

République Algérienne Démocratique et Populaire.

Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique.

Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.

Faculté de Génie Electrique et D'informatique.

Département d'informatique



MEMOIRE

DE FIN D'ETUDES

En vue de l'obtention du diplôme de master en Informatique

Option : Ingénierie des systèmes d'informations

Réalisation d'un prototype pour la
télésurveillance d'une personne âgée :
détection de la chute- de température

Dirigé par :

M^{me} BOUSNINA Lila

Réalisé par :

BOUSSAID Ouiza

Devant le jury :

Président : Mr TALBI

Examinatrice : Melle YESLI

Promotion 2016 /2017

Remerciements

Louange à notre créateur qui m'a incitées à acquérir le savoir et m'a donné la volonté et le courage pour y arriver, c'est à lui que j'adresse toute ma gratitude en premier lieu.

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude et mes sincères remerciements à ma promotrice M^{me} Bousnina qui m'a fait l'honneur de diriger ce travail et ses précieux conseils furent d'un apport considérable.

Aussi je tiens à lui reconnaître le temps précieux qu'elle m'a consacré.

Mes vifs remerciements vont aussi à mes adorables frères « Ahmed et Slimane ».

Que les membres du jury trouvent ici mes remerciements les plus vifs pour avoir accepté d'honorer par leur jugement mon travail.

Enfin, je remercie toutes les personnes ayant contribué de près ou de loin au bon accomplissement de mon travail.

Dédicaces

À ma très chère mère affable, honorable, aimable

Tu représentes pour moi le symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse et l'exemple de dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi

Ta prière et ta bénédiction m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études. Aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce que tu mérites pour tous les sacrifices que tu n'as cessé de me donner depuis ma naissance, durant mon enfance jusqu'à mon âge adulte

Toi maman, le plus grand trésor de ma vie, tu as toujours été ma confidente, mon modèle pour la force et le courage, tu es une lumière. Je te dédie ce travail en témoignage de mon profond amour, puisse dieu, le tout puissant, te préserver et t'accorder santé, longue vie et bonheur

A la mémoire de mon père

A la mémoire de mon beau-frère Hacene

*A mes chers frères Ahmed et Slimane qui m'ont beaucoup
soutenu*

A ma sœur Fatma et ses enfants : Rafik, Kahina et Tafat.

*A ma sœur Fatima, son mari Ouali et leurs enfants : Melia,
Youdas et Massilia.*

*Une spéciale dédicace à Yacine qui est ma source de
bonheur*

A tous mes amis(es).

A tous ceux qui m'aiment et que j'aime.

Liste des figures

Figure I.2 : L'appartement GERHOME.....	12
Figure II.1 : Inria / Photo C. Morel.....	15
Figure III.1 : L'HIS, appartement prototype mis en place à la faculté de médecine de Grenoble.....	25
Figure III.2 : Chute d'une personne âgée vivant seule dans le domicile.....	27
Figure III.3 : Architecture conçue pour notre système.....	30
Figure III.4 : La carte ARDUINO UNO.....	32
Figure III.5: Schéma électrique de la carte arduino UNO.....	33
Figure III.6: Caractéristiques de la carte Uno.....	34
Figure III.7 : Structure de la carte UNO.....	35
Figure III.8 : Le capteur de température : LM 35 CAZ.....	37
Figure III.9 : Circuit de LM35 arduino pour la température.....	38
Figure III.10 : Capteur de chute Gyroscope 512.....	39
Figure III.11 : Circuit Gyroscope-arduino.....	40
Figure III.12: Bluetooth HC-05.....	41
Figure III.13 : Exemple de gilet.....	41
Figure III.14: Smart phone Samsung.....	42
Figure III. 15: Image illustrant bluetooth.....	43
Figure III. 16: Page d'accueil de l'application.....	45
Figure III. 17: Code de la partie vocale pour l'accueil.....	46
Figure III.18 : La deuxième interface dans notre application »interface de bluetooth.....	46

Figure III.19 : Interface de l'activation de bluetooth.....	47
Figure III.20 : Code d'activation de bluetooth.....	47
Figure III.21: Code d'activation de communication GSM.....	48
Figure III.22 : Code d'envoi des SMS.....	49
Figure III.23: Programme de température.....	50
Figure A.1 : La fonction essentielle du capteur.....	52
Figure A.2 : Architecture physique d'un capteur.....	54
Figure A.3 : capteur de température (capteur à résistance métallique).....	55
Figure A.4 : Capteur de température (Thermistance de précision à capsule de verre).....	55
Figure A.5 : Capteur de pression (les capteurs à membrane, capteurs à jauge extenso métrique.....	55
Figure A.6 : Exemple de quelques capteurs les plus utilisés.....	56
Figure A.7 : Architecture d'un réseau de capteur sans fil.....	57
Figure A.8 : Principe de fonctionnement.....	58
Figure A.9 : exemples de domaines d'utilisation des RSCFs.....	59

Liste des tableaux

Tableau I.1: Récapitulatif du système de sécurité dans les maisons.....	4
Tableau I.2: Récapitulatif du système de gestion de consommation dans les maisons.....	5
Tableau I.3: Récapitulatif du système de communication dans la maison	7
Tableau I.4: Récapitulatif du système de confort dans la maison.....	8
Tableau II.1 : Classification des capteurs suivant le type d'informations collectées.....	17

Glossaire

ADSL: Advanced Digital Subscribe Line

APK: Android Package

CCD: Charge-CoupledDevice

CMOS: Complementary Metal Oxide Semiconductor

CO: Oxyde de Carbon(CarbonMonoxide)

CSTB : Centre Scientifique et Technique du Batiment

GPIO: General Purpose Input/Output

GPS: Global Positioning System

GSM: Global System for Mobile Communications

HIS: Habitat Intelligent pour la Santé

IBM: International Baptist Missions

IEEE:Institute of Electrical and Electronics Engineers

INRIA: Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique

ISM: Industrial, Scientific and Medical

IP: Internet Protocol

LED: Layout of (Software) Engineering Diagrams

LM CAZ:Legacy Management Combustion Appliance Zone

OSGI: Opportunity, Security and Growth Initiative

PC:Personnal Computer

RCSF: Réseau de Capteur Sans Fil

RFID: Radio Frequency Identification

RX: Reception

SD: Storage Device

SDSL: Symmetric Digital Subscriber Line

SUN: Service User Network

TV: Television

TX: Transmission

UML: Unified Modelling Language

UNO: Universal Networked Objects

UPnp: Universal Plug and Play

USB: Universal Serial Bus

UV: Ultraviolet

WSN: Wireless Sensor Network

Sommaire

Introduction générale.....	1
Chapitre I	2
Introduction.....	2
I.1. Historique	2
I.2. Définition de la domotique	2
I.4. Les caractéristiques de la domotique.....	4
I.5. Les domaines de la domotique.....	4
I.5.1. La sécurité dans la maison.....	5
I.5.2. La gestion de consommations.....	6
I.5.3. Les communications.....	8
I.5.4. Le confort	9
I.6. Maisons intelligentes.....	10
I.7. Des exemples de maisons intelligentes.....	11
Conclusion	13
Chapitre II.....	14
Introduction.....	14
II.1. Définition de l’habitat intelligent pour la santé	14
II.2. Equipements domotiques pour le domicile	15
II.2.1. Capteurs	15
II.2.1.1. Capteurs des données physiologiques	16
II.2.1.2. Capteurs d’activité.....	17
II.2.1.3. Conditions environnementales	17
II.2.1.4. Capteurs vidéo.....	17
II.2.2. Actionneurs et machines.....	20
II.2.3. Réseaux locaux	21
II.2.4. Agents intelligents.....	21
II.2.4.1. Cohérence des données et tests intégrés	21
II.2.4.2. Alarmes.....	22
II.2.4.3. Détections de signes avancés.....	22

II.2.5. Interfaces homme-machine	22
II.2.6. Efforts de standardisation	23
II.3. Technologies et systèmes d'aide à domicile	23
II.3.1. Technologies d'aide à domicile	23
II.3.1.1. Technologies pour la télésurveillance médicale	23
II.3.1.2. Technologies pour renforcer la sécurité à domicile :	24
II.3.1.3. Technologies d'assistance aux personnes âgées pour les tâches de la vie quotidienne, en soutien ou en suppléance	24
II.3.1.4. Technologies pour maintenir le lien social et la téléassistance	24
II.3.2. Systèmes d'aide à domicile	24
II.3.2.1. Solutions d'aide pour assurer une vie plus sûre aux personnes âgées	24
II.3.2.2. Solutions d'aide pour faciliter le travail des référents	25
II.3.2.3. Solutions d'aide pour offrir une vie plus confortable aux personnes âgées	25
II.4. Attente des personnes âgées	25
Conclusion	26

Chapitre III.....	26
Introduction.....	26
III.1. Détection des situations critiques d'une personne à domicile	26
III.1.1. Détection de chutes	27
III.1.2. Détection de température	28
III.2. Le système d'information pour la télésurveillance médicale.....	28
III.2.1. Acteurs, données et cas d'utilisation	29
III.2.2. Architecture logique.....	29
III.2.2.1. Le smart phone.....	29
III.2.2.2. Le Poste patient	29
III.2.2.3. Le poste client	30
III.2.2.4. Module d'aide à la décision	30
III.3. Architecture de notre système.....	30
III.4. Environnement de développement	32
III.4.1. Matériel.....	32
III.4.1.1. Arduino	32

III.4.1.1.1. La carte arduino uno	32
III.4.1.1.2. Schéma électrique de la carte Uno	33
III.4.1.1.3. Les caractéristiques de la carte	34
III.4.1.1.4. Les types de signaux supportés.....	35
III.4.1.1.5. La structure de la carte.....	36
III.4.1.2. Les composants de la partie opérative	38
III.4.1.2.1. Les capteurs analogiques	38
III.4.2. Logiciel.....	43
III.4.2.1. Coté application APK	44
III.4.2.2. La communication GSM	44
III.4.2.3. La communication bluetooth	44
III.5. Mise en œuvre du réseau pour la surveillance	45
III.6. Testes de notre système	46
III.7. Scénarios	50
Conclusion	51
Annexe A.....	52
Conclusion générale.....	62

Introduction générale

Introduction générale

Devant l'évolution démographique spectaculaire actuelle vers une population vieillissante, la société devra faire face à un accroissement du nombre de personnes âgées en situation de perte d'autonomie et de grande dépendance. L'augmentation considérable de cette population pose le problème de l'incapacité à répondre aux besoins de soins et de leur prise en charge. En même temps, il est aujourd'hui largement reconnu que les nouvelles technologies apportent des réponses pratiques et novatrices aux besoins des personnes âgées, en matière de renforcement de la sécurité, et d'amélioration des soins et des services touchant le domaine social autant que médical. La plupart des nouvelles technologies ne sont pas encore connues dans le milieu socio-médical et très peu de personnes âgées en bénéficient.

Partant de ce constat, de nouvelles solutions sont envisagées pour permettre un suivi médical à distance des personnes âgées. Des équipements dénommés nœuds capteurs et dotés d'interfaces de capture peuvent alors être déployés directement au domicile de la personne. Ainsi, ils recueillent les informations liées à la perte de conscience (chute) ou aux variations de température dans leurs domiciles.

Donc, la problématique de notre présente étude est de détecter les chutes de la personne âgée vivant seul dans le domicile aussi pouvoir capter la température de ce dernier. Pour cela, on propose une solution qui va nous permettre d'avoir ces paramètres d'une manière automatique sans envahir la vie personnelle de la personne.

Pour mener à bien notre travail, nous l'avons organisé en trois chapitres ; dans le premier chapitre, nous verrons le concept de la domotique et ses domaines d'application. Le second chapitre, porte sur la notion de l'habitat intelligent pour la santé favorisant le maintien à domicile des personnes âgées. Le dernier chapitre, traite les outils et les étapes de l'implémentation, et par la suite nous donnerons des scénarios pour notre application. Enfin, nous terminerons par une conclusion générale.

Chapitre I : Généralités sur la domotique

Introduction

Dans nos sociétés, l'homme veut maîtriser l'environnement et la nature par la technique. Il veut plier la nature à ses désirs, plutôt que de s'y adapter et de ce point de vue, la technologie représente le pouvoir.

Ce désir de domination s'étend à nos habitations : nous voulons des maisons de plus en plus à notre service, des maisons que nous pouvons maîtriser et c'est dans ce contexte que la domotique s'inscrit.

I.1. Historique

Les premières applications de domotique sont apparues au début des années 1980, elles sont nées de la miniaturisation des systèmes électroniques et informatiques. Durant ces années, la maison « motorisée » fait son apparition : stores, portails et porte de garage deviennent motorisés.

Dès les années 90, on parle de maison « automatisée », par le biais de la planification de certaines actions (ouverture simultanée de tous les volets, extinction des lumières...) la maison apporte confort supplémentaire et simplification des tâches quotidiennes.

Depuis les années 2000 à nos jours, on parle de maison « pilotable à distance », avec le développement d'internet, les automatismes sont désormais programmés et commandés via un appareil mobile (smartphone, tablette et ordinateur).

I.2. Définition de la domotique

I.2.1. Origine du mot domotique

Le mot « domotique » vient de la contraction de deux mots [S. Lorente, 2004] [B. Allen, 1996]:

- Domus [qui veut dire la maison (la demeure de maître) en latin].
- Tique : c'est un suffixe couramment employé pour évoquer le terme des technologies (automatique, électronique, informatique ...etc.).

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.

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.

Autrement dit :

La domotique consiste à mettre en place des réseaux reliant différents types 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 coûteuses en énergies pendant les heures creuses, etc.).

La domotique repose sur le concept Machine to Machine (désigné par M2M ou encore MtoM) qui consiste à rendre des machines intelligentes 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 notre mémoire que la domotique.

I.4. Les caractéristiques de la domotique

Une domotique, intègre une multitude d'objets capable de communiquer entre eux. En effet, selon [CANCELLIERI, 1992] et [EDWARDS, 2001], une domotique doit avoir ces principales caractéristiques sinon elle serait disqualifiée du classement :

- ✓ Si l'information ne peut pas circuler librement de l'intérieur de la maison vers le monde extérieur, et vice-versa.
- ✓ Si la maison fonctionne avec des outils informatiques intégrés qui ne sont pas capable de communiquer entre eux.
- ✓ Si son automatisation consiste en un « patchwork » de « gadgets ».
- ✓ Si les fonctions intégrés dans cet habitat son sophistiquées et difficile à utiliser.

I.5. Les domaines de la domotique

Nous avons vu dans la définition 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 présenterons dans cette partie :

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

I.5.1. La sécurité dans la maison

Chaque année, les accidents domestiques causent deux fois plus de morts que les accidents de la route. Un incendie sur quatre trouve son origine dans la cuisine, un incendie sur cinq provient d'une installation défectueuse [M. Vacher, 2013]. 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 (anti incendie).
- ❖ Surveillance des portes et des fenêtres.

Le tableau I.1 récapitule la sécurité (moyens et confort) dans la maison intelligente :

Besoins	Moyens
<ul style="list-style-type: none"> • 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. • Surveiller les enfants et communiquer dans les immeubles. 	<ul style="list-style-type: none"> • Contrôle d'accès et Portier audio/vidéo. • Interphone
<ul style="list-style-type: none"> • 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. • 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, le gardien de l'immeuble ou les secours pendant votre absence. • Contrôler les équipements techniques afin de 	<ul style="list-style-type: none"> • Protection contre les intrusions • Simulation de présence • Détecteurs de présence • Protection contre l'incendie • Services de télésurveillance • Alarmes de dépassement 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.	température, détecteurs de courant, détecteurs de fuites
<ul style="list-style-type: none"> • Mettre en alerte des secours en cas d'incidents, de sinistres, de chutes, de malaises ... • Avoir besoin d'une assistance médicale ou sociale à domicile (soins, garde malade ...). 	<ul style="list-style-type: none"> • Téléphone. • Services de téléassistance,

Tableau I.1: Récapitulatif du système de sécurité dans les maisons

I.5.2. La gestion de consommations

Grâce aux technologies modernes de communication (Internet, hauts débits ADSL/SDSL, Wifi, réseaux privés virtuels, etc.), il est possible de collecter à distance toutes les informations nécessaires aux problématiques d'exploitation d'installations industrielles ou privées, de leur surveillance ou encore de leur maintenance. Elles permettent le diagnostic et la gestion des interventions à domicile par des intervenants pour le compte de prestataires de services et/ou de financeurs de ces services [S. Bonhomme, 2008]. Dans ce cadre et pour la maison, toutes les données : dépenses en fluide, en énergie (gaz, électricité), en télécommunications peuvent être envoyées à distance sans déplacement de personnels, par simple relevé distants et automatiques des compteurs, comme il est montré dans le tableau I.2.

Besoins	Moyens
<ul style="list-style-type: none"> • Contrôler votre consommation • Eviter les consommations inutiles 	<ul style="list-style-type: none"> • Des compteurs individuels de l'eau chaude et de l'eau froide, en particulier dans l'habitat collectif. • Un système domotique permettant le relevé des compteurs et le suivi en temps réel de votre consommation.

<ul style="list-style-type: none"> • Eviter les fuites éventuelles 	<ul style="list-style-type: none"> • L'utilisation d'appareils ménagers à basse consommation, de robinets automatiques ou de mitigeurs thermostatiques. • Des détecteurs de fuites reliés à un système domotique.
<ul style="list-style-type: none"> • Maitriser vos consommations et optimiser le fonctionnement de vos appareils de chauffage. 	<ul style="list-style-type: none"> • Installation de thermostats, de programmeurs de gestionnaires d'énergie pour le chauffage et la climatisation. • Mise en place de détecteurs permettant d'optimiser la consommation d'électricité en fonction de l'abonnement souscrit. • Un système domotique permettant un contrôle global du logement et des appareils.

Tableau I.2: Récapitulatif du système de gestion de consommation dans les maisons.

I.5.3. 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 XX^{ème} 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 transport et au téléphone, les familles souffrent moins de la dispersion imposée par les études ou le travail. Le tableau I.3 présente la communication (moyens et besoins) dans les habitats intelligents.

Besoins	Moyens
<ul style="list-style-type: none"> • Agir sur les équipements et commander leur fonctionnement à distance pendant votre absence. (éclairage, chauffage, arrosage...) 	<ul style="list-style-type: none"> • Téléphone, minitel, micro-ordinateur...
<ul style="list-style-type: none"> • Etre informé des tentatives d'intrusion et de cambriolages, et réduire les risques d'incendie en étant prévenu au plus tôt. • Contrôler les équipements techniques afin d'assurer leur bon fonctionnement et détecter les anomalies qui seraient de nature à créer des sinistres (inondations, décongélation de produits stockés.) 	<ul style="list-style-type: none"> • 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... • La vidéosurveillance en vous abonnant à un centre de télésurveillance.

<ul style="list-style-type: none"> • Connaître les consommations et détecter les fuites éventuelles pendant votre absence. 	<ul style="list-style-type: none"> • En contrôlant régulièrement (par le téléphone, le minitel, la micro-informatique) les relevés des différents compteurs (eau, gaz, électricité, téléphone...) • En programmant votre système domotique pour qu'il signale toutes les anomalies (consommation anormale, dépassement des seuils...)
---	---

Tableau I.3: Récapitulatif du système de communication dans la maison

I.5.4. Le confort

Pour le confort de l'habitat : le chauffage, la climatisation, la ventilation, l'éclairage, les ouvertures (portes et fenêtres), etc. peuvent également être contrôlés de manière automatique et le cas échéant, de manière télé-opérée. Les différents appareils électroménagers, les machines à laver le linge, la vaisselle, le réfrigérateur, la cuisinière etc. peuvent aussi être programmée de telle sorte qu'en l'absence de l'utilisateur, les différents appareils peuvent exécuter leurs tâches. En matière de loisirs, les postes de TV, de radio et autres appareils de divertissement peuvent être connectés à des réseaux et recevoir une grande diversité de programmes comme présenté dans le tableau I.4.

Besoins	Moyens
<p>Confort thermique :</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 ; 	<ul style="list-style-type: none"> • Thermostat programmable, un gestionnaire d'énergie ou un système domotique relié à votre système de chauffage ou de climatisation. • Ventilation mécanique contrôlée.

<p>Confort lumineux :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Commander l'ouverture et la fermeture de volets ou de stores équipés de moteurs électriques. • Programmer et régler l'éclairage. 	<ul style="list-style-type: none"> • Gestionnaire d'éclairage. • Prises électriques commandées ou télécommandées.
<p>Confort sonore et visuel :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Distribuer le son (Radio, Hifi, Interphonie) et des images (TV, Vidéo, ...) dans les différentes pièces. • Commander à distance les appareils de votre ensemble audio et vidéo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Système de distribution du son fonctionnant par liaison câblée. • Radio ou Infrarouge et un système câblé de transmission des images dans l'ensemble des pièces

Tableau I.4: Récapitulatif du système de confort dans la maison

I.6. Maisons intelligentes

La maison intelligente est le domaine applicatif dans lequel nous menons nos travaux, c'est un domaine qui a attiré beaucoup d'attention dans la communauté de l'intelligence ambiante en partie à cause des applications possibles dans le maintien à domicile des personnes âgées, sujet que nous aborderons plus en détail par la suite, mais aussi dans l'optimisation de la consommation énergétique. Une maison intelligente ou smart home [Aldrich, 2003; Chan et coll., 2008] est une résidence équipée de technologie d'intelligence ambiante, qui anticipe et répond aux besoins de ses occupants en essayant de gérer de manière optimale leur confort et leur sécurité par action sur la maison, et en mettant en œuvre des connexions avec le monde extérieur.

Les objectifs les plus importants, que l'on cherche à atteindre en élaborant une maison intelligente, sont les suivants :

- Aider les habitants à conserver leur santé, leur sécurité et leur bien-être.
- Réaliser plusieurs tâches automatiquement pour soulager l'habitant de l'attention nécessaire au contrôle des dispositifs de la maison.
- Intégrer les activités domestiques, de travail et de loisir dans la maison.
- Occulter les détails techniques pour que l'habitant n'ait pas besoin de connaître leurs fonctionnements.

L'amélioration de la productivité est un autre argument en faveur de l'implémentation des maisons intelligentes. Un nombre croissant de personnes sont concernées par le télétravail. Cependant, les aspirations, les besoins et les désirs des personnes vis à vis de la maison intelligente sont extrêmement complexes, ceci explique le nombre important d'études qui y sont consacrées actuellement.

I.7. Des exemples de maisons intelligentes

Plusieurs habitats intelligents ont été imaginés dans le monde pour explorer et valider les nombreuses propositions techniques visant deux objectifs majeurs. Un premier objectif est d'optimiser le confort, le bien-être et la qualité de vie de ses habitants et dans ce cas, la maison et/ou ses différents appareils électroménagers sont équipés de capteurs et d'actionneurs. Au-delà des objectifs de confort, des loisirs et de surveillance technique, un second objectif est de veiller sur les personnes ayant des handicaps moteurs, visuels auditifs ou cognitifs ainsi que sur les personnes âgées, dans le cadre du maintien à domicile [P. Tang, T. Venables, 2000] [Raad et Rang, 2009] [C. Yerrapragada, P. S. Fisher 1993] [Romdhane et al, 2011] [M.Chan et al, 2008]. Dans ce cas, les dispositifs intégrés à la maison ont parfois des fonctionnalités de surveillance biomédicales.

❖ En France

Le projet « GERHOME » tel que présenté dans la figure I.1 est un laboratoire expérimental simulant le lieu de vie d'une personne âgée dans une institution (maison de retraite, hôpital, etc.) qui a été mis en place sur le site du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB) à Sophia Antipolis., initié par le CSTB de Nice.



Figure I.1: L'appartement GERHOME [N.Zouba, 2006].

L'objectif principal de ce projet est de concevoir, d'expérimenter et de certifier des solutions techniques supportant des services d'aide au maintien à domicile des personnes âgées. Le laboratoire aménagé comme un appartement de deux pièces est équipé de capteurs permettant de déduire les activités de l'occupant (contacts magnétiques sur les portes, fenêtres, placards, capteurs de température, de consommation d'eau, interrupteurs, systèmes vidéos) afin de détecter tout risque domestique (débordement, fuite, chute) [01].

❖ En Algérie

Entre potentialité et amère réalité, car il y a comme un décalage entre ce qui se dit et ce qui se fait dans la domotique en Algérie, en l'absence de grands noms du domaine réticents, à tort ou à raison, à se lancer sur le marché national. En effet, loin des rêves de maisons intelligentes, de systèmes pour optimiser la consommation d'énergie, de réfrigérateurs qui calculeraient votre consommation calorique ou qui vous rappelleraient d'acheter du lait, la situation de la domotique en Algérie est toute autre.

En Algérie, la domotique est inexistante ou alors très peu présente dans les foyers algériens. En cause, une demande faible dans ce sens, des prestations banales et classiques, loin de ressembler à ce qui se fait ailleurs, et enfin un environnement peu propice à son développement [Amine Sayeh, 2015]. La réalité sur la domotique en Algérie est amère, malgré les publicités sur le Net. Et les raisons sont aussi nombreuses que multiples malgré des potentialités évidentes.

Alors parler de domotique en Algérie, c'est surtout parler des freins à son développement et de ses potentialités pour un avenir radieux. Une situation que les prestataires eux-mêmes présentent ainsi, acerbes à chaque fois qu'ils reviennent des salons internationaux auxquels ils participent. Un autre retard à combler dans un domaine de pointe, aux côtés de tous les défis qui se trouvent devant nous. Une liste qui, malheureusement, ne fait que s'allonger indéfiniment.

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons fait une étude sur « la domotique », les différentes définitions qui lui sont associées ainsi que ses domaines d'utilisations.

Dans le chapitre suivant, nous allons introduire la notion d'habitat intelligent pour la santé destiné particulièrement aux personnes âgées.

***Chapitre II : Habitat intelligent pour la
santé favorisé pour le maintien des
personnes âgées***

Introduction

Le vieillissement de la population touche la planète entière. Les conséquences de ce phénomène sont multiples et favorisent le développement du secteur des services pour personnes âgées : aide à domicile, mais aussi nouvelles technologies à l'utilisation facilitée.

La conception de solutions qui facilitent le maintien à domicile des personnes en situation de fragilité, en perte d'autonomie ou dépendantes pose des questions scientifiques qui relèvent de différentes disciplines de l'informatique : intelligence artificielle, intelligence ambiante, systèmes cyber physiques, réseaux de capteurs, calcul distribué, etc. Ces solutions s'appuient sur la mise en œuvre de technologies variées : domotique, capteurs intelligents, robotique, interfaces artificielles... etc.

II.1. Définition de l'habitat intelligent pour la santé

L'Habitat Intelligent pour la Santé (HIS), est une spécialisation de la notion d'habitat intelligent (Smart Home), qui intègre des capteurs et des actionneurs pour assurer un suivi médical à distance des occupants et les seconder dans l'accomplissement des tâches journalières [Noury et al, 2003]; [Virone, 2003]; [Barralon, 2005]. Son concept vise, notamment, à redonner une vie autonome, dans leur domicile, à des personnes âgées légèrement dépendantes ou à des personnes souffrant de divers pathologies et handicaps qui devraient normalement les contraindre à une hospitalisation. Il permet également d'assurer le maintien à domicile des personnes âgées autonomes.

Bardée de capteurs et de dispositifs intelligents et connectés, la plate-forme d'expérimentation Habitat Intelligent pour la Santé (HIS) offre un cadre idéal pour inventer les technologies de demain en matière d'aide à l'autonomie et de maintien à domicile des personnes fragiles ou dépendantes [02] (Voir figure II.1).



Figure II.1 : Maison de simulation INRIA

Il vise le maintien à domicile de personnes souffrant de maladies chroniques ou de personnes dites « fragiles ». Le terme « fragile », volontairement général, englobe des populations présentant des aptitudes physiques ou psychologiques dégradées par le vieillissement, des personnes présentant un handicap exigeant des moyens et une organisation adaptés à leurs besoins ou encore des sujets atteints d'une maladie neurodégénérative (maladie d'Alzheimer par exemple).

II.2. Equipements domotiques pour le domicile

II.2.1. Capteurs

Les données permettant d'évaluer l'état de santé de la personne sont évidemment ses données physiologiques, mais elles sont utilement complétées par la détection de ses activités et postures, en même temps que le monitoring de son environnement [N. Noury et al, 2004]. Une grande variété de capteurs est utilisée dans l'HIS afin de collecter des informations sur l'état de l'occupant et sur son environnement. Les capteurs peuvent être classés suivant le type d'informations collectées [Noury et al, 2003] : physiologique, comportemental ou environnemental (voir Tableau II.1).

II.2.1.1. Capteurs des données physiologiques

Les signes vitaux essentiels sont bien identifiés depuis longtemps par les médecins et la liste des signaux accessibles depuis le domicile n'est pas limitée.

Le poids se prête aisément à une « auto mesure », comme les pèse personnes du commerce sont d'une utilisation bien connue. On peut envisager l'automatisation de la prise de cette information, par exemple en pesant la personne dans son lit [E Neuman, 1998] ou dans les toilettes [E. De Canecaude, 1985].

La température centrale s'acquiert facilement avec les thermomètres électroniques qui mesurent le rayonnement infrarouge de la surface du tympan (thermomètres tympaniques) ou du fond de la bouche. Ils ont totalement remplacé les dispositifs au mercure qui sont désormais interdits à cause de la toxicité du métal qu'ils renferment.

Les valeurs extrêmes de la tension artérielle (pressions systolique et diastolique), sont accessibles avec des dispositifs à brassards (sphygmomanomètres) qui se gonflent automatiquement. Ils nécessitent de respecter certaines conditions lors de la mesure (position de repos, compensation de la différence de hauteur entre le cœur et le site de mesure).

La saturation en oxygène du sang (Oxymétrie) permet d'évaluer de manière non invasive la qualité de la ventilation.

Le procédé optique mesure l'opacité du sang aux extrémités des doigts, des orteils ou du lobe de l'oreille. Si cette valeur, en instantané, ne présente pas réellement de sens médical, son monitoring en continu, en particuliers pendant le sommeil, peut permettre de détecter et de quantifier des anomalies telles que les variations excessives de fréquence, ou les apnées obstructives du sommeil.

Le pouls s'obtient de plusieurs manières.

Autres capteurs, également disponibles dans le commerce, permettent d'accéder à d'autres paramètres plus spécifiques de certaines pathologies : taux de glycémie chez les diabétiques (Glucomètre), capacité respiratoire chez les asthmatiques (PeakFlow meter).

II.2.1.2. Capteurs d'activité

Il s'agit soit de détecter les stationnements et les déplacements du sujet dans son environnement (référentiel externe), soit de détecter ses postures (référentiel interne) et des évènements tels que la chute. Le sujet peut être repéré par des détecteurs volumétriques qui

mesurent le rayonnement Infrarouge émis par la surface du corps ou bien qui détectent les ondes ultrasonores réfléchies. De simples détecteurs de passages aux portes (contacts) permettent aussi de localiser le sujet, tandis que l'installation de capteurs au sol permet de situer le sujet avec plus de précision et de distinguer la présence d'un animal de compagnie.

Les postures corporelles (debout, penché ou allongé) peuvent être déterminées simplement avec un inclinomètre à bille (l'usage du mercure est maintenant prohibé), mais l'information délivrée par un accéléromètre à un ou plusieurs axes permet une plus grande précision sur l'inclinaison du corps, sa vitesse et son accélération [Y.Depeursinge, 2001] et permet même de détecter la chute du porteur [N. Noury, 2001]. Les sols actimétriques sont également distingués une personne debout ou allongée par une simple différence de surface occupée au sol.

II.2.1.3. Conditions environnementales

Il est enfin nécessaire de monitorer les grandeurs environnementales du domicile car ce sont les grandeurs d'influence sur les autres mesures, mais également parce qu'elles nous renseignent sur le mode de vie du sujet : la température dans les pièces (thermomètre), la pression atmosphérique (baromètre), l'humidité relative (Hygromètre), la luminosité (Luxmètre), le niveau de bruits (sonomètre) [D. Istrate et al, 2003].

Certains paramètres d'environnement concernent également la sécurité du sujet : CO, gaz, (détecteurs de gaz), feu (détecteur d'incendie).

II.2.1.4. Capteurs vidéo

Un capteur photographique est un composant électronique photosensible servant à convertir un rayonnement électromagnétique (UV...Etc.) en un signal électrique analogique. Ce signal est ensuite amplifié, puis numérisé par un convertisseur analogique-numérique et enfin traité pour obtenir une image numérique. Le capteur est donc le composant de base des appareils photo et des caméras numériques, l'équivalent du film (ou pellicule) en photographie argentique.

Deux grandes familles de capteurs vidéo sont disponibles : les CCD et les CMOS [Asma Ben Hadj Mohamed, 2016].

De nombreux travaux ont été réalisés dans la communauté vision par ordinateur afin de reconnaître des activités humaines normales et anormales [Avanzi, F. Bremond, 2005]. Le but est de détecter les comportements anormaux des individus évoluant dans ces zones et de prévenir les comportements dangereux. Ces comportements correspondent à des actes de vandalisme, de vol, d'agression, etc. Ce type d'application est en plein essor et de nombreux systèmes de surveillance sont à l'étude dans le monde industriel et académique [Nadia Zouba, 2005].

Type d'information	Information	Capteurs
Physiologique	Rythme cardiaque	Electrodes posées sur la peau, tensiomètre
	Tension artérielle	Dispositifs à brassards (sphygmomanomètres)
	Poids	Pèse-personne du commerce, outil pesant la personne dans son lit ou dans les toilettes
	Température	Thermomètres électroniques qui mesurent le rayonnement infrarouge de la surface du tympan (thermomètres tympaniques) ou du fond de la bouche
	Ventilation	Capteur optique qui évalue l'opacité du sang aux extrémités des doigts, des orteils ou du lobe de l'oreille
Comportemental	Présence	Capteur infrarouge passif
	Déplacement	Capteur ultrason, capteur de pression placé sous le tapis, GPS
	Utilisation d'objet	Contact magnétique, capteur de pression (placé sous le matelas, la chaise...), RFID
	Geste	Caméra
	Posture	Accéléromètre, Caméra

	Chute	Accéléromètre
Environnemental	Température ambiante	Thermomètre
	Pression atmosphérique	Baromètre
	Humidité relative	Hygromètre
	Luminosité	Luxmètre
	Sons	Sonomètre, microphone
	Gaz	Détecteurs de gaz

Tableau II.1 : Classification des capteurs suivant le type d'informations collectées

❖ **Avantages des Réseau de Capteurs Sans Fil (RCSF) pour la santé**

Les avantages d'un WSN (Wireless Sensor Network) sont nombreux pour la santé, car il fournit les propriétés importantes suivantes:

- **portabilité et discrétion** : Les petits appareils recueillent des données et communiquent avec le sans fil. Ils peuvent être portés sur le corps ou placés dans les environnements à surveiller.
- **Facilité de déploiement et d'évolutivité**: Les appareils peuvent être déployés dans des quantités importantes avec des coûts considérablement faibles par rapport aux réseaux câblés. Les structures existantes peuvent être facilement complétées par un réseau WSN, alors que les installations filaires seraient coûteuses et peu pratiques.
- **Temps réel et toujours fonctionnel** : Les données physiologiques et environnementales peuvent être surveillées en permanence permettant ainsi aux travailleurs d'urgence ou de soins de santé de réagir en temps réel. Les données recueillies forment un journal de la santé et sont utiles pour combler les lacunes traditionnelles dans l'histoire du patient. Même si le réseau dans

son ensemble est toujours en service, des capteurs individuels doivent toujours conserver l'énergie grâce à une gestion intelligente de l'alimentation et sur activation à la demande.

- **Reconfiguration et auto-organisation** : Comme il n'y a aucune installation fixe, l'ajout et la suppression des capteurs reconfigurent instantanément le réseau. Les capteurs s'organisent automatiquement pour former des chemins de routage, collaborer au traitement des données et établir des hiérarchies [G. Virone et al, 2006].

II.2.2. Actionneurs et machines

Le système d'appartements intelligents peut aisément profiter des technologies existantes en domotique pour faciliter l'accomplissement de certaines tâches par la personne. Par exemple, déverrouiller une porte en cas d'urgence, allumer ou éteindre les lumières, régler le niveau de chauffage. De plus des robots peuvent venir en aide à la personne pour effectuer certaines tâches journalières («Assistive robotics »). Ainsi un bras manipulateur peut être monté soit sur la chaise roulante, soit sur un robot mobile, pour appuyer sur un bouton de commande, manipuler un levier de porte ou bien s'emparer d'un objet. Des tâches plus élaborées peuvent utilement être réalisées par ces robots aidants : préparer un repas ou faire le ménage [DALLAWAY (J.L.) et al, 1995], faire sa toilette [M. Topping, 1999]. Ces robots peuvent être pilotés par la voix ou le geste [Z. Kazi, 2002]. Egalement, en fonction des pathologies, le système HIS devra prendre en compte des « machines thérapeutiques » (pousse seringue, perfusion, machine de dialyse, piluliers) qui peuvent également participer à la tâche d'acquisition de données par leurs propres capteurs.

II.2.3. Réseaux locaux

Les réseaux locaux font appel à des réseaux câblés domotiques (bus de terrains) ou bureautiques (Ethernet, USB), cependant les réseaux sans fils (ISM 868 MHz, IEEE 802.11 et Bluetooth) semblent évidemment promis à un plus grand avenir puisque, pour des bandes passantes équivalentes, ils ne nécessitent pas un câblage définitif et sont sans impact sur l'architecture du bâtiment.

Le critère de choix du réseau local est rarement uniquement celui de la bande passante disponible [G. Virone, 2003], par contre on attend un service en temps réel, une prise en charge des collisions, une détection et une correction des erreurs pour ne pas rater l'occurrence d'une donnée vitale mais fugace.

II.2.4. Agents intelligents

Les agents (artificiels) intelligents sont des entités actives qui possèdent des facultés de perception, de raisonnement et d'action sur leur environnement. Dans le cas présent, ces agents sont chargés du monitoring et de l'assistance à distance de la personne. Ils remplissent des rôles à divers niveaux du système : contrôle de la cohérence des informations, détection des modifications de l'état de santé de la personne, détection d'évènements anormaux contextuels (alarmes), aide au diagnostic, aide à la prise en charge, aide à la planification thérapeutique.

II.2.4.1. Cohérence des données et tests intégrés

La validité des données doit être effectuée dès leur acquisition pour garantir la cohérence des valeurs et leur cohérence temporelle. Par exemple on peut vérifier l'appartenance d'une donnée numérique à un intervalle d'existence. Pour une donnée textuelle on peut vérifier qu'elle appartient à une collection prédéterminée.

II.2.4.2. Alarmes

La qualité principale d'une alarme est de réduire le délai entre l'apparition d'un symptôme et le déclenchement de l'intervention. La seconde est d'alerter le bon interlocuteur (voisin ou un membre de la famille, le médecin, les pompiers ou la protection civile).

II.2.4.3. Détections de signes avancés

Un des rôles des agents de détection est d'aider le médecin dans sa tâche de détection des symptômes avant-coureurs d'une pathologie. De nombreux paramètres sont à disposition, mais la représentation de données brutes n'est ni conviviale ni efficace, il s'agit donc de les fusionner et de les présenter d'une manière telle que la situation soit plus aisément identifiable par le médecin.

II.2.5. Interfaces homme-machine

Les interfaces homme machines doivent être adaptées aux utilisateurs non expérimentés : sans être technophobes, les personnes âgées ont plus de difficultés à appréhender les aides techniques, et les interfaces mal pensées sont rapidement abandonnées. Il faut évidemment adresser en tout premier lieu les problèmes liés aux diverses déficiences physiques (vision [A. Arditi, 1999] [03], ouïe, difficultés de communication langagière [K.F. McCoy, 2002]). Les interfaces multimodales sont évidemment les mieux adaptées [M. Vallès et al, 1996]. On peut recourir à tous les types d'interfaces (ordinateur individuel, Palmtop, Téléphone cellulaire) mais les plus acceptables sont encore les plus habituelles (Téléviseur et télécommande). Ces aspects concernent l' « informatique ubiquitaire » : les ordinateurs intègrent désormais des capteurs qui les renseignent sur l'environnement de la personne et ses aptitudes, et peuvent ainsi adapter dynamiquement le service qu'ils peuvent rendre.

II.2.6. Efforts de standardisation

Comme on l'a dit précédemment, il existe de nombreux projets mais peu d'entre eux ont atteint le stade industriel et ont été commercialisés, par manque de normalisation et de standardisation des solutions technologiques et organisationnelles (interopérabilité). Toutefois des efforts ont été réalisés dans les domaines de la domotique et des systèmes d'informations, en particulier depuis 1999 avec la création de plusieurs consortiums emmenés par certains grands industriels. Le consortium UPnP [04] vise à développer une connectivité simple entre des appareils divers et des ordinateurs individuels de diverses origines (interopérabilité). Le consortium OSGI [05] vise à définir et faire adopter des spécifications ouvertes de services pour des réseaux domotiques et des réseaux embarqués dans les véhicules. On trouve ensuite des initiatives dans le domaine des systèmes d'informations avec le consortium « Salutation » [06] (IBM), qui développe une technologie qui permet aux dispositifs de s'identifier préalablement à toute communication, au travers de l'échange de « cartes de visites » qui leur permettent ensuite de se proposer des services adaptés. La seconde grande initiative, la technologie « Jini Network Technology » [07] de SUN, basée sur la technologie JAVA vise à offrir une plateforme de développement commune pour toutes les applications « interconnectées ».

II.3. Technologies et systèmes d'aide à domicile

II.3.1. Technologies d'aide à domicile

Les nouvelles technologies peuvent transformer la vie à domicile des personnes âgées. Nous pouvons les classer suivant leur objectif, en 4 groupes :

II.3.1.1. Technologies pour la télésurveillance médicale

Les technologies d'information et de communication sont installées à domicile pour améliorer l'efficacité des professionnels de santé et renforcer le lien entre le patient à domicile et son médecin traitant. Elles s'adressent non seulement aux patients de l'hospitalisation à domicile mais également aux personnes âgées vivant seules chez elles.

II.3.1.2. Technologies pour renforcer la sécurité à domicile :

Les personnes âgées vivant seules à domicile sont sujettes à des risques liés au vieillissement à court terme (chute, malaise, ...) et à plus long terme (mauvaise alimentation, hygiène insuffisante, perte d'autonomie...). Les technologies de télésurveillance et de télédiagnostic sont installées à domicile pour gérer ces risques par la télédétection d'événements pouvant être dangereux pour la personne âgée.

II.3.1.3. Technologies d'assistance aux personnes âgées pour les tâches de la vie quotidienne, en soutien ou en suppléance

Un des aspects les plus difficiles à vivre pour les personnes âgées est la perte de capacité d'accomplir de façon sécuritaire les tâches quotidiennes. La détérioration des articulations, la perte de la vision et même la perte de l'ouïe peuvent avoir un impact important sur les activités de tous les jours. Les nouvelles technologies (robot d'assistance, domotique...) se sont développées pour améliorer la vie autonome, non seulement de la personne âgée mais aussi de la personne dépendante ou handicapée, dans le cadre du maintien à domicile.

II.3.1.4. Technologies pour maintenir le lien social et la téléassistance

Les personnes âgées vivant seules à domicile peuvent avoir besoin de systèmes d'échange d'informations pour rompre l'isolement. L'accès aux technologies permet de répondre à ces besoins des personnes âgées.

II.3.2. Systèmes d'aide à domicile

II.3.2.1. Solutions d'aide pour assurer une vie plus sûre aux personnes âgées

Les études comportant de longues périodes d'observation de la vie réelle des personnes âgées montrent que les personnes âgées ont des habitudes de vie ou des rythmes de vie assez réguliers. Les changements dans leurs habitudes de vie peuvent donc signaler un problème ou une dégradation de leur état de santé. Par exemple, une longue durée immobile inhabituelle dans la salle de bain peut correspondre à une chute. Dans les cas inquiétants, des messages d'alerte sont envoyés aux soignants ou aux membres de la famille pour permettre des interventions adaptées.

II.3.2.2. Solutions d'aide pour faciliter le travail des référents

Pour le maintien à domicile dans les meilleures conditions possibles, les référents rencontrent les personnes âgées chez elles afin d'évaluer leur état d'autonomie. Les référents classent le niveau de dépendance d'une personne âgée à l'aide d'échelles ou de grilles.

II.3.2.3. Solutions d'aide pour offrir une vie plus confortable aux personnes âgées

L'habitat automatique, avec la capacité d'autocontrôle de la lumière, de la température et des équipements automatisés de la cuisine facilite la vie des personnes âgées. Les habitudes, les pratiques et les modes de vie des occupants sont intégrés dans les procédures de mesure et de contrôle, c'est-à-dire dans les automates domotiques.

II.4. Attente des personnes âgées

Les attentes des personnes âgées dans leur domicile se résument en un ou plusieurs outils qui leur permettent de vivre en sécurité avec des éléments le plus autonomes possible. Tout système discret, non intrusif, non gênant, à faible coût et capable de surveiller leur état de santé et alerter un proche ou un centre médical spécialisé dans les plus brefs délais en cas d'urgence, semble très satisfaisant. Il est très important de souligner l'aspect respect de la vie privé de la personne et son confort ainsi que la facilité de manipulation et utilisation du système. A partir de ces exigences et des discussions à propos des différentes solutions

précédemment citées, nos objectifs seront définis dans un cahier de charge pour combler les lacunes de certaines solutions existantes.

Conclusion

Nous avons présenté dans ce chapitre, les différents équipements domotique utilisés dans un habitat intelligent, ainsi que les technologies et les systèmes d'aide à domicile.

Dans le chapitre suivant, nous allons détailler la démarche de la conception de notre système, et expliquer les outils utilisés pour le réaliser.

***Chapitre III : Réalisation d'un prototype
de télésurveillance d'une personne âgée :
détection de chute- détection de
température ambiante***

Introduction

Dans ce chapitre, on va donner l'architecture de la solution proposée pour répondre aux besoins des attentes des personnes âgées, et pour se faire, on va détailler le rôle de chaque composant utilisé dans notre système.

Pour vérifier l'efficacité de notre solution, on la testé sur un sujet vivant seul dans son domicile

Enfin, nous présenterons les résultats obtenus à l'issue des simulations et nous donnerons des scénarios.

III.1. Détection des situations critiques d'une personne à domicile

Le problème de détection des situations critiques d'une personne à partir des données collectées à domicile concerne en particulier la conception d'assistants intelligents. De grandes quantités de données temporelles, hétérogènes, sont analysées en temps réel pour l'identification des situations inquiétantes ou critiques. Les projets développés et les plus avancés jusqu'à présent dans ce contexte s'intéressent souvent à une pathologie particulière, ou bien à un ensemble restreint ou spécifique de paramètres. Ainsi, on n'a pas identifié de recherches avancées vers la conception d'un assistant intelligent "générique", qui permette d'analyser les données relatives.

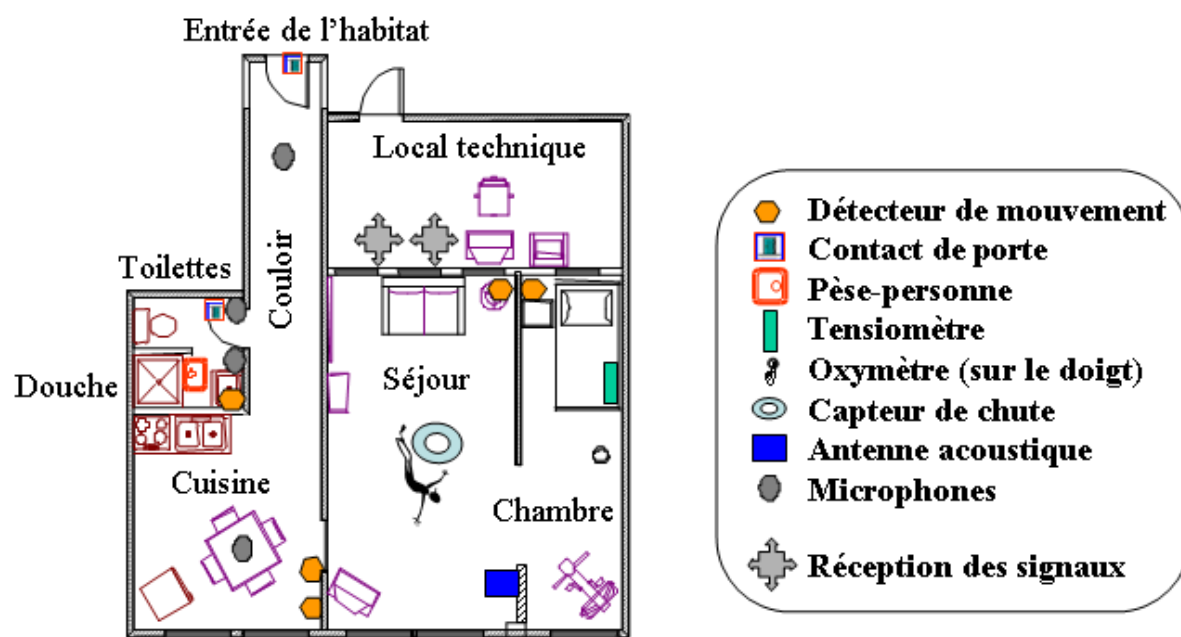


Figure III.1 : L'HIS, appartement prototype mis en place à la faculté de médecine de Grenoble.

Chapitre III Réalisation d'un prototype de télésurveillance d'une personne âgée : détection de chute- détection de température ambiante

à n'importe quels paramètres, quels que soient le patient et les pathologies particulières qui le concernent, et dans un objectif de détection de situations inhabituelles rencontrées. On décide alors de mener des travaux dans ce sens étant données la quantité croissante de capteurs développés qui peuvent être installés au domicile, la diversité des pathologies qui peuvent nécessiter ce type de surveillance, et la spécificité du comportement de chaque personne.

III.1.1. Détection de chutes

Première cause de décès accidentel chez les plus de 65 ans, la chute impacte souvent la condition physique mais également la condition psychologique. Perte de confiance, peur de tomber à nouveau, repli sur soi, les conséquences d'une chute sont multiples, souvent graves et liées à l'importance de la blessure et à l'état de santé de la personne. Chaque année, plus de 2 millions de personnes âgées de plus de 65 ans chutent, et une personne sur 2 âgée de plus de 80 ans en est victime.

Si les risques de rechuter sont multipliés par 20 après la première chute, il faut d'abord savoir l'identifier avant de pouvoir la détecter. Il existe plusieurs types de chutes :

- **la chute dite *lourde*** : perte de verticalité rapide associée à un choc
- **la chute *molle*** : lorsque la personne se retient (à un meuble, par exemple)
- **la chute *syncopale*** : lors de la perte de connaissance.

Cependant, difficile de définir avec précision toutes les chutes, d'autant qu'il convient d'identifier également les fausses alertes.

Plus le temps passé au sol est long, plus les conséquences de la chute seront graves. Il est donc primordial de pouvoir détecter une chute pour le maintien de l'autonomie des personnes âgées (voir figure III.2).

Comprendre le concept et la mécanique de la chute est la problématique évidente afin de trouver une méthode permettant de la détecter en temps réel. Les scientifiques définissent l'action de tomber comme un état de perte de l'équilibre, entraîné au sol accidentellement. Il est associé à des troubles sensoriels, neuromusculaires, osseux ou d'handicaps [A.J. Pieterse et al, 2006]. Physiquement, il s'agit d'un mouvement vertical inattendu d'un corps vers le centre de

Chapitre III Réalisation d'un prototype de télésurveillance d'une personne âgée : détection de chute- détection de température ambiante

la terre, en raison de la loi de la gravité. Habituellement, lors d'une chute, la vitesse du mouvement vertical du corps augmente et atteint un seuil. En revanche, la véritable difficulté réside dans la détermination de ce seuil qui n'est pas toujours constant.

Une série de tests et de scénarii sont alors nécessaires pour parvenir à déterminer une valeur plus ou moins juste [X. Yu, 2008].



Figure III.2 : Chute d'une personne âgée vivant seule dans le domicile

III.1.2. Détection de température

Le risque de variation de température est plus élevé parmi les personnes âgées souffrant de maladies cardiaques et vasculaires, d'obésité, d'asthme, pour cela il est nécessaire de veiller sur la personne en surveillant son domicile. Par le déploiement des capteurs thermiques qui détecte l'augmentation ou la diminution de température dans la pièce où se trouve la personne pour éviter les risques qui peuvent être engendrés négativement sur sa vie.

III.2. Le système d'information pour la télésurveillance médicale

Le système d'information organise la circulation des informations relatives au patient, il doit permettre la prise en charge par des acteurs distants et distribués. Son analyse passe par

Chapitre III Réalisation d'un prototype de télésurveillance d'une personne âgée : détection de chute- détection de température ambiante

une modélisation. L'outil actuellement reconnu en matière de modélisation des systèmes d'information est le langage « Unified Modelling Language (UML) ».

III.2.1. Acteurs, données et cas d'utilisation

Les acteurs du système sont : le patient lui-même, celui qui va porter les capteurs d'une manière non intrusive (les capteurs implantés sur le gilet du patient), il se déplace et continu à suivre ses habitudes de la vie dans la maison en toute liberté c'est-à-dire en préservant sa vie privée.

Le médecin traitant, il est au courant de l'état de patients de son dossier médical qui regroupe toutes ses informations administratives, les différentes maladies qui lui sont atteintes, l'historique des prescriptions, les paramètres vitaux enregistrés et les résultats d'analyses médicaux.

III.2.2. Architecture logique

Le système d'information comprend un poste patient (système domotique), un smart phone, et un poste client.

III.2.2.1. Le smart phone

Le smart phone est doté d'une application APK développé par nous-mêmes. Des liaisons bluetooth et GSM qui permettent le transfert des informations entre le poste-client et le poste-patient.

III.2.2.2. Le Poste patient

Le poste patient est situé au domicile, il comporte :

- Un module de communication avec le smart phone, qui repose sur divers types de liaisons bluetooth, et divers protocoles disponibles.
- Des modules spécifiques pour l'acquisition des données.

Le poste patient peut être une unité autonome ou bien une combinaison de dispositifs interconnectés.

Chapitre III Réalisation d'un prototype de télésurveillance d'une personne âgée : détection de chute- détection de température ambiante

III.2.2.3. Le poste client

Le poste client, utilisé par les professionnels de santé dans notre cas c'est le médecin traitant du patient, il reçoit des messages d'alertes envoyés depuis le domicile de patients en cas d'urgence (la chute ou la température n'est pas compris dans l'intervalle défini), et c'est au médecin de décider de la façon d'aider de cette personne.

Le poste client peut être implémenté sous diverses formes : ordinateur personnel, téléphone cellulaire portable, etc.

III.2.2.4. Module d'aide à la décision

Le module d'aide à la décision analyse l'impact de la thérapie sur le patient. Grâce à un échantillonnage plus fréquent que le suivi habituel (visites mensuelles chez le médecin, courts séjours en hospitalisation) il permet une analyse plus fine, même si les données sont éventuellement moins fiables en valeurs absolues (dans ce cas c'est la « tendance » des données qui est intéressante). Il permet également une analyse de l'évolution globale et conjointe des divers paramètres patients (fusion de données). Ce module devrait être distribué entre le smart phone et le poste patient afin de bénéficier d'un support même en l'absence de connexion. Le poste patient effectue une validation des données et offre une interface pour l'information du patient. Le smart phone effectue des traitements plus complexes sur les données : chaque fois qu'il reçoit des nouvelles données, il les analyse à la lumière des données antérieures (adaptation au patient) et en fonction de certaines règles pour déterminer des scénarios prédéterminés. Ce module pourrait lui-même devenir un agent intelligent d'un système d'analyse épidémiologique en temps réel.

III.3. Architecture de notre système

Pour mieux illustrer notre démarche qui nous mènera à une solution pour la problématique donnée auparavant, on va détailler le principe de notre architecture. Les réseaux de capteurs sans fil (**RCSF**) sont utilisés pour collecter les données qui nous détermineront les états critiques de la personne. Ces données sont ensuite envoyées à un smart phone à travers un réseau GSM pour être reçues par le médecin, qui décidera de type de l'intervention qui va être menée, comme le montre la figure III.3.



Figure III.3 : Architecture conçue pour notre système.

III.4. Environnement de développement

Nous allons donner plus de détails pour chaque composant de notre système présenté dans la figure III.3.

III.4.1. Matériel

III.4.1.1. Arduino [09] [10]

C'est le résultat d'imagination d'une équipe de développeurs composé de Massimo Banzi, David Cartiels, Tom Igoe, Gianluca Marinto, David Mellis et Nicolas Zambetti d'un projet répondant au nom de Arduino, en mettant en œuvre une carte électronique programmable, dans le but de créer des systèmes électroniques.

Ce projet a connu un peu de temps de nombreuses innovations qui ont causées l'apparition de plusieurs modèles et versions de cartes ainsi que divers modules comme Wifi, Bluetooth...etc. pour communiquer ces cartes.

Les modèles originaux sont fabriqués et commercialisés par la société italienne Smart Projects, quelques cartes par la société américaine SparkFun Electronics.

On a décidé d'utiliser les cartes Arduino comme unités de commandes de nos systèmes embarqués.

III.4.1.1.1. La carte arduino uno

Les cartes arduino sont dotées de micro contrôleurs, facilement programmables disposantes des entrées/sorties à usage générale qu'on regroupe sous le nom de GPIO (General Purpose Input Output). Plusieurs cartes existent et se différencient par la puissance de leurs microcontrôleurs et/ou par la taille ou le nombre de GPIO et par la consommation. Le choix de type de carte Arduino s'effectue en fonction des besoins du projet. Dans ce projet, coté système embarqué c'est le type Uno qui est exploité pour répondre aux différentes fonctionnalités réaliser l'objectif du projet (voir figure III.4).

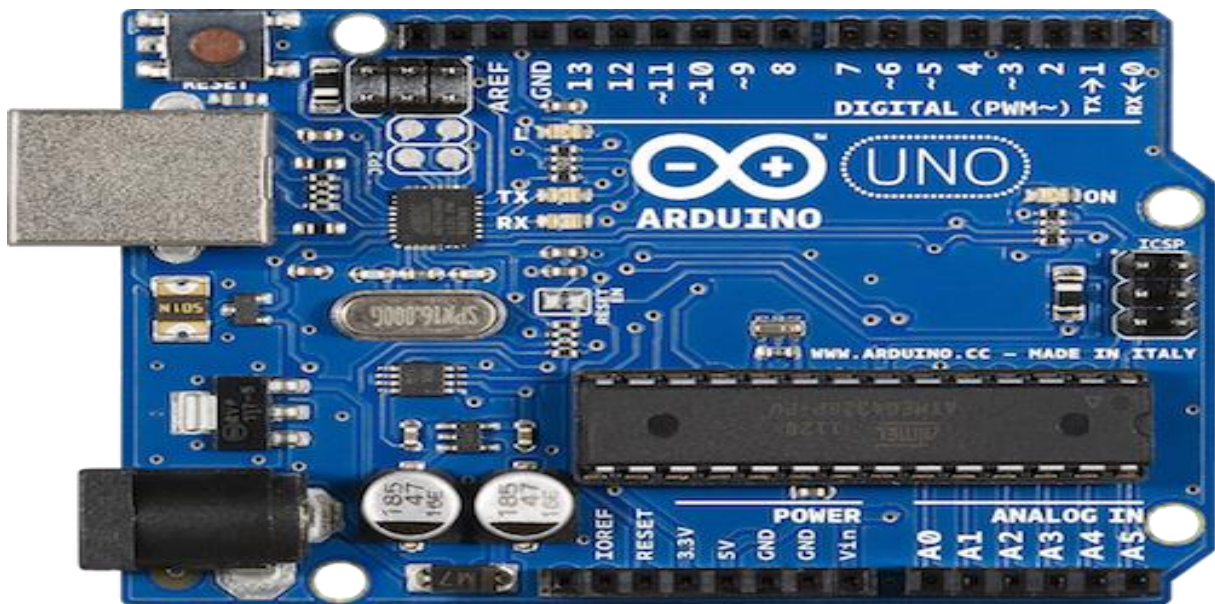


Figure III.4 : La carte ARDUINO UNO.

III.4.1.1.2. Schéma électrique de la carte Uno

Les matériels arduino font partis de technologies et produits physiques développés selon le principe des « ressources libres » (open source), leurs plans sont accessibles aux publics afin qu'ils puissent les modifier et distribuer et même les fabriquer à leurs manières. Le schéma électrique de la carte **Arduino Uno** suivant illustre les différents composants électroniques de la carte (voir figure III.5).

Chapitre III Réalisation d'un prototype de télésurveillance d'une personne âgée : détection de chute- détection de température ambiante

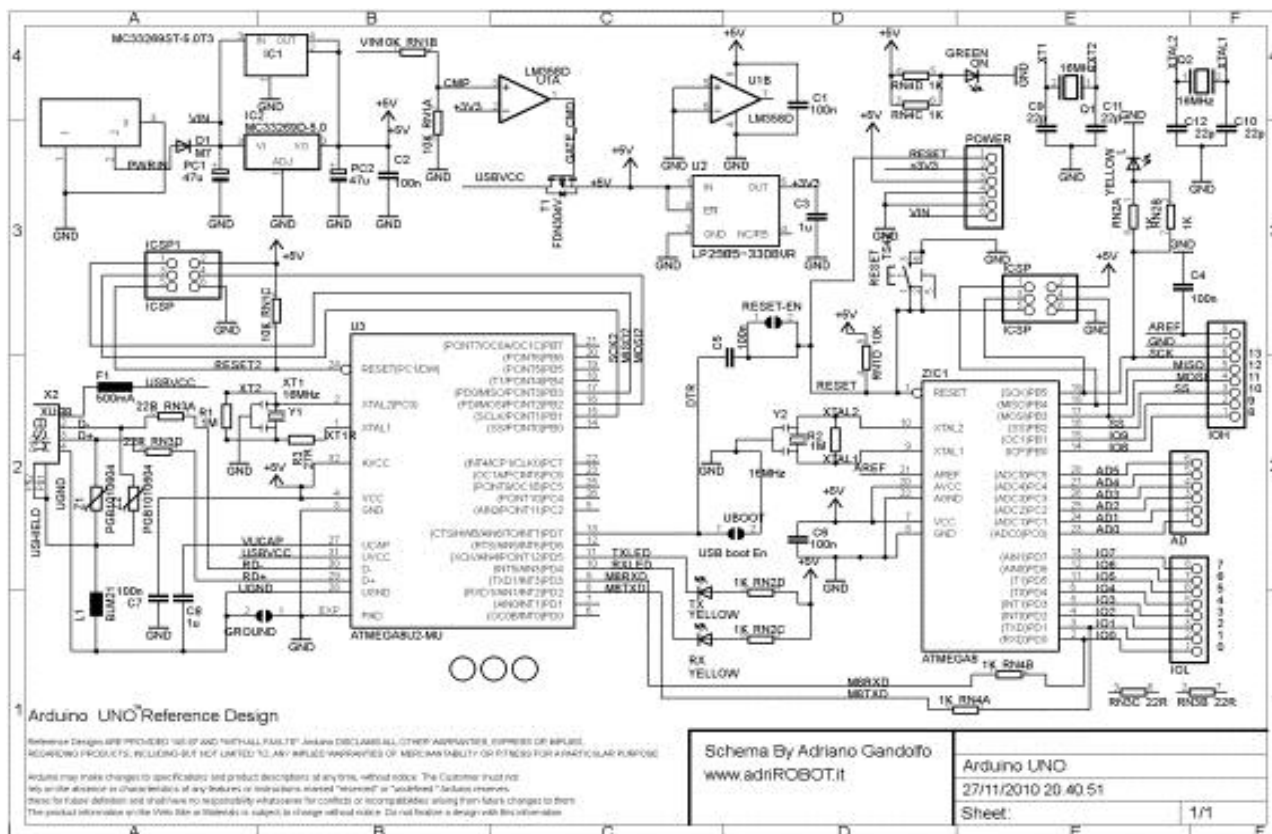


Figure III.5: Schéma électrique de la carte arduino UNO.

III.4.1.1.3. Les caractéristiques de la carte

Comme tout matériel, la carte Uno possède des caractéristiques spécifiques, qui sont liées au constructeur. Ce tableau suivant montre les caractéristiques de la carte choisie (voir figure III.6).

Name	Processor	Operating Voltage/ Input Voltage	CPU Speed	Analog In/Out	Digital IO/PWM	EEPROM [KB]	SRAM [KB]	Flash [KB]	USB	UART
Uno	ATmega328	5 V/7-12 V	16 Mhz	6/0	14/6	1	2	32	Regular	1
Due	AT91SAM3X8E	3.3 V/7-12 V	84 Mhz	12/2	54/12	-	96	512	2 Micro	4
Leonardo	ATmega32u4	5 V/7-12 V	16 Mhz	12/0	20/7	1	2.5	32	Micro	1
Mega 2560	ATmega2560	5 V/7-12 V	16 Mhz	16/0	54/15	4	8	256	Regular	4
Mega ADK	ATmega2560	5 V/7-12 V	16 Mhz	16/0	54/15	4	8	256	Regular	4
Micro	ATmega32u4	5 V/7-12 V	16 Mhz	12/0	20/7	1	2.5	32	Micro	1
Mini	ATmega328	5 V/7-9 V	16 Mhz	8/0	14/6	1	2	32	-	-
Nano	ATmega168	5 V/7-9 V	16 Mhz	8/0	14/6	0.512	1	16	Mini-B	1
	ATmega328		1			2	32			
Ethernet	ATmega328	5 V/7-12 V	16 Mhz	6/0	14/4	1	2	32	Regular	-

Figure III.6: Caractéristiques de la carte Uno.

III.4.1.1.4. Les types de signaux supportés

Un signal électrique est une grandeur électrique dont la variation dans le temps transporte une information. Dans l'électronique l'ensemble de signaux utilisés sont obtenus grâce à des combinaisons de composants et de circuits basés sur des transistors, condensateurs, comparateurs...etc. Qui sont des éléments essentiels et indispensables.

La Uno implémente dans sa structure ces combinaisons bien qu'elle supporte plusieurs types de signal, qui sont les suivants :

❖ Signal logique ou numérique

Permettent de délivrer un état logique, à un instant donné une seule information peut être transportée '1' ou '0' sous forme de tension électrique généralement « 0Volt » ou « 5Volt ».

❖ Signal analogique

Il est utilisé pour récupérer les informations continues émises par les capteurs sous forme de tension, comme la température, l'humidité, bruit...etc.

III.4.1.1.5. La structure de la carte

Cette carte peut être décomposée en éléments essentiels : le microcontrôleur dont elle dispose correspond au boîtier noir sous le numéro 1, les entrées-sorties sont regroupées sur la surface sous forme de pins numérotés, peuvent être classées selon le constructeur, en plusieurs catégories [Jean-Noël Montagné, 2006] :

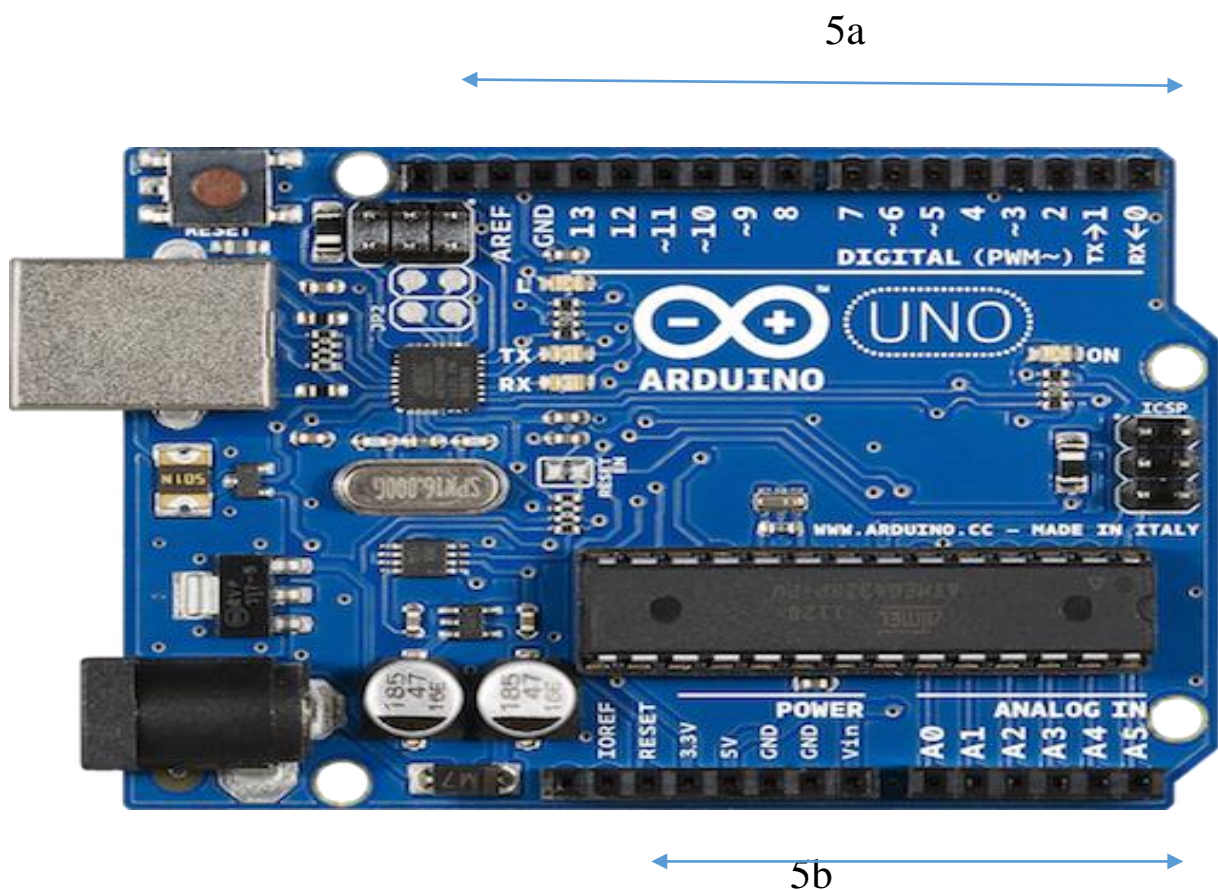


Figure III.7: Structure de la carte UNO.

Chapitre III Réalisation d'un prototype de télésurveillance d'une personne âgée : détection de chute- détection de température ambiante

❖ Les pins réservés

Sont utilisés pour des raisons spécifiques, ne peuvent pas être exploités autrement

- La liaison SPI est possible sur les pins 10, 11, 12, 13.
- Stockage externe sur la carte SD en utilisant le pin 4.

❖ Les pins analogiques

La carte possède 6broches de lecture analogiques (en 5b), sur un convertisseur de précision 4.0883 mV, numérotées de A0 à A5.

❖ Les pins logiques

De la pin0 à la pin13 (en 5a), les pins libres sont 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9 peuvent être utilisées comme sorties ou comme entrées, quant aux pins 3, 5, 6, 9 peuvent aussi être utilisées pour le signal PWM.

❖ L'alimentation

Pour fonctionner, la carte a besoin d'une alimentation. Le microcontrôleur fonctionnant sous 5V, la carte peut être alimentée en 5V par le port USB (en 2) ou bien par une alimentation externe (en 3) comprise entre 7V et 12V. Elle possède un régulateur de tension interne qui se charge de la réduire.

❖ La communication

Deux pins sont utilisées pour communiquer par la voie série la pin **1** est utilisée pour l'envoi (**tx**) tandis que la pin **0** pour la réception (**rx**).

Il est généralement identique de communiquer par la voie série sur le port USB (en 2).

❖ La visualisation

Les trois LED (en 4) servent à deux choses :

- Celle en haut, connectée à une broche du microcontrôleur teste le matériel, clignote au branchement au PC.

Chapitre III Réalisation d'un prototype de télésurveillance d'une personne âgée : détection de chute- détection de température ambiante

- Les deux autres servent à visualiser l'activité sur la voie série (une pour l'émission, et l'autre pour la réception).

III.4.1.2. Les composants de la partie opérative

On a utilisé dans les systèmes embarqués les composants suivants :

III.4.1.2.1. Les capteurs analogiques

A. Le capteur thermique LM 35

Le capteur de température LM35 est un capteur analogique de température fabriqué par Texas Instruments. Il est extrêmement populaire en électronique. Il est capable de mesurer des températures allant de -55°C à $+150^{\circ}\text{C}$ dans sa version la plus précise et avec le montage adéquat, de quoi mesurer n'importe quelle température.

Les versions grand public sont capables de mesurer des températures comprises entre -40°C et $+110^{\circ}\text{C}$.

La sortie analogique du capteur est proportionnelle à la température. Il suffit de mesurer la tension en sortie du capteur pour en déduire la température. Chaque degré Celsius correspond à une tension de $+10\text{mV}$ [WIKIPEDIA] (voir figure III.8).

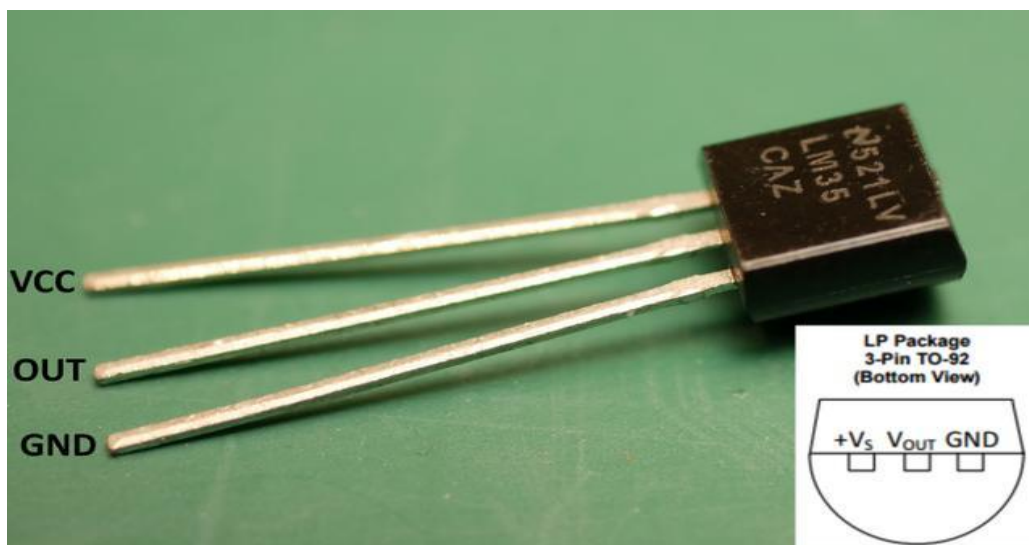


Figure III.8 : Le capteur de température : LM 35 CAZ.

Chapitre III Réalisation d'un prototype de télésurveillance d'une personne âgée : détection de chute- détection de température ambiante

Nous avons choisi ce capteur, parce qu'il :

- ✓ Précis,
- ✓ peu coûteux,
- ✓ très simple d'utilisation et,
- ✓ d'une fiabilité à toute épreuve.

A.1. Branchement de capteur LM 35 à la carte arduino

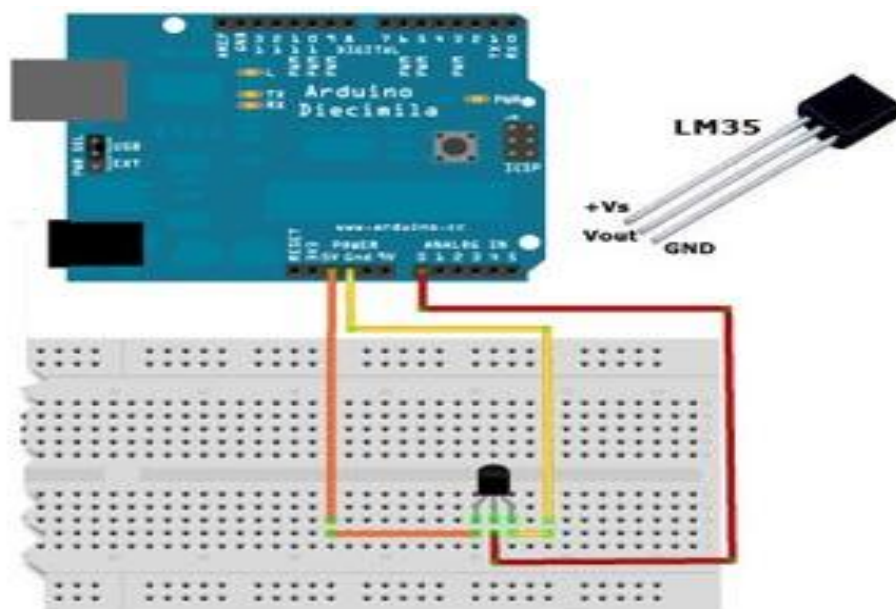


Figure III.9 : Circuit de LM35 arduino pour la température

B. Le capteur de détection de chute (Gyroscope 512)

Un gyroscope (du grec « qui observe la rotation ») est un appareil qui exploite le principe de la conservation du angulaire en physique (ou encore stabilité gyroscopique ou effet gyroscopique) [08]. Cette loi fondamentale de la mécanique veut qu'en l'absence de couple appliqué à un solide en rotation, celui-ci conserve son axe de rotation invariable. Lorsqu'un couple est appliqué à l'appareil, il provoque une précession ou une nutation du solide en rotation. Dans les capteurs : un gyroscope est un capteur de position angulaire et

Chapitre III Réalisation d'un prototype de télésurveillance d'une personne âgée : détection de chute- détection de température ambiante

un gyromètre un capteur de vitesse angulaire. Le gyroscope donne la position angulaire (selon un, deux ou les trois axes) de son référentiel par rapport à un référentiel inertiel (ou galiléen) (voir figure III.10).

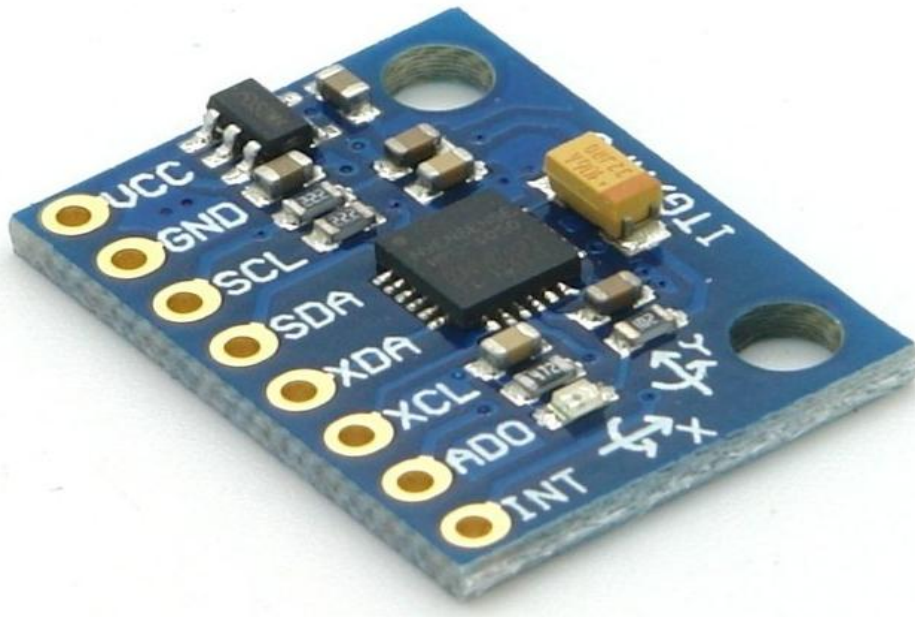


Figure III.10 : Capteur de chute Gyroscope 512.

B.1. Branchement de Gyroscope à la carte arduino

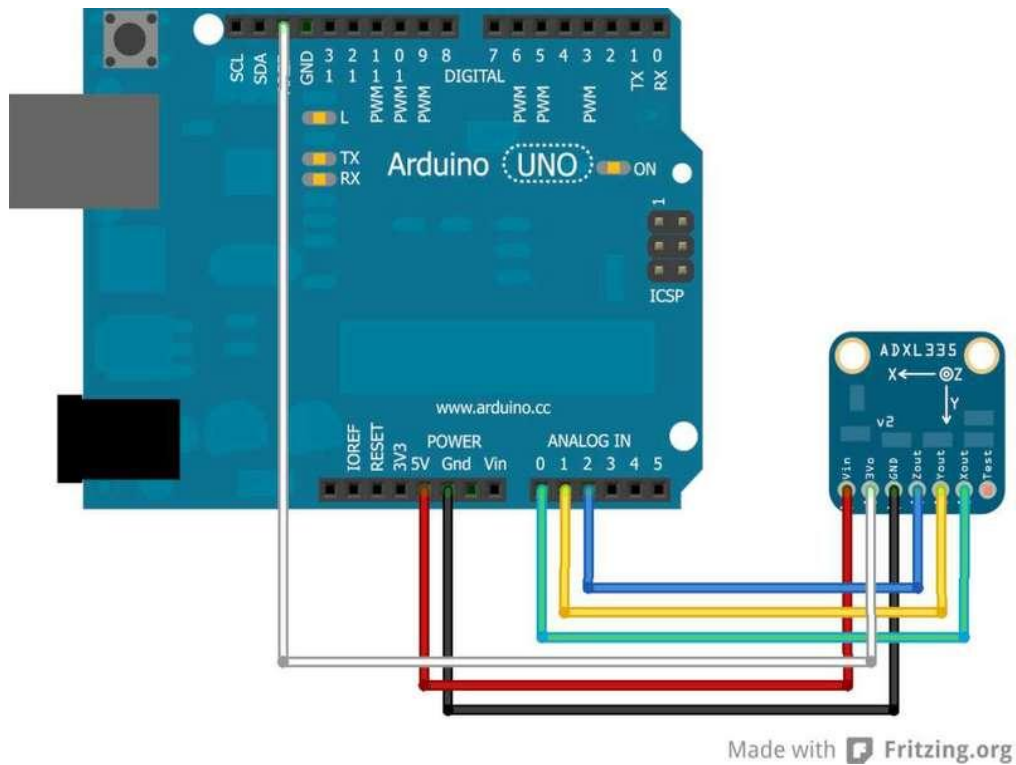


Figure III.11 : Circuit Gyroscope-arduino.

C. Bluetooth HC-05

Module Bluetooth 2.0 + EDR d'Elecfreaks basé sur un BC417143 permettant d'ajouter une connexion Bluetooth à vos projets à microcontrôleur (communication via série TTL).

Ce module communique avec un microcontrôleur type Arduino ou compatible via une interface série TTL et peut être paramétré en maître ou esclave via les commandes AT (idem HC-05 en maître et HC06 en esclave).

HC-05 : 6 sorties. Ce module peut être « **maître** » (il peut proposer à un autre élément bluetooth de s'appairer avec lui) ou « **esclave** » (il ne peut que recevoir des demandes d'appairage). Ce module fait l'objet d'un autre article car il y a quelques différences pour le régler (voir figure III.12).



Figure III.12: Bluetooth HC-05

D. Un gilet (veste)

Un gilet est un vêtement avec ou sans manche qui se porte sur le haut du corps et se ferme à l'avant par des boutons ou une fermeture éclair. Il s'arrête à la taille.

C'est à l'intérieur de ce gilet qu'on va implanter la carte arduino dotée de capteurs cités précédemment. Et c'est au niveau de dos, plus précisément en zone basse droite ou gauche (voir figure III.13).



Figure III.13 : Exemple de gilet.

E. Téléphone intelligent

Un smartphone ou ordiphone , est un téléphone mobile disposant en général d'un écran tactile et d'un appareil photographique numérique, et des fonctions d'un assistant numérique personnel et de certaines fonctions d'un ordinateur portable (voir figure III.14).



Figure III.14: Smart phone Samsung.

Il doit avoir un système d'exploitation de type android, pour développer une application APK par la suite.

III.4.2. Logiciel

Les outils logiciels qui ont été utilisés durant l'implémentation sont les suivant

III.4.2.1. Coté application APK

Nous décrivons l'ensemble d'outils utilisés jusqu'à la mise en œuvre de l'application :

Un fichier Android Package (ou APK) est un format de fichiers pour Android. Un APK (ex. : "nomfich.apk") est une collection de fichiers ("package") compressée pour le système d'exploitation Android. L'ensemble constitue un « paquet ». Un APK est similaire à un paquet deb ou RPM. Le type MIME est application/vnd.android.package-archive(voir figure III.15).



Figure III. 15: Image illustrant bluetooth

III.4.2.2. La communication GSM

Un réseau de téléphonie mobile est un réseau téléphonique qui permet l'utilisation simultanée de millions de téléphones sans fil, immobiles ou en mouvement, y compris lors de déplacements à grande vitesse et sur une grande distance.

III.4.2.3. La communication bluetooth

Bluetooth est un standard de communication permettant l'échange bidirectionnel de données à très courte distance en utilisant des ondes radio UHF sur une bande de fréquence de 2,4 GHz. Son objectif est de simplifier les connexions entre les appareils électroniques en supprimant des liaisons filaires. Elle peut remplacer par exemple les câbles entre ordinateurs, tablettes, téléphones mobiles entre eux ou avec des imprimantes, scanners, claviers, souris, manettes de jeu vidéo, téléphones

Chapitre III Réalisation d'un prototype de télésurveillance d'une personne âgée : détection de chute- détection de température ambiante

portables, assistants personnels, systèmes avec mains libres pour microphones ou écouteurs, autoradios, appareils photo numériques, lecteurs de code-barres et bornes publicitaires interactives.

Les premiers appareils utilisant la version 4.0 de cette norme sont apparus au début de l'année 2010.

En se basant sur ces paramètres, nous proposons une approche qui représente la configuration des LM35 et Gyroscope 512, et les applications les plus couramment utilisées dans le monde des réseaux de capteurs.

III.5. Mise en œuvre du réseau pour la surveillance

Après la présentation des capteurs et du périphérique choisi, nous passons à la mise en œuvre de notre solution. Nous voulons créer un réseau de capteurs connectés par un réseau GSM, dont l'objectif est de veiller sur le sujet, et pour permettre ainsi la transmission de données issues depuis deux capteurs. Imaginons un habitat intelligent où les personnes à mobilité réduite sont surveillées 24h/24h, contre les chutes en particulier.

Leurs médecins traitants seront capables de les contrôler et surveiller leurs états de santé. Pour cela, la personne porte un gilet, après l'ajout de quelques équipements (logiciel ou matériel) à ce dernier, il est devenu intelligent.

Afin de déployer ce réseau dans la maison nécessitant une surveillance ou une assistance particulière pour les habitants, nous avons intérêt à le rendre facile à porter et assure une certaine autonomie pour répandre son utilisation. Notre système peut associer les technologies de communications les plus répandues.

Nous pouvons imaginer une architecture de réseau liant plusieurs capteurs avec différentes technologies de communications. Dans l'architecture présentée dans la figure III.2, il est possible de lier une carte arduino équipée de capteurs analogiques avec un smart phone via bluetooth, pour envoyer des informations. Ensuite envoyer des messages d'alertes au médecin traitant en cas de situations critiques (urgentes), et c'est au médecin de décider si c'est une urgence d'urgence nécessitant une intervention des secours ou bien juste de donner des recommandations aux patients.

III.6. Testes de notre système

Après avoir donné les schémas de branchement de différents composants électroniques utilisés pour notre système, maintenant on va vous présenter les différents programmes de parties importantes pour le bon fonctionnement de système ainsi que quelques interfaces graphiques.

➤ Accéder à la plateforme

En accédant à notre application dans le smart phone, la première interface affichée est :



Figure III.16: Page d'accueil de l'application

Etant sur cette page (figure III.16), un message vocal sera entendu présentant l'important de cette application et pour confirmer qu'on est bien dans la page d'accueil de l'application Smart Vest. Le code associé à cette partie vocale est présenté dans la figure III.17 :

Chapitre III Réalisation d'un prototype de télésurveillance d'une personne âgée : détection de chute- détection de température ambiante

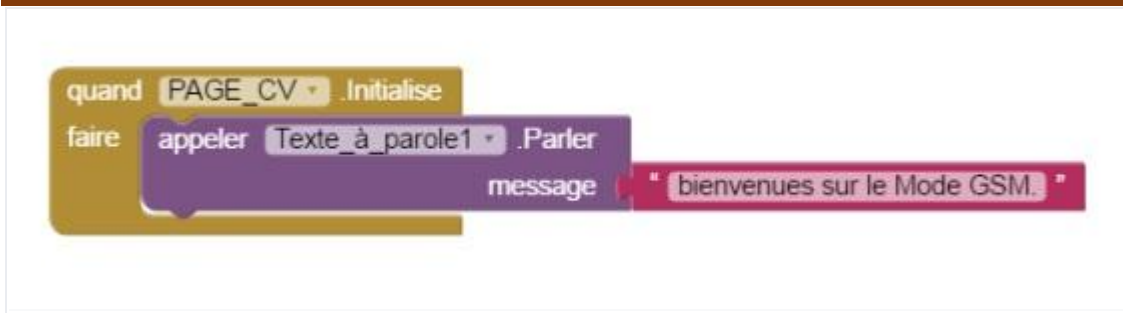


Figure III. 17: Code de la partie vocale pour l'accueil

En cliquant sur le bouton OK, une autre interface s'affichera :



Figure III.18 : La deuxième interface dans notre application »interface de bluetooth

➤ Se connecter

Si un bouton de couleur rouge est indiqué en bas de signe bluetooth, cela veut dire qu'on ne peut pas continuer avant d'activer le bluetooth, comme le montre la figure III.19 suivante :



Figure II.19 : Interface de l'activation de bluetooth

➤ **Activation de bluetooth**

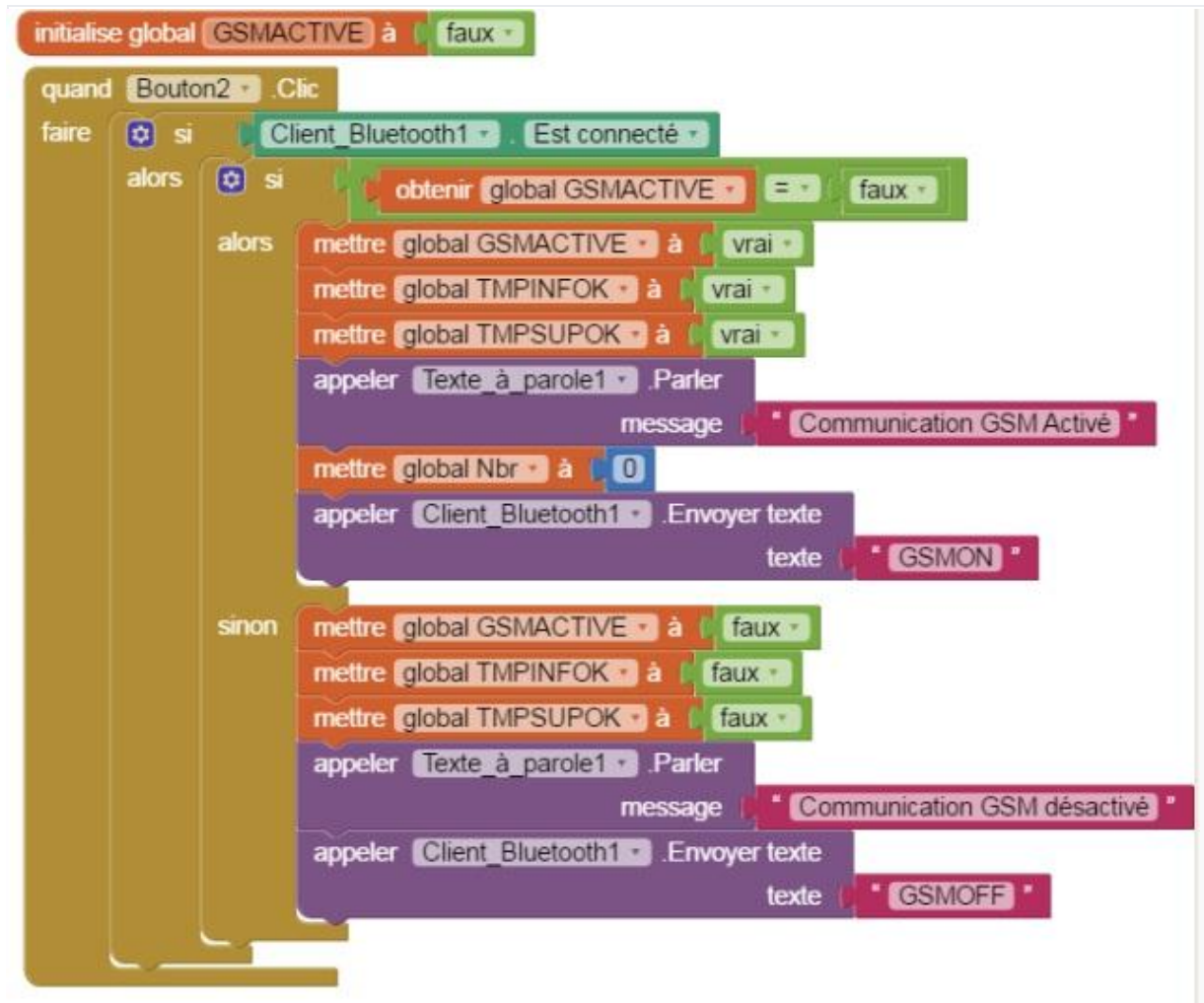
Le code destiné à l'activation de bluetooth est le suivant :

```
quand Sélectionneur_de_liste1 . Après prise
faire
  si Client_Bluetooth1 . Est connecté
  alors
    appeler Client_Bluetooth1 . Déconnecter
    appeler Texte_à_parole1 . Parler
    message " SYSTEME déconnecter "
  sinon
    mettre Sélectionneur_de_liste1 . Activé à appeler Client_Bluetooth1 . Se connecter
    adresse Sélectionneur_de_liste1 . Sélection
    si Client_Bluetooth1 . Est connecté
    alors
      appeler Texte_à_parole1 . Parler
      message " smart, veste connecter "
    sinon
      appeler Texte_à_parole1 . Parler
      message " SYSTEME non connecter "
```

Figure III.20 : Code d'activation de bluetooth

➤ Activation de GSM

On voit clairement sur la figure III.19 que la communication GSM est désactivée, pour que notre système fonctionne, il faut activer cette communication pour la transmission et la réception des informations. Le programme concerné pour cela est :



```
initialise global GSMACTIVE à faux
quand Bouton2 .Clic
faire
  si Client_Bluetooth1 .Est connecté
  alors
    si obtenir global GSMACTIVE = faux
    alors
      mettre global GSMACTIVE à vrai
      mettre global TMPINFOK à vrai
      mettre global TMPSUPOK à vrai
      appeler Texte_à_parole1 .Parler
      message "Communication GSM Activé"
      mettre global Nbr à 0
      appeler Client_Bluetooth1 .Envoyer texte
      texte "GSMON"
    sinon
      mettre global GSMACTIVE à faux
      mettre global TMPINFOK à faux
      mettre global TMPSUPOK à faux
      appeler Texte_à_parole1 .Parler
      message "Communication GSM désactivé"
      appeler Client_Bluetooth1 .Envoyer texte
      texte "GSMOFF"
```

Figure III.21 : Code d'activation de communication GSM

En cas d'une situation critique de sujet dans notre cas en cas de chute ou changement (augmentation ou diminution) de la température, le smart phone va envoyer automatiquement un message au numéro de téléphone de médecin traitant défini dans la figure III. . Le code de cette partie-là est :



Figure III.22 : Code d'envoi des SMS

III.7. Scénarios

Pour guider le développement du gilet intelligent, un certain nombre de scénarios ont été conçus afin d'illustrer son fonctionnement.

Scénario 1 : Il est 15 heures, l'habitante se réveille de la sieste et va aux toilettes. Elle glisse et tombe violemment sur le sol. Elle n'arrive pas à se relever et le téléphone est dans une autre pièce. Elle demande de l'aide au système qui appelle sa fille. N'ayant pas de réponse, le système appelle son médecin traitant qui lui aussi va appeler un membre de la famille ou les secours. Les secours interviennent immédiatement.

Scénario 2 : Il est 21 heures, Il fait chaud, l'habitante allume le chauffage pour s'échauffer un peu en même temps elle se prépare pour aller au lit. Elle prend un livre. Après deux heures, l'habitante sent une fatigue terrible elle pose son livre sur la table de nuit, éteint la lumière puis elle s'endort sans éteindre le chauffage. Un message sera envoyé immédiatement au médecin pour lui signaler l'augmentation de la température dans la chambre à coucher, pour par la suite régler ces problèmes par différentes façons.

Scénario 3 : L'habitant entre dans l'appartement le soir, ensuite il prépare un plat pour son repas. Une fois le repas est prêt, il se dirige vers la table pour manger mais il oublie la plaque électrique de la cuisine allumée; Il allume ensuite la télévision pour regarder le journal d'informations. Après quelques minutes, la température dans cette pièce va augmenter, Un message d'alerte qui indique que la température dans la pièce où se trouve le patient est élevée, le médecin va appeler un membre de sa famille ou le patient lui-même pour qu'il doive éteindre la plaque chauffante.

➤ Réception des messages d'alertes

On va donner les résultats de chacun des scénarios illustrés auparavant. En cas de l'augmentation, la diminution de température ou bien la chute de sujet, le poste client reçoit les messages suivants :

✚ Pour la température

S'elle est élevée

“Be careful, you have a danger on the person. The temperature is high. Please call for help” (scenario 2).

S'elle est réduite

“Warning, danger to the person, the temperature is reduced, please call for help” (scénario 3).

✚ En cas de chute

“Attention, the person fell, please call the rescue” (scenario 1).

Le code ou on a définit la température est visualisé dans la figure III.23 :

```
//#####  
void Temperature() {  
    int valeur=analogRead(A0);  
    float temp=(valeur*5.0*100.0)/1023.0;  
    String messageTMP="";  
    messageTMP="TMP78"+String(temp);  
    Serial.println(messageTMP);  
}  
//#####
```

FigureIII.23 : Programme de température

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons implémenté et simulé notre solution en utilisant deux types de capteurs, qui envoient les des SMS depuis le domicile de la personne âgée via le téléphone de son médecin.

Conclusion générale

Conclusion générale

Le travail présenté dans ce mémoire de fin d'études est un premier pas vers un outil d'aide à l'évaluation de la dépendance d'une personne âgée, n'utilisant que des informations provenant de capteurs déployés dans un HIS. Il permet, dans un premier temps, de détecter les chutes inattendues donc de retrouver des états mobiles et immobiles de la personne dans son domicile et de recevoir les valeurs de température, s'elles dépassent un certain seuil prédéfini dans notre application. Puis, à partir de données transmises depuis les capteurs via le smart phone de son médecin traitant, décider la nécessité ou non d'une intervention.

Durant ce projet, on s'est intéressé à l'étude de besoins et attentes essentiels des personnes âgées dépendantes vivant seules dans leurs domiciles, tout en leurs rassurer une vie autonome, et leurs permettant d'avoir une certaine indépendance.

Pour cela, ce travail a été organisé en trois chapitres. Le premier avait pour but de définir le domaine de la domotique. Le deuxième consistait à définir la notion de l'habitat intelligent pour la santé. Enfin, le dernier été dédié à l'implémentation et à la réalisation d'un prototype répondant aux besoins définis auparavant.

L'élaboration de ce travail m'a permis, d'une part, d'approfondir mes connaissances et d'acquérir un savoir-faire en plus à celui acquis durant les années de ma formation au sein de l'université Mouloud Mammeri, et d'autre part, de préparer mon intégration à la vie professionnelle et de me situer sur le marché des systèmes d'informations et des systèmes embarqués.

Le travail que j'ai réalisé pourrait être complété et poursuivi sous différents aspects, notamment :

- Mise en place de plusieurs modes d'exploitation.
- L'adaptation de plusieurs modèles de cartes électronique au système.
- Donner à l'utilisateur un peu plus de confort lors de l'implantation de capteurs.
- Associer à chaque carte électronique une caméra IP permettant de visionner et de récupérer les postures et l'état de la personne.
- Sécuriser le système.
- Ajout de plusieurs capteurs implantés dans le domicile ou porté par la personne pour mieux savoir l'état de la personne.
- Utilisation des capteurs non invasifs.
- Utilisation d'un serveur au niveau de la station de base.

*Annexe A : Technologies de capteurs
et de réseaux de capteurs*

Introduction :

Les réseaux de capteurs sans fil sont une réalité fonctionnelle et sont voués à se développer rapidement du fait de la grande variété des domaines d'applications. Depuis leur création, ces réseaux ont connu un succès sans cesse croissant au sein des communautés scientifiques et industrielles. Grâce à ses divers avantages, cette technologie a pu s'instaurer comme acteur incontournable dans les architectures réseaux actuelles.

A.1. Capteur et réseaux de capteurs sans fil:

A.1.1. Un capteur sans fil :

A.1.1.1. Définition :

Un capteur est un dispositif équipé de fonctionnalités de sensations avancées. Il mesure ou détecte un événement réel, comme le mouvement, la chaleur ou la lumière et convertit la valeur mesurée dans une représentation analogique ou numérique. Il prélève des informations et élabore, à partir d'une grandeur physique (information d'entrée), une autre grandeur physique de nature électrique [Kamal BEYDOUN, 2009].

Les principales grandeurs d'influence pour le capteur sont la température, l'accélération, les vibrations, l'humidité et les champs magnétiques [Norbert Noury, 2002].

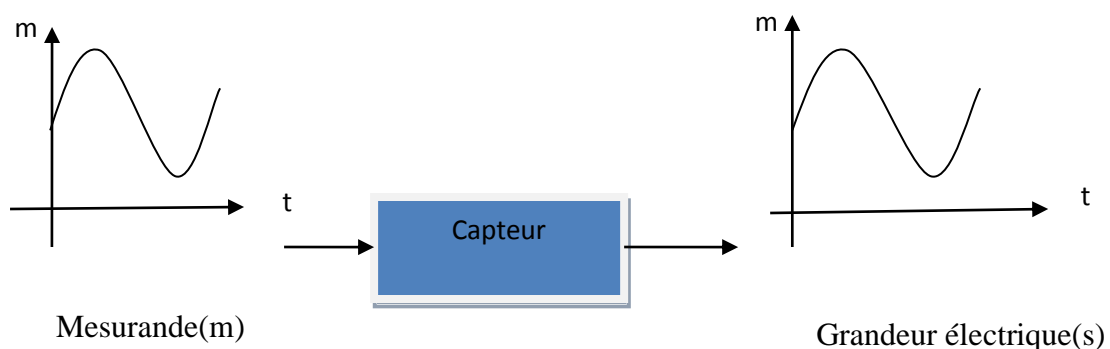


Figure A.1 : La fonction essentielle du capteur [Kamal BEYDOUN, 2009].

A.1.2. Les capteurs intelligents :

Les capteurs intelligents (Smart Sensors) sont des dispositifs matériels dans lesquels coexistent le(s) capteur(s) et les circuits de traitement et de communication. Leurs relations avec des couches de traitement supérieures vont bien au-delà d'une simple « transduction de

signal ». Les capteurs intelligents sont aussi des « capteurs d'informations » et pas simplement des capteurs et des circuits de traitement du signal juxtaposés. De plus, les « Smart Sensors » ne sont pas des dispositifs banalisés, car chacun de leurs constituants a été conçu dans l'objectif d'une application bien spécifique [Kamal BEYDOUN, 2009].

A.1.2.1. Architecture physique (matérielle) d'un capteur intelligent :

Un capteur intelligent est composé de 4 unités (voir la figure A.2) :

- **Unité d'acquisition** : composée d'un capteur qui obtient des mesures sur les paramètres environnementaux et d'un convertisseur analogique/numérique CAN (Analog Digital Converter) qui convertit l'information relevée (signal analogique) et la transmet à l'unité de traitement sous forme d'un signal numérique.
- **Unité de traitement** : composée d'un processeur et d'une mémoire intégrant un système d'exploitation spécifique (TinyOS, par exemple). Cette unité possède deux interfaces : une interface pour l'unité d'acquisition et une interface pour l'unité de communication. Elle acquiert les informations en provenance de l'unité d'acquisition et les envoie à l'unité de communication. Cette unité est chargée aussi d'exécuter les protocoles de communications qui permettent de faire collaborer le capteur avec d'autres capteurs. Elle peut aussi analyser les données captées.

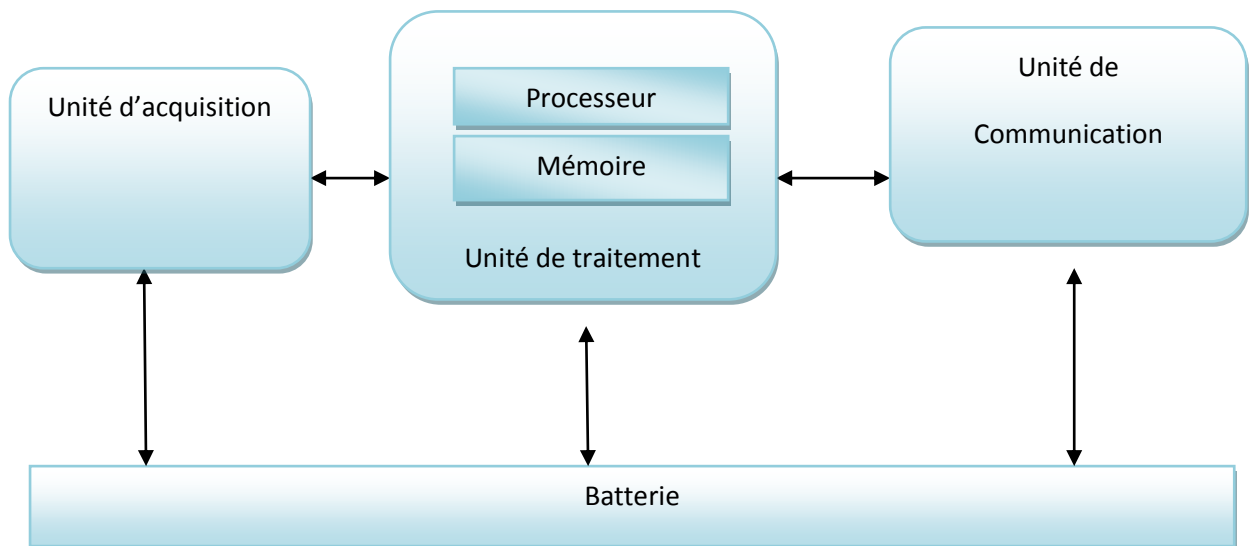


Figure A.2 : Architecture physique d'un capteur.

➤ **Unité de communication** : unité responsable de toutes les émissions et réceptions de données via un support de communication radio. Elle peut être de type optique (comme dans les capteurs Smart Dust)) ou de type radiofréquence (MICAZ, par exemple). Elle se base sur les technologies sans fil à faible portée de communication : Zigbee (IEEE 802.15.4), Bluetooth (IEEE 802.15.1) ou WI-FI (IEEE 802.11).

➤ **Unité d'alimentation énergétique (batterie)** : un capteur est muni d'une batterie pour alimenter tous ses composants. Cependant, à cause de sa taille réduite, la batterie dont il dispose est limitée et généralement irremplaçable. Pour cela, l'énergie est la ressource la plus précieuse puisqu'elle influe directement sur la durée de vie des capteurs [HASNA BOUDRA, 2014].

Il existe des capteurs qui sont dotés d'autres composants additionnels comme le système de positionnement GPS (Global Positioning System) ainsi qu'un mobilisateur lui permettant le déplacement.

Dans le reste de notre rapport, lorsque nous parlerons de capteur, nous entendrons capteur « intelligent » avec un système de capture et les circuits de traitement et de communication.

A.1.3. Les caractéristiques des capteurs [Le cours de GPA-668, 2016]:

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



Figure A.3 : capteur de température (capteur à résistance métallique).

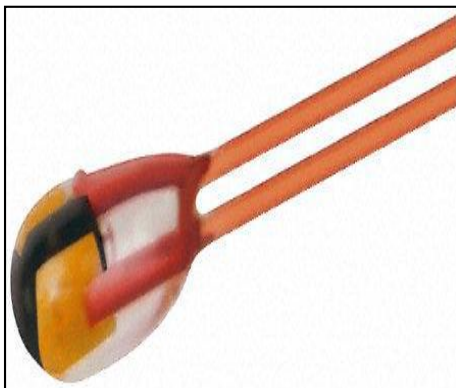


Figure A.4 : Capteur de température (Thermistance de précision à capsule de

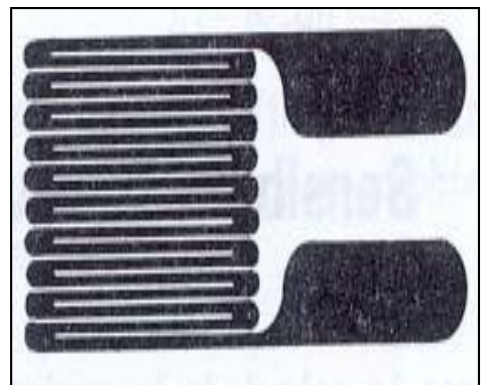


Figure A.5 : Capteur de pression (les capteurs à membrane, capteurs à jauge extensométrique).

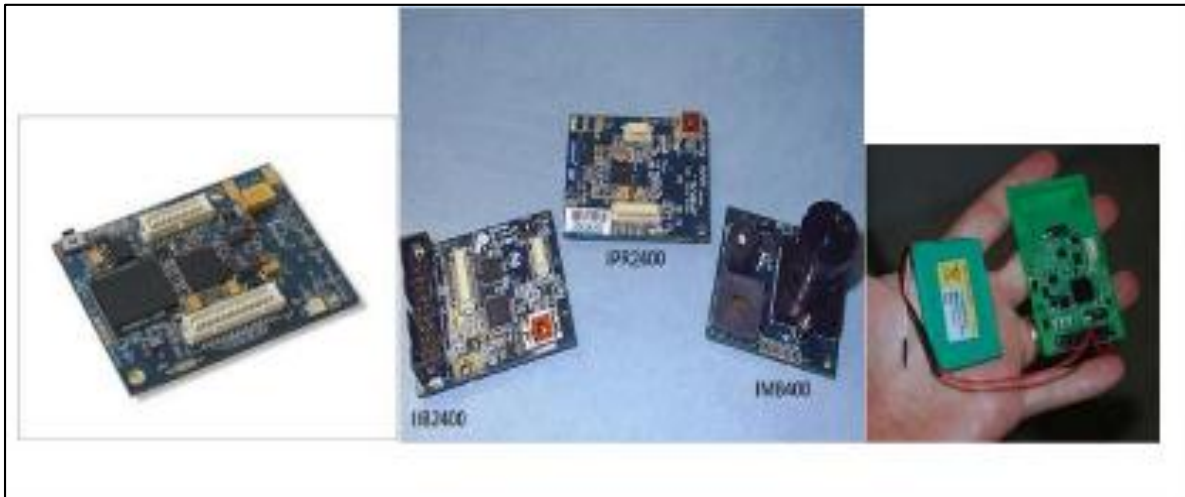


Figure A.6 : Exemple de quelques capteurs les plus utilisés.

A.2. Les réseaux de capteurs sans fil :

A.2.1. Définition :

Un réseau de capteurs sans fil (RCSF) est un type particulier des réseaux ad-hoc [P. MOHAPATRA, S. V. KRISHNAMURTHY, 2004] qui partage beaucoup de caractéristiques avec les réseaux embarqués sans fil [F. STAJANO et al, 2002].

Un réseau de capteurs est constitué de milliers de nœuds appelés nœuds capteurs ou tout simplement capteurs, permettant de capter et de collecter des événements, d'analyser les traitements et de transmettre les informations recueillies à différents environnements. Ces nœuds peuvent avoir des positions fixes ou bien être déployés aléatoirement pour surveiller l'environnement. Les communications dans un réseau de capteurs se font souvent d'une manière multi-saut. L'écoulement des données se termine vers des nœuds spéciaux appelés nœuds-puits ou stations de base (« *sink* »). Ces nœuds-puits sont des bases de contrôle qui possèdent plus de ressources matérielles et permettent de collecter et de stocker les informations issues de capteurs. En d'autres termes, le fonctionnement d'un réseau de capteurs se déroule de la manière suivante : les nœuds sont déployés dans une zone appelée zone d'intérêt pour la surveiller. Lorsqu'un nœud détecte un événement, il le traite localement et l'achemine vers la station de base via une communication multi-saut. [Abdallah MAKHOUL, 2008]. L'architecture d'un RCSF est souvent composée de trois parties : capteurs sans-fil, routeurs, et serveur (administrateur). Les différents nœuds du réseau relayent l'information jusqu'à atteindre les nœuds routeur qui fait office de relais entre les nœuds capteurs et le serveur.

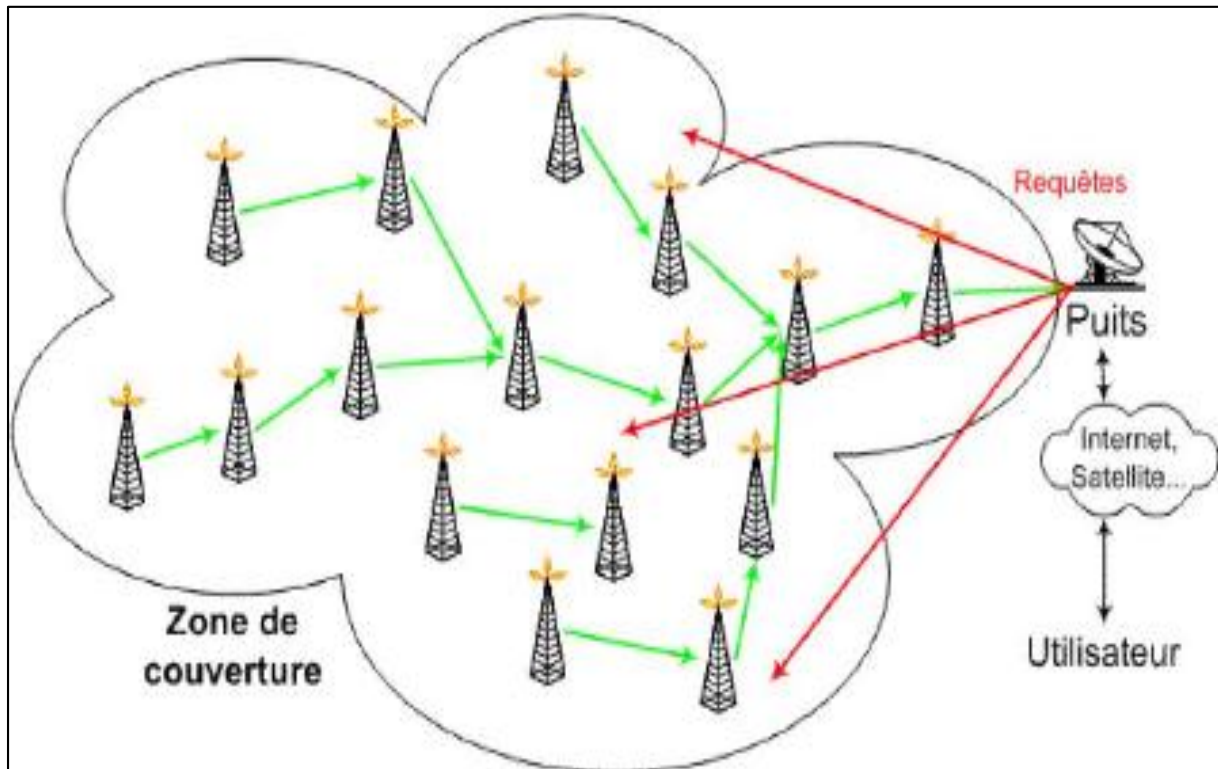


Figure A.7 : Architecture d'un réseau de capteur sans fil.

Le principe est que les nœuds doivent surveiller un événement en récupérant des données grâce à leurs capteurs, puis ils envoient les informations à une station de base (puits). Cette station de base (ou sink en anglais) est un nœud particulier doté d'une puissance de calcul supérieure et d'une alimentation quasi illimitée. Il est en général soit connecté à Internet ou par un lien radio de type GSM ou GPRS qui lui permet d'envoyer les informations à un serveur pour l'utilisateur final. Il est néanmoins possible d'avoir plusieurs stations de base fixes ou mobiles dans le réseau qui permettent le relai de l'information, mais pour des raisons de coût, le réseau comporte généralement beaucoup plus de nœuds que de stations de base.

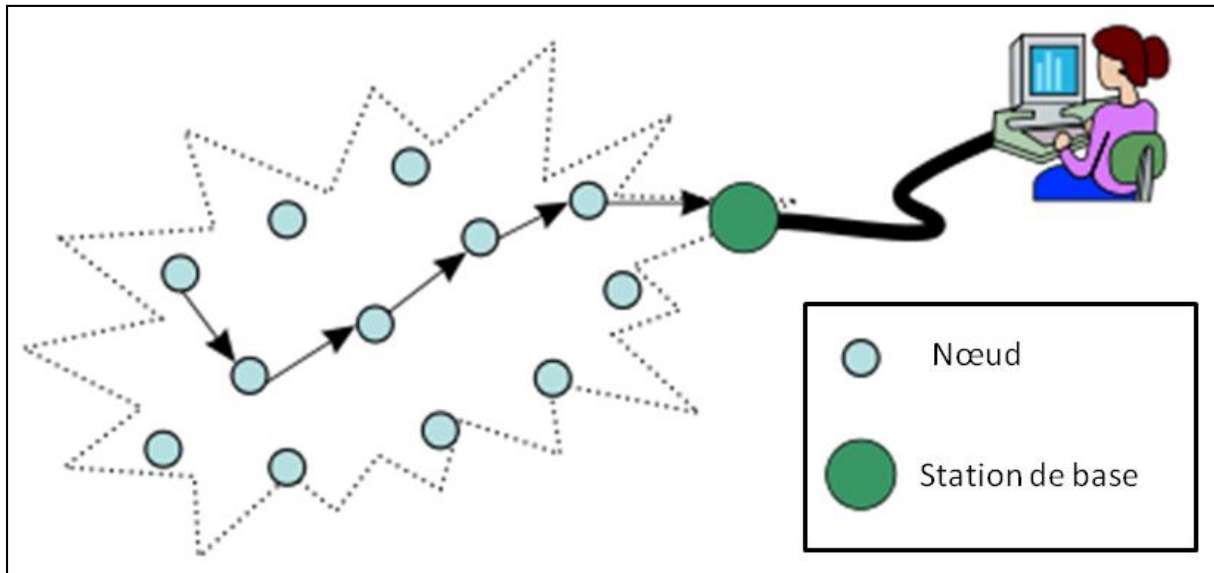


Figure A.8 : Principe de fonctionnement.

A.2.2. Les applications de réseaux de capteurs sans fil :

Les réseaux de capteurs peuvent être développés pour plusieurs objectifs dans différents domaines et, pour illustrer leurs avantages, les sections suivantes montrent leurs utilisations dans principaux domaines d'applications (voir figure II.9).

➤ **Domaine militaire :**

Un réseau de capteurs peut être déployé dans un endroit stratégique ou hostile afin de surveiller les mouvements des forces ennemies ou d'analyser le terrain avant d'y envoyer des troupes (détection des armes chimiques, biologiques ou radiations). En vue de montrer une utilisation réelle des réseaux de capteurs dans les opérations militaires, les capteurs sont déployés dans les zones d'intérêts. La station de base collecte et analyse les données puis elle les envoie aux consommateurs qui peuvent être un soldat, un véhicule militaire, ou autre [Yasser Gadallah, 2006].

VigiiNet est une des principales applications dans le domaine militaire pour intégrer les réseaux de capteurs aux missions des surveillances. L'objectif de cette initiative est d'acquérir et de vérifier les informations des ennemies et les positions des cibles hostiles. Ces missions impliquent souvent des risques élevés pour le personnel humain et nécessitent un haut degré de furtivité. Par conséquent, la capacité de déployer des missions de surveillance sans équipage, à l'aide de réseaux de capteurs sans fil, est d'une grande importance pratique pour

Annexe A: Technologies de capteurs et de réseaux de capteurs

les militaires. En raison des contraintes, entre autre, énergétiques des appareils [VigiNet, 2013].

➤ **Domaine environnemental :**

Les réseaux de capteurs peuvent être utilisés pour surveiller les changements environnementaux. Ils servent à déterminer les valeurs de certains paramètres à un endroit donné, tels que la température, la pression atmosphérique, etc. En dispersant des nœuds capteurs dans la nature, on peut détecter des événements tels que des feux de forêts, des tempêtes ou des inondations. Ceci permet une intervention beaucoup plus rapide et efficace des secours. Avec les réseaux de capteurs, on peut contrôler la pollution, par exemple en déposant des capteurs au-dessus d'un emplacement industriel pour détecter et surveiller des fuites de gaz ou de produits chimiques [Abdallah MAKHOUL, 2008].



Figure A.9 : exemples de domaines d'utilisation des RSCFs.

➤ **Domaine médical :**

Parmi ses applications, on peut citer la surveillance d'état des patients et des taux de médicaments qui leurs ont été administrés, et l'aide à la localisation des médecins et des patients au sein d'un hôpital.

➤ **Domaine commercial :**

Dans la fabrication industrielle, des capteurs et des actionneurs sont utilisés pour les processus de suivi et de contrôle. Par exemple, dans une usine de traitement chimique à plusieurs étapes, il peut y avoir des capteurs placés en différents points dans le processus afin de surveiller la température, la concentration chimique, la pression,...etc. Les capteurs peuvent être aussi utilisés pour le contrôle environnemental des bâtiments pour permettre une meilleure gestion des ressources à faibles coûts. Un autre exemple est celui de l'utilisation des capteurs dans les musées scientifiques pour un apprentissage plus rapide des visiteurs.

➤ **Domestique :**

Les capteurs peuvent être embarqués dans des appareils, tels que les aspirateurs, les fours à micro-ondes, les réfrigérateurs, les magnétoscopes...etc. Ces capteurs embarqués peuvent interagir entre eux et avec un réseau externe via Internet pour permettre à un utilisateur de contrôler les appareils domestiques localement ou à distance. [[Makhoul, 2008](#)]
Le déploiement des capteurs de mouvement et de température dans les futures maisons dites intelligentes permet d'automatiser plusieurs opérations domestiques telles que : la lumière s'éteint et la musique se met en état d'arrêt quand la chambre est vide, la climatisation et le chauffage s'ajustent selon les points multiples de mesure, le déclenchement d'une alarme par le capteur anti-intrusion quand un intrus veut accéder à la maison.

➤ **Autres applications [T.WATTEYNE, 2008] :**

Parmi les autres applications des réseaux de capteurs, on a : l'agriculture, des capteurs sont incorporés dans la terre pour donner des informations sur l'état du champ. La protection des barrages pourrait être accomplie en y introduisant des capteurs. La détection prompte de fuites d'eau permettrait d'éviter des dégâts. Les êtres humains sont conscients des risques et attaques qui les menacent. Du coup, ils mettent à disposition toutes les ressources humaines et financières nécessaires pour leur sécurité. Grâce aux réseaux de capteurs, les entreprises

Annexe A: Technologies de capteurs et de réseaux de capteurs

pourraient offrir une meilleure qualité de service tout en réduisant leurs coûts. Les réseaux de capteurs peuvent également être utilisés pour : surveiller l'infrastructure, lutter contre le terrorisme, contrôle de trafic, détecter des intrusions (en plaçant à différents points stratégiques des capteurs), contrôler les stocks (savoir le lieu, la quantité, la forme de tous les produits, contrôler leurs flux...etc.), l'urbanisme, l'ingénierie civile,...etc.

Bibliographie

Bibliographie

- S. Lorente, « *Key issues regarding domotic applications* » – in Proc. International Conference on Information and Communication Technologies: From Theory to Applications, Avr. 19 – 23, 2004, pp. 121-122.
- B. Allen, « *An integrated approach to smart house technology for people with disabilities* » –Medical Engineering and Physics 18, 1996, pp. 203-206.
- EDWARDS, W. K. (2001). At home with ubiquitous computing: seven challenges. *Ubiquitous Computing*, 256-272.
- CANCELLIERI, A. (1992). *L'habitat du futur: défis et prospective pour le prochain quart de siècle*. Documentation Française.
- Makhoul, 2008 (Thèse de doctorat).
- TANG, P. et VENABLES, T. (2000). Smart homes and telecare for independent living. *Journal of Telemedicine and Telecare*, 6(1):8–14.
- RAAD, M.W. et YANG, L. T. (2009). A ubiquitous smart home for elderly. *Information Systems Frontiers*, 11(5):529–536.
- ROMDHANE, R., MULIN, E., DERREUMEAUX, A., ZOUBA, N., PIANO, J., LEE, L., MALLEA, P., THONNAT, M., BREMOND, F., ROBERT, P., LEROI, I. et DAVID, R. (2011). Automatic videomonitoring system for assessment of alzheimer's disease symptoms. *The Journal of Nutrition, Health and Aging*, 16(3).
- T.WATTEYNE : « Energy-Efficiency Self-Organisation for Wireless Sensor Network », Doctorate Thesis, Institut National des Sciences Appliquées de Lyon, N° 2008-ISAL-0082, 2008.
- P. MOHAPATRA, S. V. KRISHNAMURTHY : « Ad Hoc Networks Technologies and Protocols », Springer VerlagTelos, 2004, ISBN : 0-387-22689-3.
- F. STAJANO : « Security for Ubiquitous Computing », John Wiley and SonsNew York, 2002, ISBN : 0-470-84493-0.
- M.C. Boulebier, Blog Trotteur Culture, Santé, Sciences & Technologie 2016. (Revue).
- Sylvain BONHOMME : METHODOLOGIE ET OUTILS POUR LA CONCEPTION D'UNHABITAT INTELLIGENT,2008 (Thèse de doctorat).
- ALDRICH, F. (2003). Smart homes:Past, present and future. Dans HARPER, R., éditeur : *Inside the Smart Home*, pages 17–39. Springer London.
- AUGUSTO, J. C. et NUGENT, C. D. (2006). Smart homes can be smarter. Dans *Designing Smart Homes*, pages 1–15.
- CHAN, M., ESTÈVE, D., ESCRIBA, C. et CAMPO, E. (2008). A review of smart homes- presentstate and future challenges. *ComputerMethods and Programs in Biomedicine*, 91(1):55–81.
- FRIEDEWALD, M., DA COSTA, O., PUNIE, Y., ALAHUHTA, P. et HEINONEN, S. (2005). Perspectives of ambient intelligence in the home environment. *Telemat. Inf.*, 22:221–238.

- HAIGH, K. Z. et YANCO, H. (2002). Automation as caregiver : A survey of issues and technologies. Dans *Proceedings of the AAAI-02 Workshop Automation as Caregiver: The Role of Intelligent Technology in Elder Care*, pages 39–53.
- LACOMBE, A., ROCARIES, F., DIETRICH, C., BALDINGER, J., BOUDY, J., DELAVAUULT, F.
- DESCATHA, A., BAER, M. et OZGULER, A. (2005). Open technical platform prototype and validation process model for patient at home medical monitoring system. Dans *BioMedsim*, Linköping, Sweden.
- MICERA, S., BONATO, P. et TAMURA, T. (2008). Gerontechnology. *IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine*, 27(4):10–14.
- PATTERSON, D., ETZIONI, O., FOX, D. et KAUTZ, H. (2002). Intelligent ubiquitous computing to support alzheimer's patients: Enabling the cognitively disabled. Dans *UbiCog '02: First International Workshop on Ubiquitous Computing for Cognitive Aids*, Göteborg, Sweden.
- RAAD, M.W. et YANG, L. T. (2009). A ubiquitous smart home for elderly. *Information Systems Frontiers*, 11(5):529–536.
- RIALLE, V. (2007). Rapport sur les technologies nouvelles susceptibles d'améliorer les pratiques gériatologiques et la vie quotidienne des malades âgés et de leur famille. Rapport technique, Université Joseph Fourier et CHU de Grenoble.
- ROMDHANE, R., MULIN, E., DERREUMEAUX, A., ZOUBA, N., PIANO, J., LEE, L., MALLEA, P.
- THONNAT, M., BREMOND, F., ROBERT, P., LEROI, I. et DAVID, R. (2011). Automatic videomonitoring system for assessment of alzheimer's disease symptoms. *The Journal of Nutrition, Health and Aging*, 16(3).
- TANG, P. et VENABLES, T. (2000). Smart homes and telecare for independent living. *Journal of Telemedicine and Telecare*, 6(1):8–14.
- Amine Sayeh : la domotique en Algérie, magazine gratuit des nouvelles technologies, N° TIC N° 105 octobre 2015 p. 20. (Revue)
- Asmah Ben hadj Mohamed : Réseau de capteurs sans fil comportementaux pour l'aide au maintien à domicile par la surveillance en habitat intelligent 13 Juin 2016 (Thèse de doctorat).
- N. Noury, G. Virone, P. Barralon, V. Rialle et J. Demongeot Maisons intelligentes pour personnes âgées : technologies de l'information intégrées au service des soins à domicile, J3eA, Journal sur l'enseignement des sciences et technologies de l'information et des systèmes, Volume 3, Hors-Série 1, 20 (2004). (Article).
- E Neuman, "Weighing device for bedridden patients", European patent 0 854 357 A1, Jul. 22, 1998.
- E. De Canecaude, "Device for weighing individuals on WC seat", Internat. Patent W085 04472, OCT.10, 1985.
- Y Depeursinge, "Device for monitoring the activity of a person and/or detecting a fall, US patent n°6 201 476 B1, Mar 13, 2001. (Thèse de doctorat).
- N. Noury, « Détecteur de chute d'une personne », Brevet Français 01/12046, Sept. 18, 2001.

- D. Istrate, M. Vacher, L. Besacier, E. Castelli, J.F. Serignat “Smart Audio Sensor for Telemedicine”, in SOC’2003, Grenoble, Juin 2003. (Article).
- J.L. Dallaway, R.D. Jackson, P.H. Timmers “Rehabilitation robotics in Europe”, IEEE Transactions on rehabilitation engineering, 3(1):35-45, March 1995. (Article).
- M. Topping, “The development of Handy 1, a robotic system to assist severely disabled”, in Proc ICORR’99: the International Conference on Rehabilitation Robotics, pp 244-249, 1999.(Article).
- Z. Kazi, S. Chen, M. Beitler, D. Chester, R. Foulds, «Speech and gesture mediated intelligent teleoperation», in Mittal et al., pp 194-210, 2002. (Article).
- G. Virone, N. Noury, JP Thomesse, V. Rialle, J. Demongeot, “A home health information system based on the CAN Field Bus”, in FET2003, Aveiro-Portugal, 7-8 Juillet 2003.(Article).
- A. Arditi, “Effective color contrast: designing for people with partial sight and color deficiencies”, technical report, Lighthouse international, 1999, (Article)
- K.F. McCoy, « Interface and language issues in intelligent systems for people with disabilities », in Mittal et al, pp 1-11, 2002.
- M. Vallès, F. Manso, M.T. Arredondo, F. Del Pozzo, “Multimodal environmental control system for elderly and disabled people”, in proc. IEEE-EMBS, pp516-517, 1996.(Article).
- DALLAWAY (J.L.), JACKSON (R.D.) et TIMMERS (P.H.). *Rehabilitation robotics in Europe*. IEEE Transactions on Rehabilitation Engineering, 3(1), 35-45 (1995). (Article).
- E. Egea-Lopez, J. Vales-Alonso, A. S. Martinez-Sala, P. Pavon-Marino, and J. Garcia-Haro. Simulation tools for wireless sensor networks. In Summer Simulation Multiconference - SPECTS 2005, 2005. (Article)
- T.S. Rapport. Wireless communications: principles and practice. Prentice Hall communications engineering and emerging technologies series. Prentice Hall PTR, 1996. (Rapport)
- Paolo Baronti, Prashant Pillai, Vince W.C. Chook, Stefano Chessa, Alberto Gotta, and Y. Fun Hu. Wireless sensor networks: A survey on the state of the art and the 802.15.4 and zigbee standards. Computer Communications, 30(7) :1655 { 1695, 2007. Wired/Wireless Internet Communications. (Article).
- Avanzi, F. Bremond, C. Tornieri and M. Thonnat. "Design and Assesment of an Intelligent Activity Monitoring Platform". EURASIP Journal onApplied Signal Processing, Special Issue on .Advances in Intelligent Vision Systems: Methods and Applications., Vol. 2005:14, pp. 2359-2374, 11/08/2005.(Article).
- Nadia Zouba: analyse multicapteur pour la reconnaissance d’activités humaines, application au projet GERHOME pour le maintien à domicile des personnes âgées, Mars-Septembre 2006 : Rapport de stage.
- A.J. Pieterse, T.B. Luttikhof, K. de Laat and B.R. Bloem “Falls in patients with neuromuscular disorders” Journal of the Neurological Sciences Volume 251, Issues 1–2, 21 December 2006,Pages 87–90.(Article).
- X. Yu « Approachs and methods for fall detection », 10th IEEE Intl. Conf. on e-Health care, 2008.

- Jean-Noël Montagné : Initiation à la mise en œuvre matérielle et logicielle de l'Arduino novembre 2006 (Article).