diverses comme la domotique (le contrôle des appareils domestiques éclairage, chauffage...), le pilotage d'un robot, etc.

C'est une plateforme basée sur une interface entrée/sortie simple. Il était destiné à l'origine principalement mais pas exclusivement à la programmation multimédia interactive en vue de spectacle ou d'animations artistiques. C'est une partie de l'explication de la descendance de son interface de programmation de Processing, lui-même inspiré de l'environnement de programmation Wiring.

Arduino peut être utilisé pour construire des objets interactifs indépendants (prototypage rapide), ou bien peut être connecté à un ordinateur pour communiquer avec ses logiciels (ex. : Macromedia Flash, Processing, Max/MSP, Usine Hollyhock, Pure Data, SuperCollider). En 2011, les versions vendues sont pré-assemblées. Des informations sont fournies pour ceux qui souhaitent assembler l'Arduino eux-mêmes.

Le rôle du module commande :

C'est notre côté intelligible du système, il fera acquisition de données via les modules capteur, traiter et exécuter des tâches venues du module IHM, envoyé l'état du système au module IHM, donner des ordres d'exécution aux modules actionneur. En bref, c'est le cerveau du système.

III.3.3 : Module capteur :

Les capteurs sont des composants de la chaîne d'acquisition dans une chaîne fonctionnelle. Les capteurs prélèvent une information sur le comportement de la partie opérative et la transforment en une information exploitable par la partie commande. Une information est une grandeur abstraite qui précise un événement particulier parmi un ensemble d'événements possibles. Pour pouvoir être traitée, cette information sera portée par un support physique (énergie) on parlera alors de signal. Les signaux sont généralement de nature électrique ou pneumatique.

Dans les systèmes automatisés séquentiels la partie commande traite des variables logiques ou numériques. L'information délivrée par un capteur pourra être logique (2 états), numérique (valeur discrète), analogique (dans ce cas il faudra adjoindre à la partie commande un module de conversion analogique numérique).

On peut caractériser les capteurs selon deux critères:

- en fonction de la grandeur mesurée; on parle alors de capteur de position, de température, de vitesse, de force, de pression, etc.;
- en fonction du caractère de l'information délivrée; on parle alors de capteurs logiques appelés aussi capteurs tout ou rien (TOR), de capteurs analogiques ou numériques.

Les principales caractéristiques des capteurs :

- L'étendue de la mesure : c'est la différence entre le plus petit signal détecté et le plus grand perceptible sans risque de destruction pour le capteur.
- La sensibilité : c'est la plus petite variation d'une grandeur physique que peut détecter un capteur.
- La rapidité : c'est le temps de réaction d'un capteur entre la variation de la grandeur physique qu'il mesure et l'instant où l'information prise en compte par la partie commande.
- La précision : c'est la capacité de répétabilité d'une information position, d'une vitesse,...

Quelque capteur qu'on utilise dans la domotique:

- Capteur de Température.
- Capteur Pression.
- Capteur d'Humidité.
- Capteur Biométrique.
- Capteur Volumétrique.
- Capteur de Fumée.
- Capteur de mouvement.

Rôle du module capteur :

Le rôle du module capteur, est d'interagir avec l'environnement extérieur, d'acquérir des informations utiles et de les envoyer au module commande.

III.3.4. Module actionneur :

Un actionneur est un organe qui transforme l'énergie qui lui est fournie en un phénomène physique utilisable.

Le phénomène physique fournit un travail qui modifie le comportement ou l'état de la machine.

Dans les définitions de l'automatisme, l'actionneur appartient à la partie opérative.

Le développement de l'automatisation spécifique dans l'industrie a provoqué une croissance exponentielle de l'utilisation des actionneurs et composants d'automatisation, et notamment dans le domaine :

- *Automobile* : concevoir des produits conformes à toutes les normes s'appliquant au secteur automobile. Cela s'applique à une vaste gamme de composants d'automatisme couvrant des normes telles que CNOMO, DIN, ISO, VDMA, NAAMS, etc.
- *Électronique* : répondre à certaines applications parmi les plus exigeantes (ex : contrôle des mouvements, températures et fluides). Cela avec une vaste gamme de produits standard et spécifiques à l'industrie, ex. : composants à vide poussé & à nettoyage par voie humide, thermo-refroidisseurs, ioniseurs, préparation d'air propre & transfert de salle blanche, et bien d'autres produits spécialisés.
- *Médical* : des fabricants de médicaments aux fabricants d'instrumentation avec toujours plus d'intérêt pour les solutions miniaturisées et économes en énergie.
- *Alimentaire* : avec l'application de solutions innovantes dans le respect de la stricte réglementation des productions alimentaires et de leur conditionnement.

III.3.5. Module de connexion :

Il fait le rôle d'un transitaire d'information ; il établit la connexion entre les différents modules de notre système.

III.3.6. Module IR (infrarouge) :

Le nom signifie « en dessous du rouge » (du latin infra : « plus bas »), car l'infrarouge est une onde électromagnétique de fréquence inférieure à celle de la lumière visible: le rouge. La longueur d'onde des infrarouges est comprise entre le domaine visible ($0,7 \mu\text{m}$) et le domaine des micro-ondes (1 mm).

L'infrarouge est associé à la chaleur car, à température ambiante ordinaire, les objets émettent spontanément des radiations dans le domaine infrarouge ; la relation est modélisée par la loi du rayonnement du corps noir (un corps noir désigne un objet idéal dont le spectre électromagnétique ne dépend que de sa température) dite aussi loi de Planck. La longueur d'onde du maximum d'émission d'un corps noir porté à une température absolue T (en kelvin) est donnée par la relation $0,002898/T$ connue sous le nom de loi du déplacement de Wien. Cela signifie qu'à température ambiante ordinaire (T aux environs de 300 K), le maximum d'émission se situe aux alentours de $10 \mu\text{m}$, la plage concernée étant 8-13 μm . Placé à la surface terrestre, un télescope observant dans cette gamme de longueur d'onde serait donc aveuglé par le fond thermique émis par les objets environnants, c'est pourquoi on envoie les télescopes infrarouges dans l'espace.

Cette association entre l'infrarouge et la chaleur n'est cependant due qu'à la gamme de température observée à la surface de la Terre. Selon sa température, un objet émettra spontanément des radiations dans différentes bandes du spectre électromagnétique, en dessous des infrarouges ou même au-dessus, par exemple dans le visible. C'est ainsi qu'une lampe à incandescence produit de la lumière. Inversement, il est possible de générer un rayonnement infrarouge qui ne soit pas thermique, c'est-à-dire dont le spectre ne soit pas celui du corps noir ; c'est le cas, par exemple, des diodes électroluminescentes utilisées dans les télécommandes.

Le rôle du module IR :

Le module IR, définissent les moyens et outils mis en œuvre afin qu'un humain puisse contrôler et communiquer avec notre module commande.

III.4. Vue fonctionnel

III.4.1 Les acteurs de notre système

Ici, on parle de l'utilisateur de l'application, ou bien l'utilisateur qui est en possession de la commande IR

III.4.2. Spécification des scénarios

- Avec le module IHM

Acteur	Taches	Scénarios
Utilisateur	T1 : Demande de connexion	L'authentification auprès du module de commande
	T2 : Agir sur un équipement connecté	Le module de commande intercepte la requête de l'utilisateur, Traite l'information et envoie une requête a un module actionneur
	T3 : Programmer une tache pour une exécution future	Le module de commande intercepte la requête de l'utilisateur, Traite l'information et prendra en conséquence la tache planifié
	T4 : Déconnexion	Le module de commande ne sera plus commander que par le module IR ou par une nouvelle authentification avec le module IHM

Tableau III.1 : spécification du scenario avec le module IHM.

CHAPITRE III : CONCEPTION DU SYSTEME DOMOTIQUE.

- Avec le module IR

La connexion avec le module de commande est permanente, et la seule tache qui sera réalisé par ce module et la tache « agir sue un équipement connecté »

Acteur	Tache	Scénario
Utilisateur	T1 : Agir sur un équipement connecté	Le module de commande intercepte la requête de l'utilisateur, Traite l'information et envoie une requête a un module actionneur

Tableau III.2 : spécification du scenario avec le module IR.

III.4. Conclusion

Après avoir déterminé notre objectif, identifié nos besoins, et conçu tout un projet qui nous permettra d'atteindre notre but à savoir, installer un système domotique dans un intérieur.

Nous somme maintenant prés pour la mise en œuvre de notre projet, afin de consolidé et de confirmer ce qui a été avancé dans la partie théorique.

Introduction :

Après avoir décrits les besoins de notre système domotique, nous allons mettre en pratique notre théorie. Pour ce faire, nous avons choisis des composants à notre porté pour simuler le système, il faut noter que dans une autre situation, nous prendrons rigoureusement nos choix, car beaucoup de facteurs entreront en jeux, comme le facteur économique, le design et la topologie.

Nous avons choisis comme module IHM, le développement d'une application Android simple et ergonomique sur le nouveaux IDE de développement Android, en l'occurrence Android Studio.

Pour le module de commande, nous avons choisis la carte Arduino Mega, vue la disponibilité de la carte, et aussi son environnement de programmation clair et simple : Le logiciel Arduino est facile à utiliser pour les débutants, tout en étant assez flexible pour que les utilisateurs avancés puisse en tirer profit également.

Pour la connexion entre les différents modules de notre système, nous avons opté pour les modules RFDuino, car ses derniers sont programmables via le logiciel Arduino et il comporte un microcontrôleur qui nous offre sept broches E/S pour commander divers actionneurs.

Concernant le module capteur (interaction de notre système avec le monde extérieur), nous avons choisis le capteur DHT11, car avec une seule broche numérique, il nous fournit une information numérique proportionnelle à la température et l'humidité mesurée par le capteur. La technologie utilisé par le capteur DHT11 garantie une grande fiabilité, une excellente stabilité à long terme et un temps de réponse très rapide, notant que nous.

Pour le module actionneur, nous avons choisis un double relais pour commander deux éléments fonctionnant avec du 220v au même temps avec seulement deux broches de notre Modules radio RFDUINO, et sa nécessite que quelque mA. Le relais possède deux LED indiquant l'état du relais et deux diodes de roue libre pour la protection.

Pour la communication sans fil IR, nous avons opter pour Le récepteur infrarouge 38 KHz.

IV.1. Outils de développement :

Un IDE est un logiciel dont l'objectif est de faciliter le développement. En d'autres termes, il nous est possible de développer sans un IDE, mais en utiliser un est beaucoup plus pratique. En effet, il contient un certain nombre d'outils, dont au moins un éditeur de texte et souvent étendu pour avoir des fonctionnalités avancées telles que l'auto-complétion ou la génération automatique de code, des outils de compilation et un débogueur, un IDE est très pratique pour ceux qui souhaitent ne pas avoir à utiliser les lignes de commande.

CHAPITRE : REALISATION

Nous allons présenter les deux logiciels que nous avons utiliser durant le développement de notre système, à savoir :

- IDE Arduino.
- Android Studio.

IV.2. Arduino IDE :

IV.2.1. Le logiciel Arduino a pour fonctions principales :

- de pouvoir écrire et compiler des programmes pour la carte Arduino
- de se connecter avec la carte Arduino pour y transférer les programmes
- de communiquer avec la carte Arduino

IV.2.2. Son espace de développement intégré (EDI) dédié au langage Arduino et à la programmation des cartes Arduino comporte :

- une BARRE DE MENUS comme pour tout logiciel une interface graphique.
- une BARRE DE BOUTONS qui donne un accès direct aux fonctions essentielles du logiciel et fait toute sa simplicité d'utilisation,
- un EDITEUR (à coloration syntaxique) pour écrire le code de nos programme, avec onglets de navigation,
- une ZONE DE MESSAGES qui indique l'état des actions en cours,
- une CONSOLE TEXTE qui affiche les messages concernant le résultat de la compilation du programme.

CHAPITRE : REALISATION

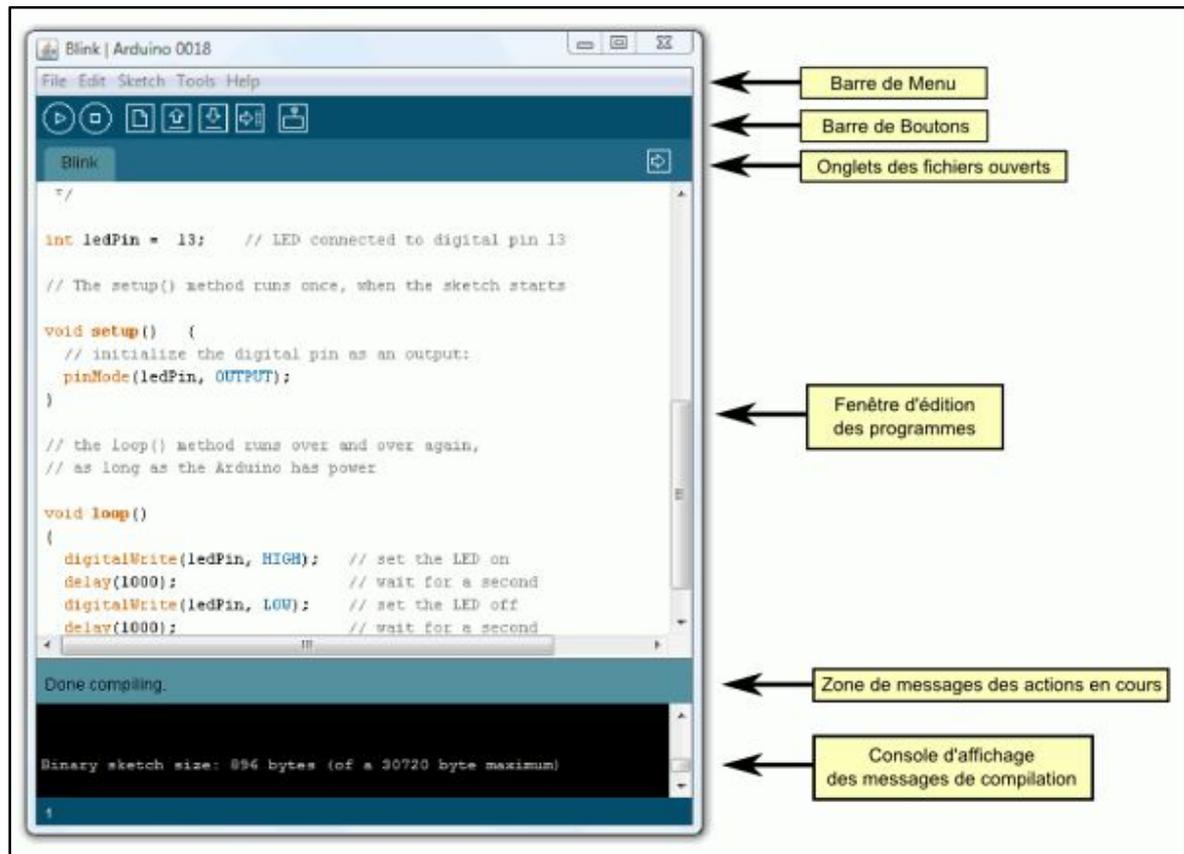


Figure IV.1 : Interface de IDE Arduino.

Le logiciel Arduino intègre également :

Un terminal série (fenêtre séparée) qui permet d'afficher des textes reçus de la carte Arduino et d'envoyer des caractères vers la carte Arduino. Cette fonctionnalité permet une mise au point facilitée des programmes, permettant d'afficher sur l'ordinateur l'état de variables, de résultats de calculs ou de conversions analogique-numérique : un élément essentiel pour améliorer, tester et corriger ses programmes.

CHAPITRE : REALISATION

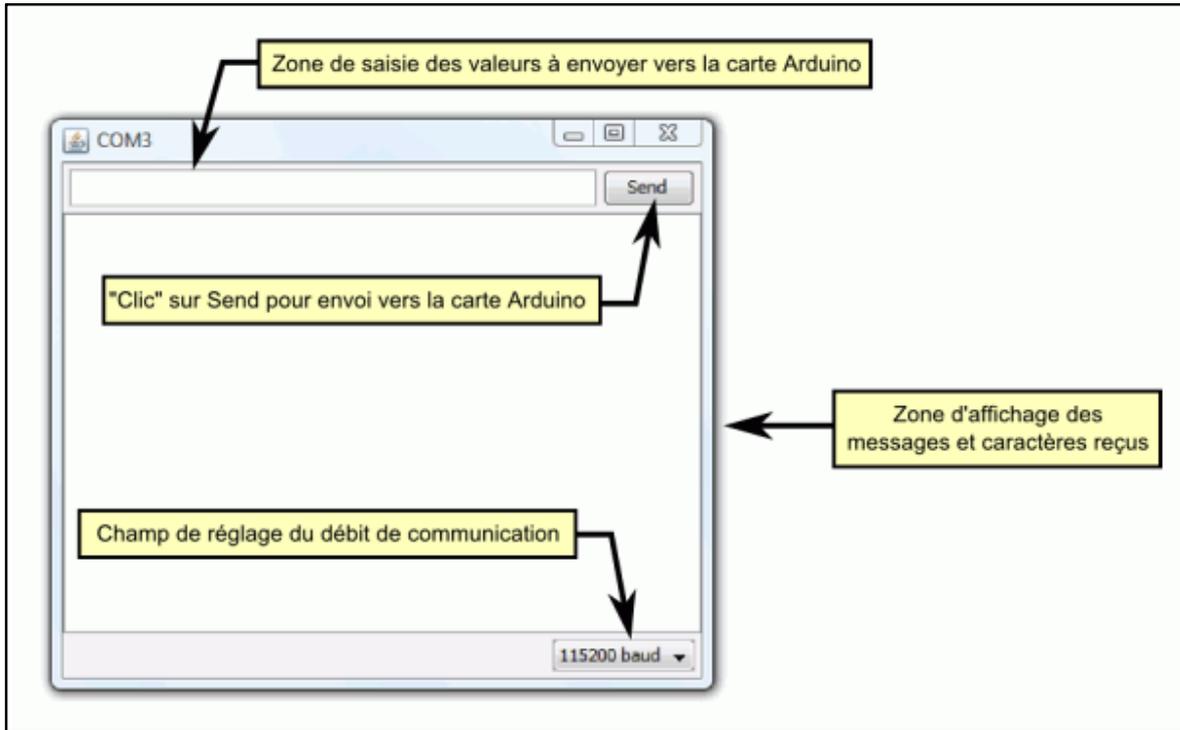


Figure IV.2 : Terminal connexion Série de l'IDE arduino.

- **Description de la barre des boutons (Figure IV.3):**



Figure IV.3 : La barre des boutons

	Vérifier/compiler : Vérifie le code à la recherche d'erreur.
	Stop : Stoppe le moniteur série ou les autres boutons activés.
	Nouveau : Crée un nouveau code (ouvre une fenêtre d'édition vide)

	Ouvrir : Ouvre la liste de tous les programmes dans la fenêtre courante.
	Sauver: Enregistre le programme.
	Transférer vers la carte : Compile le code et le transfère vers la carte Arduino. Le terme utiliser en Arduino est Téléverser.
	Moniteur Série : Ouvre la fenêtre du moniteur (ou terminal) série.

IV.3. Android Studio :

1. Présentation :

Android Studio est un environnement de développement pour développer des applications Android. Il est basé sur IntelliJ IDEA. Il offre toutes les possibilités nécessaires pour développer une application Android complète. Android Studio possède de plus en plus de qualité par rapport à ses premières versions et à Eclipse. Ce dernier est de plus en plus critiqué par sa "lourdeur" à l'utilisation et son avenir depuis le rachat d'Oracle. Donc il est possible que Google décide d'abandonner un jour ADT pour seulement proposer gratuitement Android Studio.

Actuellement, Android Studio est à la version 1.4.

2. Les composants choisis :

a. Arduino Mega

La carte Arduino Mega 2560 (Figure IV.4) est une carte à microcontrôleur basée sur un ATmega2560, elle dispose de :

- ✓ De 54 broches numériques d'entrées/sorties (dont 14 peuvent être utilisées en sorties PWM (largeur d'impulsion modulée),
- ✓ De 16 entrées analogiques (qui peuvent également être utilisées en broches entrées/sorties numériques),
- ✓ De 4 UART (port série matériel),
- ✓ D'un quartz 16Mhz,
- ✓ D'une connexion USB,
- ✓ D'un connecteur d'alimentation jack,
- ✓ D'un connecteur ICSP (programmation "in-circuit"),
- ✓ D'un bouton de réinitialisation (reset).

CHAPITRE : REALISATION

Elle contient tout ce qui est nécessaire pour le fonctionnement du microcontrôleur; Pour pouvoir l'utiliser et se lancer, il suffit simplement de la connecter à un ordinateur à l'aide d'un câble USB (ou de l'alimenter avec un adaptateur secteur ou une pile, mais ceci n'est pas indispensable, l'alimentation étant fournie par le port USB).

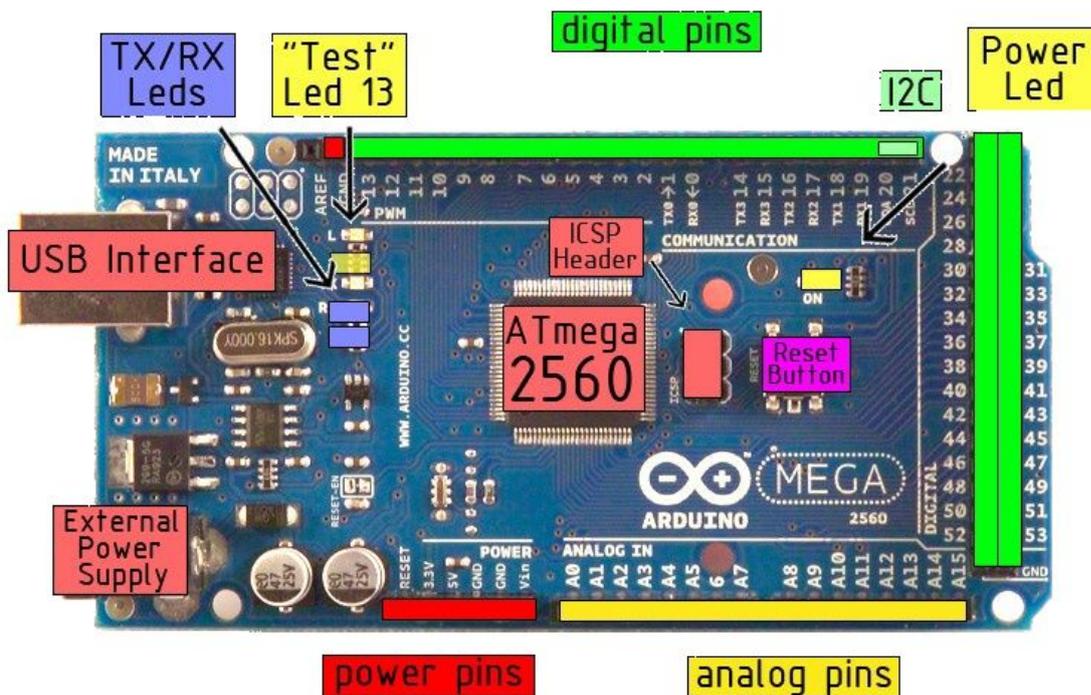


Figure IV.4 : Carte Arduino Mega

Architecture AVR :

Le cœur AVR possède les caractéristiques suivantes :

- architecture Harvard 8 bits RISC
- 32 registres de calcul divisés en 2 sous-ensembles :
 - les registres r0 à r15 ne permettent pas de travailler avec les valeurs immédiates
 - et les registres r16 à r31 le permettent.
- jeu de 90 à 135 instructions (selon le composant)
- la plupart des instructions (sauf les instructions de saut ou d'accès mémoire) s'exécutent en un seul cycle processeur. L'architecture avr met en œuvre un pipeline, ce qui permet d'exécuter une instruction par cycle d'horloge. Le cœur AVR atteint donc environ 1 Mips/MHz.
- le cœur AVR a été optimisé pour exécuter du code produit par un compilateur C.

CHAPITRE : REALISATION

- le cœur AVR possède 3 pointeurs 16 bits X, Y et Z mappés sur les registres 8 bits r26 à r31 ($X=r26+r27$, $Y=r28+r29$ et $Z=r30+r31$). Les 3 pointeurs permettent différents types d'indexation (indirecte, indirecte avec déplacement) avec ou sans pré ou post-incrémentation.
- les périphériques sont accessibles dans un espace d'adressage placé entre les registres et la SRAM (accessible entre autres par les instructions **ld** et **st**). Toutefois, un ensemble d'instructions spécialisées permet un accès plus pratique aux périphériques (instructions **in** et **out**) avec en particulier les instructions SBI (Set Bit in I/O) et CBI (Clear Bit in I/O) permettant respectivement de mettre à 1 et à 0 un bit dans les 32 premiers registres d'entrées/sorties. De plus les instructions in, out, sbi et cbi sont exécutées en un seul cycle.
- les registres r0 à r31 sont mappés sur l'espace RAM (adresse 0 à 31) ce qui permet d'y accéder par l'intermédiaire de X, Y et Z.
- les branchements sont nombreux et permettent de réaliser tous les cas de figure.
- le jeu d'instructions est conçu de telle manière que, le cœur soit 8 bits, il est très aisé de réaliser des calculs sur 16, 24 ou 32 bits (etc.)
- selon les composants, un multiplicateur matériel (2 cycles) est installé.
- la plupart des composants AVR sont *fully static*, c'est-à-dire qu'il n'y a pas de limite basse de la fréquence d'horloge nécessaire à un fonctionnement correct.
- les composants AVR possèdent en moyenne une quinzaine d'interruptions (selon les périphériques embarqués) de priorité fixe.
- le cœur AVR possède un pointeur de pile 16 bits (pour les composants équipés de SRAM (95 % des composants)).

b. Rfduino :

RFduino (Figure IV.5) est un microcontrôleur compatible Arduino, équipé d'un module Bluetooth 4.0 Low Energy. Il fournit 7 lignes GPIO, qui gèrent toutes les entrées / sorties numériques, les entrées analogiques (ADC 10 bits), I²C, SPI, UART et le PWM. Pour le programmer, L'utilisation d'un shield USB (pour la programmation du RFduino) Figure IV.6 est indispensable.

- Espace de stockage EEPROM : 128ko moins la taille du programme (source: www.rfduino.com)
- RAM : 16ko avec 8ko pour la pile applicative et 8ko pour les données applicatives (source: www.rfduino.com).

Spécifications électriques du module RFDUINO

Les spécifications électriques du module RFDUINO sont représentées dans le tableau suivant :

Electrical Specifications				
Description	Min	Nom	Max	Notes
VDD - Supply Voltage	2.1 V	3.0 V	3.6 V	
ESD - Human Body Model Class 2			4 kV	
Built-in Crystal Frequency		16 MHz		
Crystal Frequency Tolerance			+/- 10ppm	
Built-in RC Oscillator Frequency		32.768 kHz		
Built-in RC Oscillator Tolerance		+/- 2%		
Built-in RC Oscillator Tolerance after calibration			250 ppm	
Reset pin time for successful reset	600 ns			
Radio Operating Frequencies	2402 MHz		2481 MHz	1 MHz channel spacing
Radio Frequency Deviation @ BLE	+/- 225 kHz	+/- 250 kHz	+/- 275 kHz	
Radio On-Air data rate	250 kbps		2000 kbps	
Radio Output Power	-30 dBm		+4 dBm	
Receiver Sensitivity @ BLE		-93 dBm		Ideal transmitter
Radio RSSI Accuracy			+/- 6 dB	
UART Baud Rate	1.2 kbps		921.6 kbps	
SPI Bit Rate	0.125 Mbps		8 Mbps	
TWI Bit Rate	100 kbps		400 kbps	
Analog-to-Digital Converter (ADC) ENIB	10 bit			
ADC Internal Reference Voltage	1.182 V	1.20 V	1.218 V	
ADC External Reference Voltage	0.83 V	1.20 V	1.30 V	
Internal Temperature Sensor Range	-25 °C		75 °C	
Internal Temperature Sensor Accuracy	-4 °C		4° C	
General Purpose I/O (GPIO) input high voltage	0.7 * VDD		VDD	
General Purpose I/O (GPIO) input low voltage	VSS		0.3 * VDD	
Output standard drive current		0.5 mA		
Output high drive current		5 mA		Max 3 pins
Pull-up resistance	11k	13k	16k	
Pull-down resistance	11k	13k	16k	
ULP Current with RC OSC Running		4uA		
Transmit Current		12mA		
Receive Current		12mA		
ARM CPU Running Current		4mA		

Tableau IV.1 : spécifications électroniques du module rduino

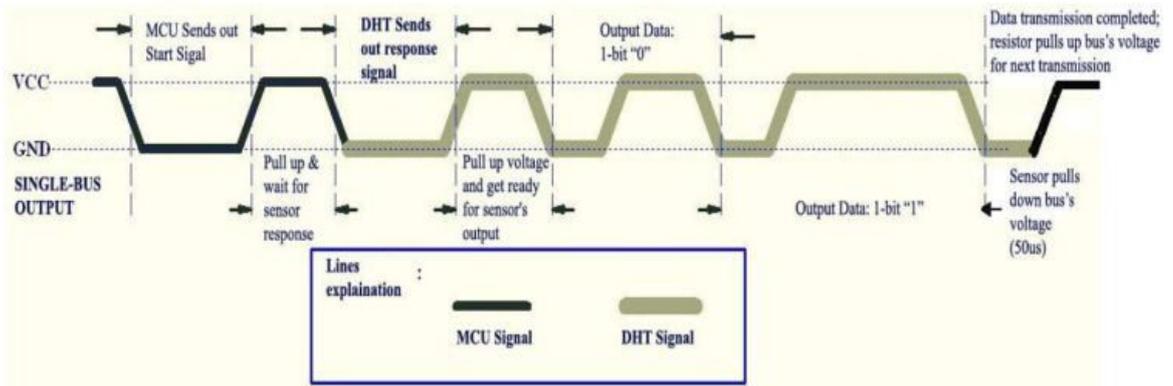
c. Capteur DHT11 :

Ce module capteur d'humidité et de température est très répandu dans le contrôle de climatisation, il est constitué d'un capteur de température à base de NTC (Coefficient de Température Négatif) et d'un capteur d'humidité résistif, un microcontrôleur s'occupe de faire les mesures, les convertir et de les transmettre.

CHAPITRE : REALISATION

- **Le protocole de communication :**

Le DHT11 a la particularité d'utiliser une seule broche pour communiquer avec son maître. Bien sûr cela aurait trop facile d'utiliser un bus 1-Wire classique. La communication se fait donc au moyen d'un protocole propriétaire demandant les timings bien précis.



Une trame « type » se compose de trois grandes parties :

- 1 – Le maître réveille le capteur au moyen d'un signal de « start ».
- 2 – Le capteur sort de son sommeil et envoie une réponse pour dire qu'il est vivant.
- 3 – Le capteur envoie 40 bits de données (5 octets) contenant la température, le taux d'humidité et une checksum.

Ce qu'il faut noter c'est que le capteur a une sortie dite à « collecteur ouvert », cela signifie que le capteur ne sort pas des niveaux logiques 0v/5v mais utilise un transistor en sortie. Si le capteur veut envoyer un « 0 » il force le signal à 0v en rendant son transistor (entre DATA et GND) passant. Si le capteur veut envoyer un « 1 » il laisse le signal tel-qu'il en rendant son transistor bloquant. D'où l'important de la résistance de tirage que l'on peut voir sur la Figure IV.7 , pas de résistance pas de signal .

3. Typical Application (Figure 1)

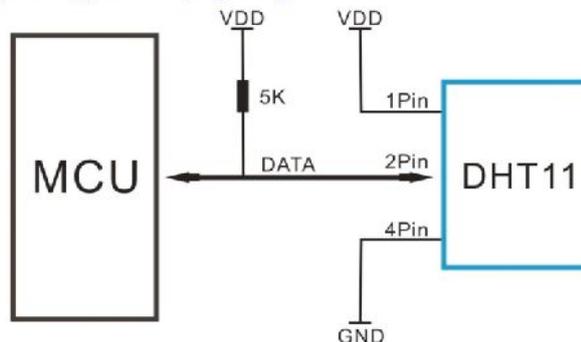
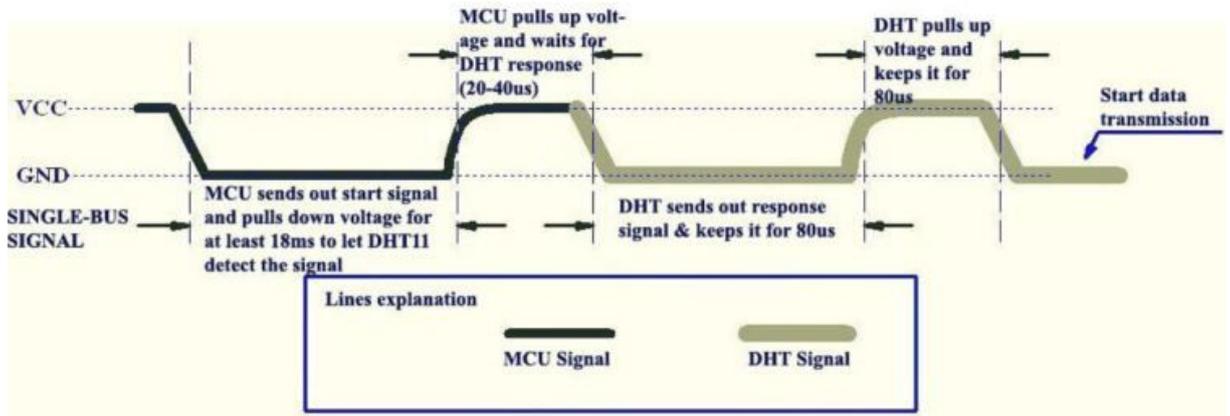


Figure 1 Typical Application

Figure : IV.7 : Connexion Du capteur DHT11 avec un PIN

- Réveil du capteur :



Pour déclencher l’envoi, il faut le secouer en lui envoyant un signal de start. Le signal start consiste en un état bas (0v) de 18 millisecondes et d’un état haut (5v) de 40 microsecondes. Jusque là rien de bien compliqué.

Ensuite le DHT11 va répondre pour dire qu’il est bien réveillé. Pour ce faire il va placer le signal à l’état bas pendant 80 microsecondes puis à l’état haut pendant 80 autres microsecondes. A ce moment précis le capteur est prêt, les mesures de la température et de l’humidité sont faites et le capteur va pouvoir commencer à envoyer les données.

- Réception des données:

Un paquet de données complet fait 40 bits, soit 5 octets. Ce paquet se décompose comme présenter dans le tableau suivant :

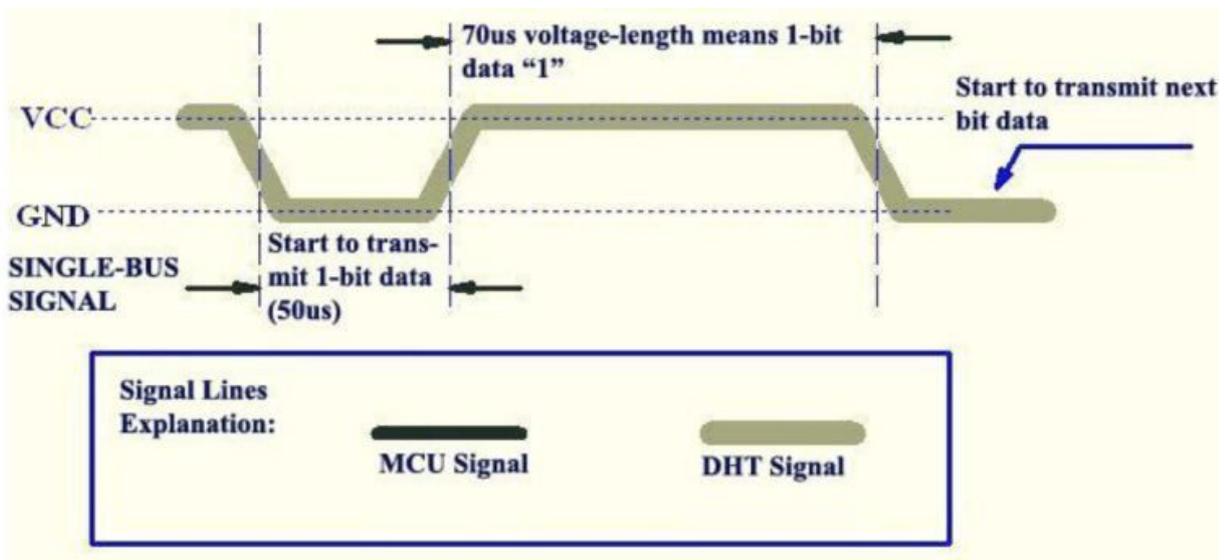
Octet	Contenu
1	Humidité en %
2	Zéro
3	Température en Degrés Celsius
4	Zéro
5	Shecksum=(Humidité+Température)

Tableau IV.2 : format d’un paquet du capteur DHT11.

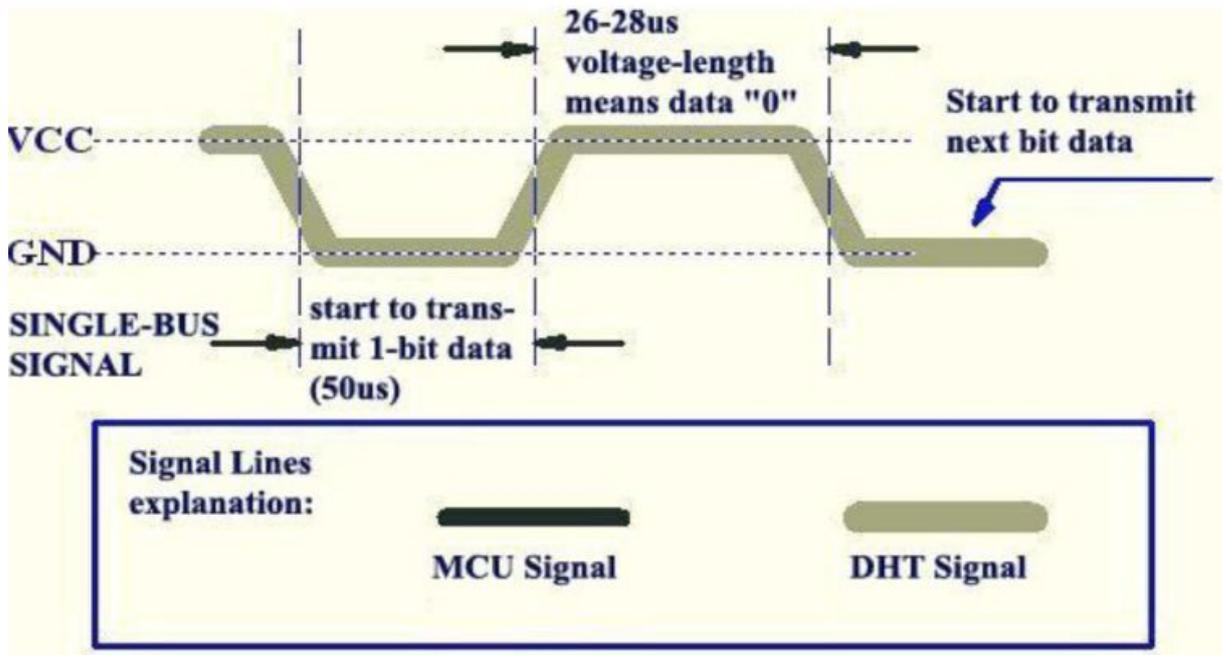
CHAPITRE : REALISATION

Certains se demanderont pourquoi les octets 2 et 4 sont à zéros. C'est simple, le capteur n'a qu'une précision de 8 bits, la partie décimale est donc toujours vide ;)

Reste encore un petit détail à éclaircir : comment différencier un bit « 1 » d'un bit « 0 » ? Un octet se composant de huit bits, si on ne sait pas comment recevoir un bit on ne sait pas comment recevoir un octet !



CHAPITRE : REALISATION



Bit	Temps bas	Temps haut
« 0 »	50 μ s	28 μ s
« 1 »	50 μ s	70 μ s

Pour faire simple si le temps haut est supérieur à 40 microsecondes (12 μ s de marge pour être sûr) c'est un « 1 », sinon c'est un « 0 ».

Remarque: le capteur envoie les bits « à l'envers » soit le bit de poids fort en premier.

d. Double relais :



Figure IV.8 : Double relais (Vue de haut)

Caractéristiques techniques:

- LED indicatrices de l'état des relais.
- Utilisation de diode Zener pour faire décroître plus rapidement le courant dans les bobine.
- Possibilité de placer une fiche jack standard (*alimentation continue, en option*)
- Avec une alimentation relai VDD=5V
- Courant d'activation avec signal 5V = 0.040mA
- Courant d'activation avec signal 3.3V = 0.030mA

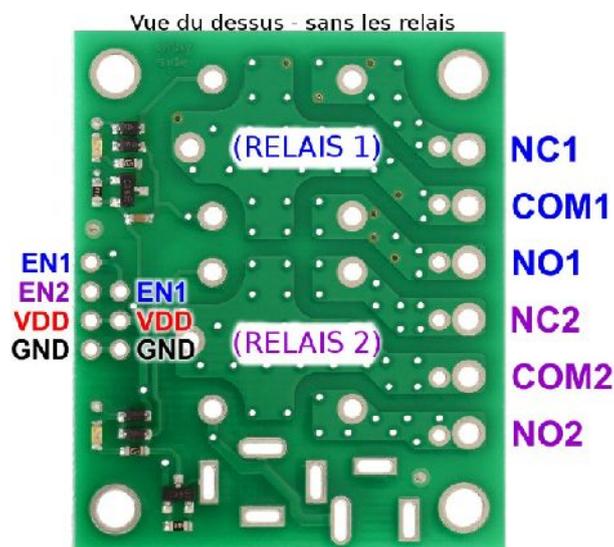


Figure IV.9 : Double relais (vue de derriere)

La partie commutateur du relais est accessible d'un côté de la carte tandis que les broches de contrôles sont routées sur le côté opposé de la carte. La bobine du relais est alimentée en 5 volts à l'aide des broches VDD et GND et le relais est activé par un signal haut (*HIGH*) sur la broche de contrôle ENx. Le signal de contrôle attaque directement un MOSFET canal-N

CHAPITRE : REALISATION

BSS138. Lorsque la tension sur la broche de contrôle ENx dépasse environ 2.5V, cela a pour effet d'activer la bobine du relais.

Les broches de contrôles sont placées de telle sorte qu'il est possible d'utiliser soit un connecteur à 4 broches, soit deux connecteurs de 3 broches. De la sorte, il sera possible pour alimenter le module et de fournir les signaux d'activation.

Lorsque le relais est activé: le contact de puissance se fait entre la broche COMx (commun) et NO (Normalement Ouvert).

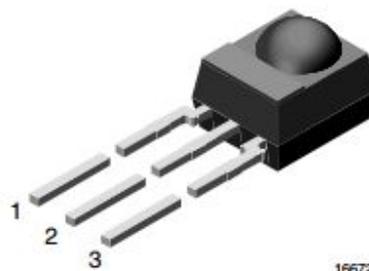
Quand le relais n'est pas activé: le contact de puissance se fait entre la broche COMx et NCx (Normalement Fermé)

e. Récepteur Infrarouge :

Le récepteur infrarouge 38 KHz (Figure IV.10) :

Caractéristiques Techniques:

- Fréquence porteuse: 38kHz
- Angle de réception : 45°
- Tension, alimentation : 3.0V à 5.5V
- Courant, alimentation : 950μA
- Température de fonctionnement : -25°C à +85°C
- Diode Type : Photodiode amplifiée
- Fréquence, fonctionnement : 38kHz
- Dimension : 6mm x 23.55mm x 6.95mm
- Profondeur : 5.6mm



MECHANICAL DATA

Pinning for TSOP22.., TSOP24..:

1 = OUT, 2 = V_S, 3 = GND

Figure IV.10 : Récepteur InfraRouge

f. Une télécommande IR universelle :

Une petite télécommande pratique pour commander des notre système. Cette télécommande dispose de 21 boutons et est d'une conception vraiment pratique avec son pavé numérique et ses boutons directionnels.

CHAPITRE : REALISATION



Figure IV.11 : Commande IR universelle

- Les codes des deux commandes sont représentés dans le tableau suivant :

Télécommande		Code	
21 boutons	20 boutons		
Power ON	Power ON	FFA25D	A25D
Mode		FF629D	629D
HP off	Menu	FFE21D	E21D
Next	Test	FF22DD	22DD
Rwd	+	FF02FD	02FD
Fwd	Return	FFC23D	C23D
Eq	Rwd	FFE01F	E01F
-	Next	FFA857	A857
+	Fwd	FF906F	906F
0	0	FF6897	6897
shuffle	-	FF9867	9867
u/sd	C	FFB04F	B04F
1	1	FF30CF	30CF
2	2	FF18E7	18E7
3	3	FF7A85	7A85
4	4	FF10EF	10EF
5	5	FF38C7	38C7
6	6	FF5AA5	5AA5
7	7	FF42BD	42BD
8	8	FF4AB5	4AB5
9	9	FF52AD	52AD

Tableau IV.3 : code des commandes IR universelle.

VI.4. La programmation des cartes :

a. La carte Arduino Mega :

Nous avons implémenté trois bibliothèques dans la carte Arduino Mega, à savoir :

- ✓ La bibliothèque IRremote : Cette librairie permet d'émettre et de recevoir via l'infrarouge; elle permet de gérer les protocoles NEC, Sony, Philips RC5/RC6 et le traitement de données brutes.
- ✓ La bibliothèque idDHT11 : cette librairie permet de réveiller le capteur DHT11, de synchroniser la communication et de lire retourner directement les deux valeurs attendu (la température et le taux d'humidité).

Pour la routine principale, nous avons programmé deux interruptions, le port série pour le réseau Bluetooth et le pin 12(PWM) pour le réseau infrarouge, pour le reste, il réveille a temps régulier le capteur DHT11 et envoie les nouvelles données via le réseau Bluetooth pour les mettre à jour

En cas d'interruption, le programme traite l'information et prend les décisions nécessaires pour munir à terme la requête.

b. Les deux cartes RFduino :

Nous avons implémenté un réseau piconet, a savoir un maitre (Host) et jusqu'à sept esclaves (slave), nous avons programmé la carte connecté via le port série avec la carte Arduino Mega comme HOST, et la deuxième carte comme esclave, il faut noter que notre application Android prendra le rôle d'un esclave.

- ✓ Pour la carte Host : nous avons implémenté la bibliothèque RFduinoGZLL et RFduinoBLE. La routine principale du réseau écoutera continuellement sur le réseau Bluetooth et sur le port série, des qu'il y ait demande de transfert (pour les deux cotés), il tachera de véhiculer l'information, que ce soit, pour envoyer une information pour les esclaves via le réseau Bluetooth ou transmettre ce qu'il a reçu via le port série vers la carte Arduino Mega.
- ✓ Idem pour la carte Slave. Juste que dans notre cas, la carte coté actionneur n'a pas besoin d'envoyer des informations au module de commande, il est à noter que nous pouvons envoyer des informations, implémenter des capteurs et traiter des données localement, le but de ce choix, n'est autre que pour ne pas sortir du contexte de cette thèse, à savoir, centrale domotique.

IV.5. Présentation de l'application :

L'application Android jouera le role d'une commande pour notre système, pour cela nous avons donné beaucoup d'importance a la simplicité de sont utilisation. Elle se compose de deux vue, la première vue pour scanner le réseau et demande de connexion, la deuxième vue est une galerie d'image simple et clickable, compréhensible par la majeure partie de l'humanité.

CHAPITRE : REALISATION

✓ La première vue :

Après avoir entrée dans notre application, un bouton « Scanner » apparaîtra au bas de l'écran, comme indiquer dans la figure suivante :

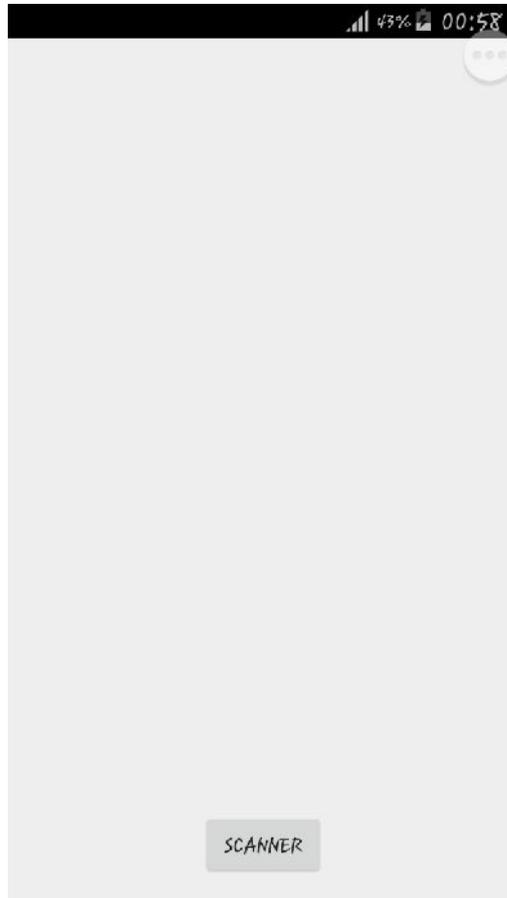


Figure IV.12 : La première vue de notre application.

CHAPITRE : REALISATION

Après un click sur le bouton scanner, si le Bluetooth de notre appareil est activé, elle passera directement au scan du réseau, sinon elle nous demandera l'autorisation d'activer le Bluetooth comme suit :



Figure IV.13 : Demande l'autorisation pour activer le Bluetooth.

CHAPITRE : REALISATION

Une fois le Bluetooth activé, l'application scanner le réseau et affiche les appareils émettant un signal Bluetooth Low Energy sous forme d'une liste. Le scan s'arrêtera automatiquement au bout de dix secondes. La figure suivante, montre un fin de scan avec un appareil repérer.

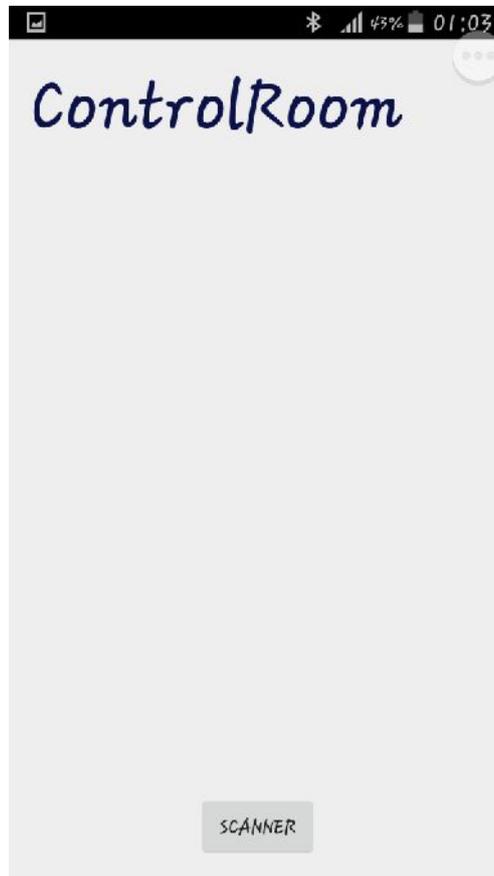


Figure IV.14 : Appareils repérer après un scan

CHAPITRE : REALISATION

Une fois authentifié, l'application affichera la deuxième vue de l'application, comme indiqué dans la figure suivante :

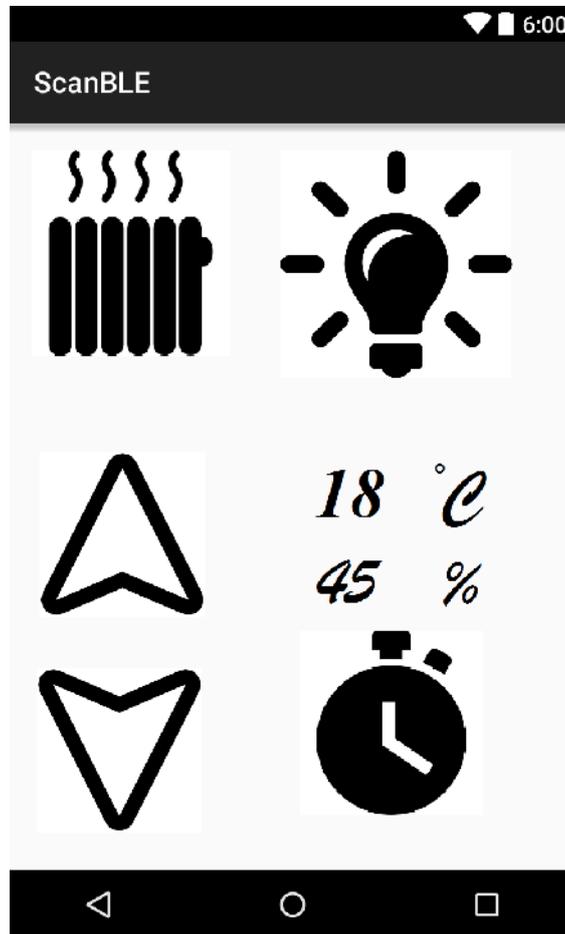


Figure IV.15 : Deuxième vue de l'application.

- Icône 1 : représente l'état d'un chauffage électrique, un click sur l'icône éteindra ou allumera le radiateur.
- Icône 2 : représente la lampe du plafond, pour allumer la lampe un simple click sur l'icône suffira, la même chose pour l'éteindre.
- Icône 3 et 5 : représentent deux flèches, une flèche vers et l'autre vers le bas (par rapport au téléphone), indiquant le sens de rotation du volet. Pour le fermer, il suffit d'appuyer sur la flèche indiquant le bas, la même chose pour le sens contraire.
- Icône 4 : indique la température et l'humidité ambiante dans la chambre.
- Icône 6 : pour planifier un scénario dans la chambre.

IV.6. Test et simulation :

Il est à noter que par manque de temps, nous n'avons pas eu l'opportunité de terminer notre application. Par conséquent, nous avons testé le système sans interface graphique.

Après avoir réalisé les connexions et programmé les cartes, nous avons vite quelque constater quelque manque au niveau de la connexion infrarouge. Après correction des codes, nous avons obtenu des résultats escomptés

IV.7. Conclusion :

Durant la réalisation de notre système domotique, nous avons réussi à nous procurer les composants nécessaire pour mettre œuvre notre système, à programmer la carte Arduino Mega, la pièce principale de notre projet, programmer les cartes RFduino pour connecter les modules utilisant le réseau Bluetooth, installer le réseau infrarouge et, par manque de temps, l'application Android n'a pas pu être achevée, alors, mais nous avons pu simuler et tester notre système avec la commande infrarouge, et les résultats sont nettement concluants

Conclusion générale :

Si les personnes valides y pensent à peine quand elles les effectuent (appuyer sur un interrupteur devient un automatisme chez l'individu qui entre chez lui le soir), les tâches domestiques sont très nombreuses et très variées au cours d'une journée. Pour une personne handicapée, certaines de ces tâches peuvent devenir très vite pénibles voire impossible à réaliser.

Heureusement, l'évolution de la technologie permet de créer des objets techniques qui facilitent la vie en apportant plus de confort.

Ainsi, en combinant les technologies de la mécanique, de l'électronique et de l'informatique, l'Homme a inventé la domotique qui permet d'automatiser nombre de tâches domestiques. Celle-ci n'en est qu'à ses débuts et ils sont prometteurs ! Pensez aux perspectives qu'elle offre :

- De l'ouverture du portail à distance à l'aide d'une télécommande
- La gestion de scénarii (exemple : le scénario "départ" qui commande la fermeture de tous les ouvrants de la maison, la mise en mode économie du chauffage ou la mise en éveil du système d'alarme), les possibilités sont immenses...

Et gageons que nous ne sommes pas au bout de notre étonnement concernant l'automatisation des tâches domestiques dont nous nous passerions volontiers. Imaginez un robot d'aide à la personne qui repasserait le linge de toute la maison...

Notre travail s'est révélé difficile au cours du projet. Ce projet nous a confrontés à certaines difficultés qui peuvent interférer au sein d'un projet faisant intervenir plusieurs équipes, plusieurs domaines de compétences, ainsi que les difficultés à trouver la documentation et les supports nécessaires à notre apprentissage, vu que nous avons traité deux concepts nouveaux ; à savoir, le Bluetooth Low Energy et la domotique. Malheureusement, nous n'avons pas pu finir l'application Android, faute de temps.

Nous espérons que nous avons pu faire découvrir ce qu'est la domotique pour la communauté universitaire et que cela aura été enrichissant pour tous !