

UNIVERSITE LIBRE DES PAYS DES GRANDS LACS

« U.L.P.G/Goma »



B. P: 368 Goma

www.ulpgl.net

FACULTE DES SCIENCES ET TECHNOLOGIES APPLIQUEES

ETUDE ET CONCEPTION D'UN SYSTEME DE
POSITIONNEMENT INDOOR 2D HYBRIDE BASE SUR LES
TECHNOLOGIES RFID ET ULTRASON

Cas du CHNP/Goma

*Travail présenté et défendu en vue de l'obtention
du diplôme d'Ingénieur Civil en Génie Electrique et
Informatique*

Option : Génie Informatique

Présenté par : RACHID MASUDI Prince

Directeur : Prof. Dr. Ir. BARAKA MUSHAGE

Année Académique 2018 - 2019

EPIGRAPHE

« Le monde ne sera pas détruit par ceux qui font le mal, mais par ceux
qui les regardent sans rien faire »

Albert EINSTEIN.

IN MEMORIAM

Hommage à vous mes deux parents, recevez, par ce travail le vœu de vous revoir un jour dans l'au-delà. En ce moment si merveilleux de ma vie, je ne peux que vous dire merci de m'avoir amené dans ce monde même si vous m'aviez quitté tôt mais hélas... Voici ce qu'est devenu votre fils chéri.

Je vous aime tant Papa et Maman et je ne vous oublierai jamais dans ma vie. Puisse Allah continuer à vous bénir là où vous êtes et que la terre de nos ancêtres vous soit douce à jamais.

PRINCE RACHID

DEDICACE

Au couple MPAZI BOSUKU Hamza et SAKINA RACHID.

L'amour et le souci que vous avez toujours affiché à l'égard de mes études m'ont toujours donné le courage d'avancer et d'affronter chaque contrainte de la vie.

C'est pourquoi je vous dédie ce travail

PRINCE RACHID

REMERCIEMENTS

A l'issue de notre cycle de licence en Génie Informatique à l'Université Libre des Pays des Grands Lacs, en sigle ULPGL, qu'ALLAH, le Tout Puissant soit éternellement loué pour tous les bienfaits et les bénédictions qu'il ne cesse d'accomplir pour nous, car sans lui nous n'allions pas atteindre cette fin. Il a toujours été dit que la gratitude est une valeur morale qui maintient les liens et encourage ceux qui font des bienfaits,

De manière particulière, notre gratitude s'adresse à notre directeur Professeur Dr. Ir. BARAKA MUSHAGE Olivier, avec qui nous avons eu le privilège de travailler à ses côtés durant toute la période qu'a pris la réalisation de ce travail. Veuillez trouver ici Professeur, l'expression de notre respectueuse considération et notre profonde admiration pour toutes vos qualités scientifiques et humaines.

De par l'affection, l'amour, les multiples encouragements, les prières et soutiens, la considération et la confiance qu'elles manifestent à notre égard; aucun mot ne saurait exprimer droitement ce que nous ressentons : ma grand-mère Hadjat Dadia, ma tante ZAINA Rachid, l'unique sœur que j'ai dans ce monde SAKINA RACHID, ma tante Belloy SANKYA.

Notre reconnaissance s'adresse par la suite à SAIDI MJOGO SALEH, ta venue dans ma vie a été une source d'espoir, d'inspiration et de motivation, en aucun jour je ne saurai rembourser ce que tu as fait dans vie mon frère, seul Allah a la possibilité de donner rétribution à tes bons actes.

Nos sincères remerciements s'adressent aussi à l'Assistant Ir. NZANZU VINKI Tripa, pour ses conseils et orientations afin de concrétiser notre idée.

Il serait inouï de finir sans remercier nos amis et camarades de l'auditoire : Hélène SAKUZA, MWADJU Blondel, Dieudonné MUGISHO, Abednego KAMBALE, Joaquim MOLO, Aristide MATUNGURU, Benjamin KAFIRONGO, Justin KESO, Johnson IKANGAMINO, Bénédiction KAMBALE, Moise GIMIKO, Rodrigue NYIRINGABO, Dan MUKISA, Evariste KIKA, Michael RUKAMAKAMA.

Nous tenons à remercier, tous ceux qui de loin ou de près ont contribué au bon déroulement de notre cursus académique.

SIGLES ET ABBREVIATIONS

AP	: Access Point
AVR	: Automatic Voltage Regulation
BD	: Base de Données
BSC	: Base Station Controlers.
BTS	: Base Transceiver System
CHNP	: Centre Hospitalier Neuropsychiatrique
CNIL	: Commission Nationale de l'Information et de Libertés
DARTS	: Design Approach of Real Time System
DGPS	: Differential GPS
EEG	: Electro Encéphalogramme
EGNOS	: European Geostationary Navigation Overlay Service
ESA	: Agence Spatiale Européenne
GNSS	: Global Navigation Satellite System
GPS	: Global Positioning System
GSM	: Global System for mobile Communication
HSGNSS	: Hight Sensitivity GNSS
IOT	: Internet Of Things
IP	: Internet Protocol
IR	: Infra-Rouge
LBS	: Location Based Service
MSC	: Mobile Switching Center
N-K	: Nord Kivu
ONG	: Organisation Non Gouvernementale

PTCenter	: Patient Tracking Center
RDC	: République Démocratique du Congo
RFID	: Radio Frequency identification
SART	: Structured Analysis Real Time
SGBD	: Système de Gestion de Base de Données
SLAM	: Simultaneous Localization And Tracking
SysML	: Systems Modeling Language
TIC	: Technologies de l'Information et de Communication
TOA	: Time Of Arrival
TSM	: Technicien en Santé Mentale
UC	: User Cases
ULB	: Ultra Large Bande
ULPGL	: Université Libre des Pays des Grands Lacs
UML	: Unified Modeling Language
USNO	: US Naval Observatory
Wi-Fi	: Wireless Fidelity

LISTE DES FIGURES

Figure I-1: Image de l'Obélisque Egyptien [10].....	9
Figure I-2:Image de la trilatération [13]	12
Figure I-3: Modèle d'un système TRANSIT [14]	13
Figure I-4 : système GPS [15].....	14
Figure I-5 : Modèle d'un système Glonass [14].....	14
Figure I-6 : Système Galileo [17].....	15
Figure I-7 : Illustration d'un DGPS [16]	16
Figure I-8 : illustration d'un système GSM [20].....	18
Figure I-9 : Schéma général d'une liaison entre un téléphone mobile GSM et téléphone fixe [20]	19
Figure I-10 : capteur à ultrason	23
Figure II-1 : Image du Centre Neuropsychiatrique [25].....	26
Figure III-1: Schéma du système d'information [21]	37
Figure III-2: Planification selon Gantt	39
Figure III-3 : Diagramme d'exigence du système PTCenter.....	44
Figure III-4 : Diagramme de cas d'utilisation du système PTCenter.....	46
Figure III-5 : Diagramme de séquence pour le cas s'authentifier	51
Figure III-6 : Diagramme de séquence pour le cas afficher carte.....	52
Figure III-7 : Diagramme de définition de blocs	53
Figure III-8 : Diagramme d'activité du démarrage système.....	54
Figure III-9 : Diagramme d'activité pour afficher la carte	54
Figure III-10 : Diagramme de classes.....	55
Figure III-11 : Modèle conceptuel de données.....	56
Figure IV-1 : la carte Arduino Uno	59
Figure IV-2 : Image du module RFID	62
Figure IV-3 : Image du Capteur à ultrason	63
Figure IV-4 : Module Wifi esp8266	64
Figure IV-5 : Buzzer.....	64
Figure IV-6 : Image avec Proteus le cas de la distance dépassée	65
Figure IV-7 : Image avec Proteus le cas de la distance Normale	66
Figure IV-8 : Schéma fonctionnel de notre système.....	66
Figure IV-9 : Schéma de montage du système.....	67
Figure IV-10 : Page d'accueil de PTCenter	68
Figure IV-11 : Page d'authentification.....	68
Figure IV-12 : Page avec formulaire du patient	69
Figure IV-13 : Page avec formulaire du patient.....	70
Figure IV-14 : La liste des patients	70

LISTE DES TABLEAUX

Tableau III 1: Identification du patient.....	41
Tableau III 2 : Gestion des présences	41
Tableau III 3: Simulation de la présence des patients	41
Tableau III 4 : Prévention des incidents.....	42
Tableau III 5 : Passage du diagramme de classes au modèle conceptuel des données.....	56
Tableau IV 1 : Caractéristique de la carte Arduino UNO.....	60
Tableau IV 2: Caractéristique du capteur à Ultrason HC-SR04.....	63

RESUME

La localisation et la navigation des personnes sont devenues un domaine d'envergure dans une société de mobilité. Les zones urbaines, et en particulier les espaces fermés représentent les zones les plus exigeantes pour la localisation des personnes. Des problèmes comme la réception des signaux satellitaires rendent le positionnement impossible à l'intérieur. En effet, plusieurs techniques de positionnement existent et toutes ces techniques dépendent de l'évolution des besoins des hommes ainsi que de leurs nouveaux systèmes de fonctionnement.

Dans ce travail, nous avons jugé bon de développer un système intelligent de positionnement qui consomme moins d'énergie et accessible pour tout le monde selon le rang social. L'approche présentée ici est basée sur l'utilisation de deux technologies dont la RFID et le capteur Ultrason. Le module RFID nous a aidé à identifier les patients par leurs noms et leurs codes tandis que le capteur Ultrason nous a permis de déterminer la position du patient par rapport à son point de référence. Par ailleurs, nous avons enregistré les données du patient dans la base de données à l'aide du module wifi esp8266, pour permettre à l'utilisateur d'avoir un accès aux informations des patients selon leur déplacement en temps réel.

Ainsi, la réalisation de ce mémoire nous a convaincu qu'il est possible de géolocaliser les personnes dans un milieu confiné moyennant une application Web qui sera pilotée par un administrateur système.

Mots clés : Module RFID, capteur à Ultrason, module esp8266, Arduino, géolocalisation, SysML, microcontrôleur, Système embarqué, MySQL, positionnement intérieur

ABSTRACT

The location and navigation of people has become a major field in a mobile society. Urban areas, and in particular enclosed spaces, represent the most demanding areas for the location of people. Problems such as the reception of satellite signals make it impossible to position indoors. Indeed, several positioning techniques exist and all these techniques depend on the evolution of human needs and their new operating systems.

In this work we have seen fit to develop an intelligent positioning system that consumes less energy and is accessible to everyone according to the social aspect. The approach presented here is based on the use of two technologies including the RFID module and the Ultrasonic sensor. The RFID module helped us identify patients by their names and codes while the Ultrasound sensor allowed us to determine the patient's position relative to his reference point. In addition, we have recorded the patient data in the database using the esp8266 wifi module, to allow the user to have access to patient information according to their movement in real time.

Thus, the completion of this thesis convinced us that it is possible to geolocate people in a confined environment using a web application that will be managed by a system administrator.

Keywords: RFID module, Ultrasonic sensor, esp8266 module, Arduino, geolocation, SysML, microcontroller, embedded system, MySQL, indoor positioning

SOMMAIRE

EPIGRAPHE	i
IN MEMORIAM	ii
DEDICACES	iii
SIGLES ET ABREVIATIONS	v
LISTE DES FIGURES	vii
LISTE DES TABLEAUX	viii
RESUME	ix
ABSTRACT	x
INTRODUCTION GENERALE	1
1. PROBLEMATIQUE	2
1.1. Problématique	2
1.2 Hypothèse	3
2. OBJECTIF	3
3. CHOIX ET INTERET DU SUJET	4
4. METHODOLOGIE ET TECHNIQUE DE RECHERCHE	5
4.1 Méthodes	5
4.2 Techniques	5
5. DELIMITATION DU SUJET	5
6. SUBDIVISION DU TRAVAIL	6
Chapitre 1	7
GENERALITE SUR LA GEOLOCALISATION	7
1.1 INTRODUCTION	8
1.2 Etat de l'art de la géolocalisation	8
1.2.1 Définition de la géolocalisation et cadre légal de son utilisation	8
1.2.2 La géolocalisation en extérieur	11
1.2.3 La géolocalisation indoor	20
1.3 Conclusion partielle	23
Chapitre 2	24
ETAT DE L'ART ET DESCRIPTION DE L'EXISTANT	24
2.1 INTRODUCTION	25
2.2 ETAT DES LIEUX [16]	25
2.2.1 Présentation	25

2.2.2 Historique	26
2.2.3 Missions du Centre	27
2.2.4 Les activités organisées	28
2.3 QUELQUES TRAVAUX EXISTANTS	30
2.4 Conclusion partielle	35
Chapitre 3	36
MODELISATION ET CONCEPTION DU SYSTEME	36
3.1 MODELISATION DU SYSTEME	37
3.1.1 Introduction	37
3.1.2 Définition du projet	38
3.1.2.1 Nature du projet	38
3.1.2.2 Périmètre du projet	38
3.1.2.3 Planification	39
3.1.3 Cahier de charge	39
3.2 CONCEPTION FONCTIONNELLE DU SYSTEME	42
3.2.1 Diagramme d'exigence	43
3.2.2 Diagramme de cas d'utilisation [23]	44
3.2.3 Diagramme de séquence « système »	50
3.2.4 Diagramme de définition de blocs	52
3.2.5 Diagramme d'activités	53
3.3 MODELISATION DE LA BASE DE DONNEES	55
3.3.1 Diagramme des classes	55
3.3.2 Modèle logique de données	56
3.4 Conclusion partielle	57
Chapitre 4	58
SIMULATION ET PRESENTATION DES RESULTATS	58
4.1 Introduction	Erreur ! Signet non défini.
4.2 Technologies Utilisées	59
4.2.1 Environnement matériels	59
4.2.2 Environnement logiciels	64
4.3 Présentation des résultats	67
4.3.1 Schéma de montage	67
4.3.2 Application Web	67

4.4 Conclusion partielle.....	70
CONCLUSION GENERALE.....	71
BIBLIOGRAPHIE	73
ANNEXES.....	77
A. Photos de la Maquette.....	77
B. Extrait du code source	78

***ETUDE ET CONCEPTION D'UN SYSTEME DE POSITIONNEMENT INDOOR 2D HYBRIDE BASE
SUR LES TECHNOLOGIES RFID ET ULTRASON***

INTRODUCTION GENERALE

La localisation a toujours été une des préoccupations de l'homme. Divers moyens de localisation ont été utilisés par l'homme au cours des années. Ainsi, dans les premiers temps, les hommes se repéraient à partir des cailloux, bois, tambours, flûtes, etc.

La localisation est un sujet important. En effet, l'encouragement actuel pour la localisation des personnes à l'intérieur des bâtiments résulte de la mise en place de nouveaux systèmes et de l'évolution des besoins des utilisateurs. L'expression services géo localisés en Anglais LBS (Location-Based-Service) regroupe l'ensemble de ces services basés sur la position géographique de l'utilisateur [1]. De nombreux usages sont imaginables et certains sont déjà mis en place.

Les techniques de localisation à l'aide des corps célestes ont été utilisées par les hommes depuis des centaines d'années, du fait que lorsqu'on regarde le ciel depuis le sol terrestre, nous voyons une voûte céleste constellée des points brillants (les étoiles) dont certains en mouvement (planètes) [2]. Les éléments naturels utilisés comme points de référence sont bien sûr le soleil, les étoiles et la lune. Le concept de base est donc la référence. C'est sur cette notion que reposent tous les systèmes de localisation qui ont été successivement exploités. La position relative des étoiles les unes par rapport aux autres ainsi que leur arrangement géométrique diffèrent d'une position de la terre à une autre et ont permis aux navigateurs de se situer sur les océans. Avec la révolution industrielle et technologique, il y a eu l'apparition des gouvernails, des boussoles qui ont été aussi utilisés par les explorateurs pour la découverte du monde. De nos jours, avec l'explosion technologique, la cartographie traditionnelle (carte sur papier) est remplacée par les cartes numériques intégrées dans les appareils numériques pour enrichir le quotidien de l'homme et lui permettre de se repérer partout sur l'espace terrestre voire planétaire [3].

Raison pour laquelle le présent travail de recherche va s'intéresser à une mise en place d'un système de localisation basé sur la radiolocalisation via le module RFID et le capteur ultrason dans un environnement confiné. Il convient de signaler que le système de positionnement satellitaire tel que le GPS n'est pas applicable dans ce type d'environnement.

Les applications dans les environnements confinés nécessitent des systèmes de localisation avec une précision inférieure au mètre voire une précision centimétrique. Les

premières applications civiles ont donc été naturellement orientées vers le domaine maritime, puis dans des transports de façon plus large. Elles sont résumées par domaine ci-après [4]:

- **Les transports routiers** : la navigation routière et la gestion du trafic ;
- **Les transports ferroviaires** : le suivi des marchandises, contrôle des trains et l'information aux passagers ;
- **Les transports aériens** : simplification des certaines phases de vol.

En résumé, il apparaît un besoin réel de développer des techniques innovantes de localisation, qui permettent l'ouverture des services de localisation de grande fiabilité et avec une bonne précision dans le cadre du centre hospitalier neuropsychiatrique de Goma qui est un environnement de propagation couvert.

1. PROBLEMATIQUE

1.1. Problématique

Le Centre Hospitalier Neuropsychiatrique ne dispose pas actuellement de dispositifs pouvant permettre la localisation de ses patients. Pourtant, les états de certains nécessitent leur surveillance en permanence. Pour cette fin, un système de positionnement peut être utilisé à l'intérieur du centre.

Le positionnement en milieux difficiles, en particulier en intérieur des bâtiments constitue toujours une limitation forte des systèmes de localisation globaux. Actuellement, il existe plusieurs méthodes pour la localisation des personnes à l'intérieur d'un bâtiment à cause d'une avancée extraordinaire des technologies sans fil. En effet, lorsque la personne à localiser se trouve à ciel ouvert, le système GPS est utilisé mais présente de sérieuses limites notamment:

- Une précision limitée d'environ 5 à 10 mètres ;
- La localisation devient difficile lorsqu'on se trouve au milieu des buildings ;
- Il faut se positionner à côté d'une fenêtre pour intercepter le signal si on se trouve à l'intérieur d'une maison.

Dans ce cadre, plusieurs systèmes de localisation à l'intérieur, sont proposés pour résoudre le problème de localisation dans les environnements confinés. Parmi ceux-ci, les systèmes de positionnement basés sur les réseaux déployés à l'intérieur comme Wi-Fi, Zigbee, Bluetooth... Etant donné que les technologies à l'intérieur connaissent des limitations comme

une portée limitée, une dérive au cours du temps (obstacle), alors les questions de recherche sont les suivantes :

- Existe-t-il un système efficace de surveillance des patients se trouvant au sein du centre hospitalier neuropsychiatrique de Goma ?
- Est-il possible de concevoir un système simple et à moindre coût capable de surveiller à distance et de géolocaliser en temps réel les personnes avec aliénation mentale ?
- Existe-t-il un moyen de tenir compte des aspects sécuritaires et éthiques de ces personnes atteintes d'aliénation mentale qui seront contrôlées par l'administrateur système ?

1.2 Hypothèse

Après avoir fait face aux questions précédentes, nous constatons qu'il serait préférable de concevoir un système qui permettra la vérification et la géolocalisation des patients en temps réel afin de pouvoir répondre à leurs attentes.

Vu la conjoncture actuelle et l'élan avec lequel les technologies avancent dans le monde et en particulier dans la région de grands lacs , nous constatons que certains facteurs économiques ne permettraient pas au public d'avoir accès à certaines technologies ; raison de plus qui nous permettrait à la fin de ce travail de proposer un système abordable sur le marché et pouvant faciliter les activités aux agents du CHNP dans leur métier quotidien mais aussi la détection et la géolocalisation des patients à distance en cas d'urgence.

L'aspect éthique est souvent mis à part au profit de certaine personnes mal intentionnées. Notre système devrait prendre en compte certaines règles vis-à-vis de l'éthique telle que le respect de la vie privée.

2. OBJECTIF

La géolocalisation est présente depuis plusieurs années. Actuellement, la majorité de travaux de recherche se focalisent sur la localisation à deux dimensions en intérieur [5]. Etant donné que les techniques de la localisation sont nombreuses, la maîtrise et la connaissance de ces diverses méthodes sont nécessaires pour pouvoir dimensionner judicieusement notre propre solution de localisation.

L'objectif de ce travail est de proposer un système en temps réel de géolocalisation permettant l'acquisition de manière continue des situations d'état physiques des patients ainsi permettre une surveillance simple.

Les informations seront transmises à distance et seront utilisées par l'administrateur du centre en vue d'apporter secours au patient en cas de besoin. Une application web incorporée par les données du centre sera utilisée pour permettre cette transmission des données par la puce RFID via la technologie Wi-Fi à la machine considérée comme serveur central.

Cette puce sera en train d'émettre des informations en temps réel sur un lecteur placé dans un coin stratégique du bâtiment et aussi un système ultrasonique qui pourra envoyer un son lors de la détection d'un obstacle au niveau des zones d'ombre se trouvant dans le bâtiment.

3. CHOIX ET INTERET DU SUJET

Nôtre sujet de recherche étant intitulé : « **Etude et conception d'un système de positionnement indoor 2D hybride basé sur les technologies RFID et Ultrason** » ; nous a motivé par le fait que l'aliénation est considérée comme une folie délirante et menaçante qui conduit à des actes d'homicides qui sont connus comme des crimes causés par la fureur. Dans cette optique les institutions judiciaires se retrouvent dans une impasse qui renonce à punir un acte grave.

En effet, la notion de système de positionnement dans un centre neuropsychiatrique reste encore sous exploitée en République Démocratique du Congo et plus particulièrement dans la ville de Goma au Nord-Kivu. Raison de plus d'apporter une solution qui pourra améliorer les conditions de vie des personnes aliénées se trouvant dans l'incapacité de se prendre en charge vu leur état de santé.

Par ailleurs, la motivation et l'intérêt de ce projet de recherche présentent un aspect important pour mettre en œuvre toutes les connaissances intervenant dans le positionnement ainsi que toutes les notions sur l'environnement pratique des systèmes embarqués, les IoT (Internet des Objets) et les systèmes de géolocalisation à temps réel.

Cependant, sur le plan sécuritaire et économique, ce travail pourra permettre aux bénéficiaires du système d'avoir un droit de véto étant donné que le patient sera muni d'un blouson sur lequel sera intégré une puce RFID active.

4. METHODOLOGIE ET TECHNIQUE DE RECHERCHE

4.1 Méthodes

En nous référant au Petit Robert, la méthode est un ensemble de procédés employés à la production d'une œuvre ou pour obtenir un résultat déterminé. C'est un ensemble des procédés ordonnés, scientifiquement mis au point, qui sont employés à l'investigation et à la transformation de la nature. Cette définition convient à la double démarche que nous allons adopter dans notre travail, à savoir :

- Méthode descriptive : elle consiste à appréhender notre sujet dans son ensemble et dans ses aspects particuliers.
- Méthode analytique : elle nous permet de faire une analyse systématique de données que nous possédons. Les langages SysML et UML vont nous aider à réaliser cette méthode.

4.2 Techniques

Pour notre étude, nous avons fait recours à certaines techniques dont :

- La technique documentaire : Cette technique consiste en une fouille systématique de tout ce qui est écrit ayant une liaison avec notre recherche [6]. Elle nous permet de réaliser la revue de la littérature ayant trait à notre recherche mais aussi d'être en contact avec les ouvrages, revues, notes de cours, articles et différentes publications.
- La technique expérimentale : elle nous permet d'acquérir, par nos propres sens, des informations pertinentes sur la façon dont notre sujet d'étude est perçu dans le milieu dans lequel nous évoluons et ainsi en déduire des stratégies adéquates pour tester le fonctionnement de notre système.

5. DELIMITATION DU SUJET

Le présent travail de recherche a pour centre d'intérêt l'étude et la conception d'un système de positionnement à l'intérieur hybride deux dimensions basé sur la RFID et Ultrason ; de ce fait il sera délimité :

- **Dans le temps** : Ce travail a été réalisé pendant la période allant de février 2019 à Septembre 2019.

- **Dans l'espace** : notre travail est limité dans la ville de Goma vu que chaque génération a ses besoins et défis particuliers ; on ne peut pas se contenter d'aller au-delà de nos frontières.

6. SUBDIVISION DU TRAVAIL

Mises à part l'introduction et la conclusion, ce travail qui marque notre fin d'études sera constitué de quatre chapitres :

Le premier chapitre va nous permettre d'aborder les généralités sur la géolocalisation dans lequel nous détaillerons des différentes technologies de localisation.

Le deuxième chapitre présentera l'état actuel de l'art au travers d'un certain nombre de travaux existants ainsi que le milieu d'étude.

Le troisième chapitre consiste sur la modélisation et la conception du système, ce chapitre va nous permettre de concevoir la structure de notre système. En se focalisant à notre cahier des charges, parvenir à ressortir les différents diagrammes de la modélisation.

Le quatrième et le dernier chapitre va concerner la simulation et la réalisation du système et va nous permettre de parler des différents composants dont le capteur ultrason, le module RFID, la plateforme Arduino ainsi que leur architecture afin d'en sortir le schéma fonctionnel, tout en présentant les résultats avant d'en conclure par rapport aux perspectives d'avenir.

Chapitre 1

GENERALITES SUR LA GEOLOCALISATION

1.1 INTRODUCTION

Les systèmes de localisation sont omniprésents. Il ne s'agit pas d'une révolution technologique d'avenir mais bien d'une technologie actuelle qui a toutes les chances de perdurer sur le long terme [7].

Dans le présent chapitre nous passons en revue tous ces différents concepts liés à la géolocalisation en définissant quelques concepts de base et en donnant quelques applications de ce domaine.

1.2 Etat de l'art de la géolocalisation

1.2.1 Définition de la géolocalisation et cadre légal de son utilisation

La géolocalisation est une technologie avancée qui permet de collecter des informations permettant de localiser un objet ou une personne sur une carte, à l'aide de coordonnées géographiques [8]. Ce concept a vu le jour en Amérique, en 1993. Créée pour les besoins de l'armée américaine, la géolocalisation a tout d'abord servi à localiser les objets et les personnes. L'utilisation de la géolocalisation s'est modernisée depuis quelques années.

Les possibilités en termes de géolocalisation ont connu un développement inouï au cours des dix dernières années révolutionnant ainsi de nombreux domaines. L'alliance des nouvelles technologies telles que les Smartphones, les tablettes numériques et les GPS a su optimiser l'usage de la géolocalisation. C'est à présent un outil majeur de communication personnelle et professionnelle qui est très en vogue actuellement.

1.2.1.1 L'utilisation de la géolocalisation [9]

Contrairement à ce que l'on pourrait penser, les technologies de géolocalisation ne sont pas récentes. Depuis la préhistoire, se situer dans l'espace et savoir prendre des points de repère pour trouver son chemin et le communiquer aux autres fait partie des besoins de l'homme. A la base, on trouve ce besoin humain de se situer dans l'espace et de communiquer sa position aux autres.

Ainsi, les hommes préhistoriques utilisèrent des traces sur le sol, et progressivement des éléments naturels pour indiquer leurs routes. Par exemple, les Egyptiens construisaient des

obélisques pour former un système de signalisation permettant de guider les masses vers les lieux importants.



Figure I-1: Image de l'Obélisque Egyptien [10]

Ce n'est que bien plus tard, avec l'invention du chronomètre en 1734 permettant de déterminer la longitude issue de la mesure du temps, qu'il posa un formalisme scientifique à la géolocalisation en s'accordant pour découper le monde en portions repérées par leurs latitudes et longitudes et en prenant comme origine le méridien de Greenwich encore utilisé aujourd'hui pour les fuseaux horaires. On savait maintenant comment se localiser précisément partout sur le Globe. On aurait pu penser que l'homme en resterait là...

A partir de la Seconde Guerre Mondiale, de grands systèmes terrestres de radionavigation furent mis en place, comme le DECCA développé par les alliés pour permettre des débarquements précis, le LORAN ou encore l'Oméga, développé puis utilisé par les USA et six autres pays partenaires, qui fut le premier système de radionavigation aérienne et maritime véritablement universel. Dans le même temps, la découverte des antennes à cadres directionnels et des ondes électromagnétiques entraîna la découverte des techniques de localisation par différence de temps observé, aujourd'hui utilisée dans le cadre de la géolocalisation par GSM. Cela posa les premières bases de la future création du Global Positioning System (GPS). On en arrive donc à la forme de géolocalisation la plus connue du grand public actuellement : le GPS avec le premier système de positionnement par satellites nommé TRANSIT. Développé en 1958 pour la marine des USA et utilisé pour la première fois en 1964, son utilisation devient civile en 1967. Depuis ce temps, la précision est passée de 1 km à seulement quelques centimètres actuellement grâce aux améliorations apportées aux instruments de mesure

embarqués. Dans les années 90, l'avènement des réseaux de téléphonie mobile permet de mettre au point un nouveau type de géolocalisation, dit par GSM.

Une personne munie d'un téléphone portable allumé pouvait désormais être située dans les zones couvertes par le réseau.

Enfin, avec le boom de l'informatique des années 2000, il est devenu également possible de localiser logiquement une personne sur Internet grâce à son adresse IP. Voici donc l'histoire de la géolocalisation à travers les âges.

1.2.1.2 Les risques inhérents à la géolocalisation

Les applications mobiles et les objets connectés présentent, pour le grand public, un intérêt croissant tant leur variété est grande : manger mieux, faire du sport chez soi facilement, outils photographiques etc. Cependant, derrière ce vaste environnement numérique se posent de nombreuses problématiques juridiques. Outre les classiques mais non moins essentielles questions liées aux données personnelles et à la sécurité de ces applications, un sujet est récurrent et a fait parler de lui récemment : la géolocalisation.

Le partage des informations de localisation n'est pas sans danger pour les usagers. Il comporte un certain nombre de risques contre lesquels il faut se prémunir. Ainsi, les données de localisation combinées à d'autres informations à caractère personnel peuvent être dangereuses.

Les informations provenant d'un traceur GPS peuvent être utilisées par n'importe quel tiers. Ce dernier peut ensuite extraire des détails précieux concernant la localisation de tous vos faits et gestes, augmentant ainsi le risque de vol et d'usurpation d'identité.

Les informations de géolocalisation utilisées avec les données IP de position peuvent facilement permettre l'identification du lieu d'hébergement physique d'un courrier électronique d'une organisation. Ainsi, la détention de ce type d'information peut être une opportunité pour des personnes malveillantes de planifier une attaque ciblée contre une société afin de surcharger les serveurs. Cela peut causer des problèmes graves qui affecteront négativement la rentabilité d'une entreprise [10].

Malgré les avantages apportés par les systèmes de localisation, le fait de localiser des personnes à leur insu ou non pose un problème évident de liberté individuelle. En France la

commission nationale de l'informatique et de libertés (CNIL) est chargée de veiller à ce que les principes relatifs à la protection de données à caractère personnel soient bien respectés. Cet organisme a mis en place un guide de la géolocalisation des salariés, imposant certaines règles aux employeurs désireux de suivre les déplacements de leurs salariés ou du véhicule qu'ils occupent.

Depuis l'arrivée des smartphones, équipés de moyens de localisation, sur le marché, des questions inhérentes à la protection des données à caractère personnel se posent. La mise en mémoire du parcours effectué par le mobile, ou la publication régulière de sa position sur les réseaux sociaux, par exemple, peuvent entrer en conflit avec les règles imposées par la CNIL dès lors que l'existence même de ces données peut ne pas être connue de l'utilisateur [11].

1.2.2 La géolocalisation en extérieur

1.2.1 Les principaux systèmes de localisation

1.2.1.1 Les systèmes satellitaires

Un système de positionnement par satellites également désigné sous le sigle anglais GNSS (*Global Navigation Satellite System*) est un ensemble de composants reposant sur une constellation de satellites artificiels permettant de fournir à un utilisateur par l'intermédiaire d'un récepteur portable de petite taille sa position, sa vitesse et l'heure. Cette catégorie de système de géopositionnement se caractérise par une précision décimétrique, sa couverture mondiale et la compacité des terminaux. Certains systèmes d'augmentation et de fiabilisation de portée régionale ou mondiale, gratuite ou payante, permettant de fiabiliser et d'améliorer encore la précision disponible.

Les méthodes mathématiques les plus efficaces pour déterminer l'emplacement précis d'un point sont celles de la triangulation et de la trilatération. A partir d'au moins deux autres points dont la position est connue, on peut calculer la position d'un point. Les méthodes utilisables sont :

- les identités trigonométriques ;
- la loi des sinus ;
- le théorème d'Al Kashi ;
- le théorème de Pythagore,

Les systèmes satellitaires reposent tous sur le même principe : la trilatération. La trilatération est l'estimation de positions utilisant les mesures de distances à des points référents dont la

position est supposée connue. Le principe consiste à mesurer le temps (Time Of Arrival - TOA) que met une onde radio pour se propager entre un émetteur d'onde et le récepteur dont on veut connaître la position. La vitesse de propagation de l'onde étant connue (celle de la lumière), cela permet de construire un estimateur de la distance entre l'émetteur et le récepteur. La figure I-2 illustre le principe de la trilatération. Les systèmes satellitaires se basent sur un déploiement de satellites en orbite autour de la terre. Chacun de ces satellites ayant une trajectoire bien déterminée (sur son orbite), la position d'un satellite sur son orbite est aisément déterminée. Cette position consiste en un jeu de paramètres appelé éphéméride. Les éphémérides de tous les satellites sont donc calculées par une station de contrôle, qui envoie régulièrement leur éphéméride, et donc leur position, à chacun des satellites en orbite. Chaque satellite transmet alors en continu un signal, codant notamment l'éphéméride et le temps de départ du signal, à destination des récepteurs terrestres désireux de se localiser. A la réception, le récepteur décode le signal, déduit la position du satellite, et grâce à son horloge interne, détermine le temps de parcours de l'onde. En principe seuls 3 signaux provenant de 3 satellites différents sont nécessaires pour effectuer le calcul de position. En effet, supposons que l'ensemble $\{1, 2, 3\}$ représente les 3 satellites, si pour i appartenant à $\{1, 2, 3\}$ représente le temps de parcours de l'onde et $(x_i; y_i; z_i)$ la position relative au satellite i dans un référentiel donné. En notant c la vitesse de la lumière, alors

$$r_i = c \cdot t_i \quad (1.1)$$

De cette relation on estime la distance entre le satellite i et le récepteur. De plus, en notant $(x; y; z)$ la position inconnue du récepteur dans le même référentiel, alors $(x; y; z)$ vérifie le système à 3 équations

$$\forall i \in \{1, 2, 3\}, r_i = \sqrt{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2 + (z - z_i)^2} \quad (1.2)$$



Figure I-2: Image de la trilatération [13]

Les principaux acteurs de la géolocalisation par satellite sont les suivants :

- a) **le système TRANSIT** : Le début de l'ère spatiale modifie la donne. Les États-Unis développent le premier système de positionnement par satellites transit qui devient opérationnel en 1964. Celui-ci utilise l'effet doppler et permet de localiser l'utilisateur avec une précision comprise entre 200 et 500 mètres. Mais le nombre de satellites limité à six ne permet pas une couverture de l'ensemble du globe et il s'écoule parfois 24 heures avant de pouvoir obtenir une position précise. Le signal à 400 MHz du Transit contenait les éphémérides (la position orbitale précise) du satellite, indispensable pour le calcul du point. Ces éphémérides étaient déterminées par l'US Naval Observatory (USNO) qui mettait à jour ces données à bord des satellites.



Figure I-3: Modèle d'un système TRANSIT [14]

- b) **Global Positioning System GPS** : est constitué de 24 satellites au minimum, il est disponible pour le grand public depuis 1995 mais les restrictions imposées à des fins militaires sur le signal à usage civil ne permet une localisation précise qu'à une centaine de mètres près. Ce n'est qu'en 2000 que les États-Unis lèvent cette restriction permettant alors une localisation entre 10 et 20 mètres de précision.

Au début des années 1970 les États-Unis décident de concevoir un système plus précis pour répondre à leurs besoins militaires. Les concepts du système GPS sont définis entre 1973 et 1978. Une première phase pré-opérationnelle est atteinte après les lancements de onze satellites dits du bloc I d'une durée de vie de 4,5 ans qui s'échelonnent entre 1978 et 1985. En 1983 le gouvernement américain décide que le système GPS sera ouvert aux civils dès qu'il deviendra opérationnel. Le système est déclaré opérationnel en février 1994. Le signal est alors volontairement dégradé pour l'usage civil, mais en

2000 le gouvernement américain décide de mettre fin à cette dégradation. Cela permit la navigation routière.



Figure I-4 : système GPS [15]

- c) **Glonass** : est le système satellitaire Russe. Lancé pendant la guerre froide pour concurrencer les projets américains. Il fut lui aussi opérationnel en 1995 avec 24 satellites en orbite. Suite à la chute de l'Union Soviétique, le projet a subi un manque de financement. Certains satellites n'ont pu être maintenus ou remplacés. Aujourd'hui 22 satellites "Ouragan" répartis sur trois orbites circulaires composent la constellation. Le système est fonctionnel mais, de fait, moins utilisé que le GPS. Un problème se pose, la question de la compatibilité avec le GPS. Les deux systèmes sont absolument incompatibles. Certains équipements existent avec un double récepteur (GPS et Glonass) et les projets comme Egnos permettent de corriger ces problèmes.

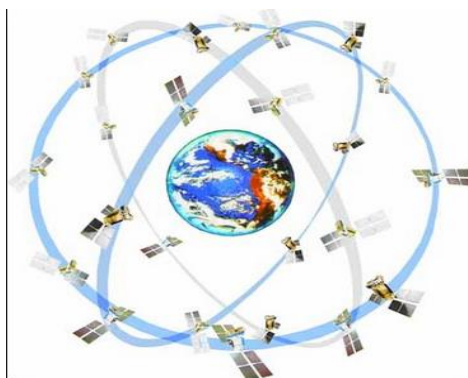


Figure I-5 : Modèle d'un système Glonass [14]

d) Galileo

L'Union européenne a signé avec l'agence spatiale européenne en mars 2002 l'accord sur le développement du système global Galileo. Le coût est estimé à environ 3 milliards d'euros. La constellation finale sera constituée de 24 satellites qui devraient être opérationnels en 2017, ainsi que de 6 satellites de secours. Le premier satellite expérimental a été lancé le 28 décembre 2005. Un second satellite de validation a été lancé en 2008. Le 11 septembre 2015, dix satellites étaient d'ores et déjà en orbite, et on en comptait huit de plus fin 2016. Les premiers services sont opérationnels à partir du 15 décembre 2016.

Les signaux de navigation de Galileo sont compatibles avec ceux du GPS, permettant aux récepteurs de les combiner pour augmenter la précision ainsi que la véracité du point.



Figure I-6 : Système Galileo [17]

1.2.2 Les systèmes de localisation terrestres

Basés sur le même principe de trilatération que les systèmes satellitaires, les solutions suivantes permettent une géolocalisation utilisant des émetteurs terrestres :

- i. **Le DGPS** (système GPS différentiel) utilise des stations de réception des signaux GPS terrestres. Situés à des emplacements connus, ils sont chargés

d'analyser les signaux GPS provenant des satellites et d'estimer les erreurs entachant l'information apportée par ces signaux. Quatre sources de fluctuation des signaux ont été répertoriées :

- erreurs dues au décalage d'horloge,
- les erreurs dans l'estimation de l'éphéméride des satellites par la station de base,
- les effets relativistes (dus à la vitesse excessive des satellites par rapport au récepteur provoquant des décalages temporelles),
- les erreurs dues à l'entrée dans l'atmosphère des signaux dont le comportement (vitesse, direction,...) s'en trouve modifié.

Les corrections ainsi apportées sont alors transmises aux récepteurs compatibles DGPS à proximité qui peuvent alors corriger eux même les signaux qu'ils reçoivent des mêmes satellites et ainsi se positionner de manière plus précise. Ce système permettrait de passer des 20 mètres de précision offerts par le système GPS classique à environ 4 mètres de précision. La Station de référence aide pour corriger les erreurs liées à la propagation des ondes dans l'espace. C'est cette station qui différencie GPS au DGPS.

Voici comment on peut illustrer un DGPS

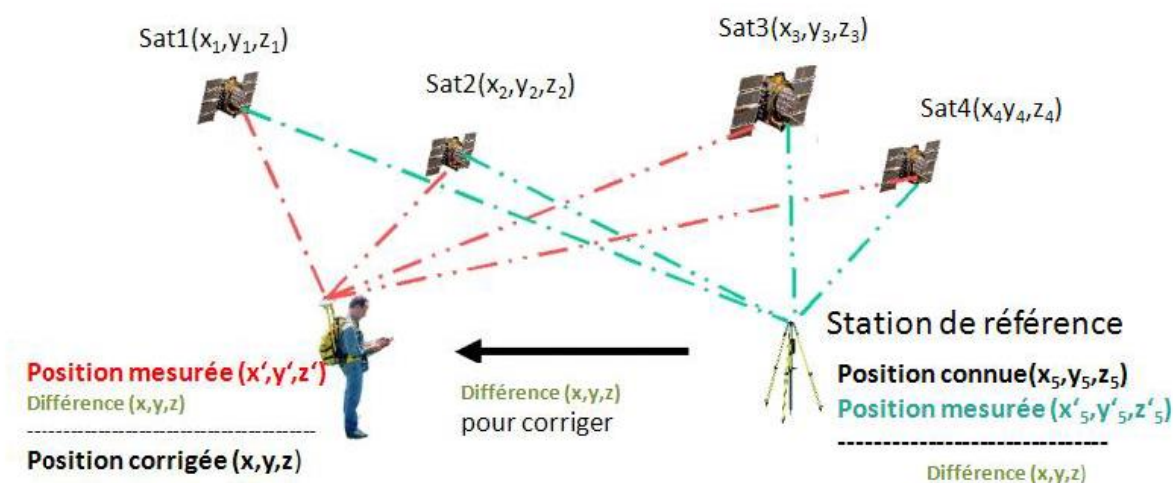


Figure I-7 : Illustration d'un DGPS [16]

- ii. **Le système Egnos** : est destiné à fonctionner de pair avec le système satellitaire Galileo; il fonctionne sur le même principe que le DGPS.

La base du projet EGNOS (pour European Geostationary Navigation Overlay Service ou Système Européen de Navigation par Recouvrement Géostationnaire) de l'Agence

Spatiale Européenne (ESA) en étude depuis 1994 a pour but de combiner les informations redondantes des différents systèmes : GPS, GLONASS et GALILEO

Les erreurs instantanées des informations GPS et GLONASS, mesurées avec grande précision en 30 lieux judicieusement répartis sont diffusées aux utilisateurs par l'intermédiaire de trois satellites géostationnaires (à 36 000 km d'altitude, dans le plan de l'équateur) situés respectivement à l'est de l'Atlantique, au-dessus de l'Océan Indien et au-dessus de l'Afrique.

De nombreuses redondances sont prévues pour assurer un service quasi permanent.

Le 20 mars 2003, La Commission européenne a donné son feu vert, pour l'intégration du système EGNOS dans le programme européen de géolocalisation par satellites Galileo.

En attendant la mise en service de GALILEO en 2008, EGNOS, déjà en expérimentation, offrira dès 2004 sur le Vieux Continent, puis dans le reste du monde, des services équivalents à GALILEO mais reposant encore sur le GPS. EGNOS est capable grâce à leur interopérabilité, d'améliorer leur fiabilité et leur précision. Interopérabilité : c'est la capacité que possède un système, à fonctionner avec d'autres ou systèmes existants ou futurs et ce sans restriction d'accès ou de mise en œuvre. Les 40 stations terrestres, présentes sur le territoire européen, complètent la triangulation obtenue à partir des satellites du GPS : la précision de celui-ci, de 20 mètres environ, passe à une précision de 2 mètres avec EGNOS, avec des signaux fiables.

Le principe d'Egnos consiste à enrichir les données transmises par le système GPS (ou Glonass voir concurrence) de manière à corriger les imprécisions. Les stations analysent en permanence le signal émis par le GPS et transmettent les données à quatre centres de contrôle installés à Madrid, Francfort, Rome et Southampton (Grande-Bretagne). Un signal de correction est alors envoyé aux usagers par les trois satellites européens, placés en orbites géostationnaires [12].

- iii. **Le système GSM** : depuis l'apparition des téléphones portables, il est plus difficile (pour les services d'urgence par exemple) de déterminer d'où ont été émis les appels. Le système de localisation GSM fonctionne sur le principe de trilatération illustré sur la figure I.2. Il a pour objectif de géolocaliser les téléphones portables (GSM) en utilisant les signaux qu'ils échangent avec les antennes relais servant à la communication.

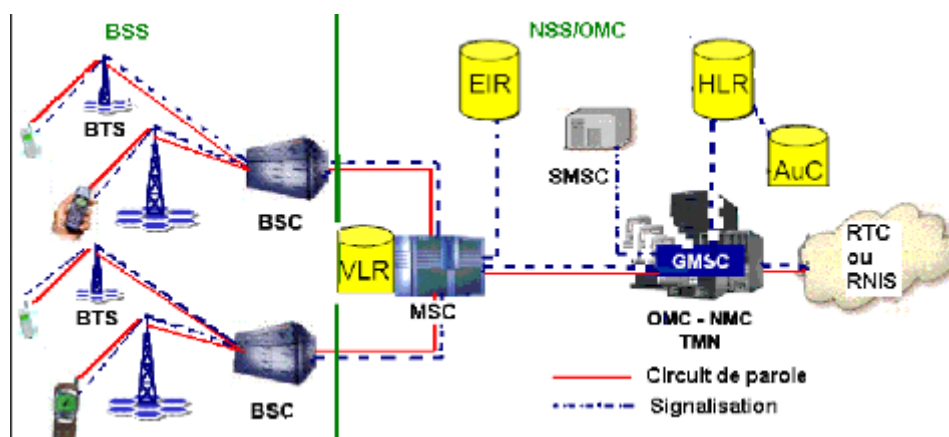


Figure I-8 : illustration d'un système GSM [20]

Contrairement aux systèmes satellitaires, l'information utilisée sur un signal reçu est sa puissance et non plus son temps de parcours qui nécessiterait d'équiper les antennes (et les téléphones portables) d'horloges très précises qu'il faudrait de plus synchroniser. Cependant, le principe reste le même. Nous devons savoir qu'il existe un lien entre la puissance d'un signal reçu et la distance entre l'antenne émettrice du signal et l'endroit où il a été reçu. Pour localiser un appareil GSM, les antennes avoisinantes relèvent la puissance des signaux envoyés par cet appareil. Un ordinateur traite alors ces données afin de déterminer les distances séparant l'appareil GSM aux antennes recevant ses signaux. Ces distances permettant alors d'estimer par trilatération la position du GSM. La précision obtenue par cette technique est de l'ordre de 10 à 50 mètres.

La figure I.9 représente le schéma général d'une communication entre un téléphone mobile GSM et un téléphone fixe ; cette communication repose sur :

- une liaison radio entre le téléphone mobile et une antenne-relais généralement installée sur un pylône ou un bâtiment ;
- une liaison entre l'antenne-relais et le téléphone fixe, essentiellement via des câbles et différents équipements faisant partie du réseau de téléphonie mobile GSM et du réseau fixe.

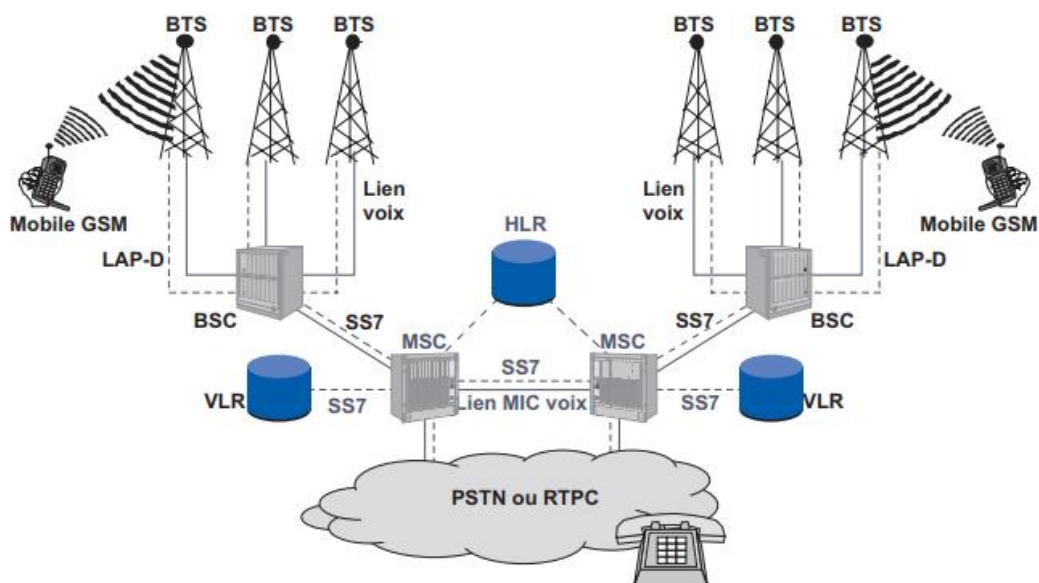


Figure I-9 : Schéma général d'une liaison entre un téléphone mobile GSM et téléphone fixe [20]

Les équipements du réseau GSM comprennent [13]:

a) Des BTS (Base Tranceiver System)

Il s'agit des antennes et des équipements électroniques (amplificateurs, alimentations, ...) installés à proximité de celles-ci. Chaque BTS réalise la couverture radio d'un certain territoire (appelé « cellule ») dont le rayon varie entre quelques centaines de mètres et quelques kilomètres. La couverture du territoire de la ville de Goma nécessite plusieurs milliers de BTS pour chaque opérateur.

b) Des BSC (Base Station Controlers)

Chaque BSC contrôle un certain nombre de BTS ; il constitue un nœud de communications vers et en provenance de ces BTS. La connexion entre les BTS et le BSC est une liaison à haut débit (2 Mbit/s) qui peut être réalisée par un câble (ligne louée) ou par un faisceau hertzien consistant en une transmission par ondes radio à une fréquence très élevée (supérieure à 15 GHz dans le cas des opérateurs de téléphonie mobile).

c) Un MSC (Mobile Switching Center)

Il n'y a qu'un MSC par réseau GSM ; il s'agit essentiellement d'un commutateur qui constitue le nœud central du réseau de téléphonie mobile ; il est connecté au réseau de

téléphonie fixe, ainsi qu'aux réseaux GSM des opérateurs concurrents. Le MSC comporte des équipements informatiques qui gèrent l'acheminement des informations à travers le réseau GSM. C'est également le MSC qui permet de connaître, à tout moment, la localisation d'un téléphone mobile dans le réseau. En principe, la connexion entre le MSC et le BSC est réalisée au moyen de câbles. Une communication entre un téléphone mobile GSM et un téléphone fixe transite donc via une BTS, un BSC, le MSC et le réseau fixe. De même, une communication entre deux téléphones mobiles X et Y passera par la BTS la plus proche du téléphone X, un BSC, le MSC, un second BSC, la BTS la plus proche du téléphone Y (le second BSC étant celui auquel la seconde BTS est reliée). Il est à noter qu'une communication entre deux téléphones mobiles très proches (abonnés d'un même opérateur) ne s'effectue jamais en « ligne directe », mais remonte toujours jusqu'à la BTS, le BSC et le MSC.

N.B. : l'appellation « Réseau GSM » concerne ses deux variantes GSM 900 et DCS 1800 (cette dernière est également appelée « GSM1800 »). Les deux variantes fonctionnent sur le même principe et offrent les mêmes fonctions. La seule différence est la bande de fréquences qui se situe autour de 900 MHz pour le GSM 900 et 1800 MHz pour le DCS 1800. Dans la plupart des pays, chaque opérateur a reçu une licence pour émettre dans les deux bandes, celle du DCS 1800 n'étant utilisée que dans les zones à forte concentration d'abonnés où le réseau GSM 900 est saturé.

1.2.3 La géolocalisation indoor

1.2.2.1 Historique

Depuis les années 90, les recherches se sont intensifiées dans le domaine de la géolocalisation indoor. Préfigurant la prochaine grande étape dans le domaine de la navigation, ce domaine vise à lever l'impossibilité pour les techniques satellitaires à fournir leurs services à l'intérieur des bâtiments. Les domaines d'applications pour la géolocalisation indoor sont très vastes. Que ce soit dans la santé, la sécurité, le commerce, ou la logistique. Les attentes pour une solution de géolocalisation indoor se font de plus en plus grandes. Il faut savoir que parmi les solutions existantes, toute précision aussi fine que désirée peut à ce jour être atteinte, cela grâce à un choix adéquat de la technologie utilisée. Certaines de ces technologies seront discutées dans cette partie. Cependant celles permettant d'obtenir une localisation précise très fine demandent une infrastructure lourde et souvent coûteuse. Ce qui rend la géolocalisation indoor si différente de la localisation outdoor est la densité importante d'obstacles à l'intérieur des bâtiments. Contrairement aux systèmes satellitaires en extérieur qui, mis à part dans certains

milieux très urbanisés, arrivent à envoyer de signaux en ligne directe entre un émetteur et un récepteur, à l'intérieur des bâtiments, les obstacles (murs, mobiliers, objets, personnes,...) perturbent la propagation des signaux. Se baser sur le temps de parcours du signal, en plus des coûts imposés par la mise en place de la solution (nécessité d'une horloge très précise et de systèmes de synchronisations tout aussi précis), est rendu très difficile du fait que le parcours que le signal a emprunté n'est pas forcément la ligne droite et est inconnu. Dans ce qui suit, différentes technologies permettant la géolocalisation indoor sont mises en avant [14].

- ❖ **Le RFID** : la première utilisation du RFID (Radio Frequency IDentification) est avant tout, destinée à l'identification des produits. Le principe du RFID est basé sur la lecture du champ magnétique d'une étiquette RFID passive ou active par un lecteur RFID. Son utilisation dans la localisation consiste à placer dans l'environnement à localiser des lecteurs RFID (sur les pas de portes par exemple pour détecter les entrées et sorties).

Au passage d'une étiquette RFID, le lecteur identifiera le champ magnétique de l'étiquette et pourra alors communiquer à un serveur l'information. Comme pour le ULB (Ultra Large Bande), le problème de la portée se pose aussi puisqu'elle est de l'ordre du mètre. Cependant, comme c'est le cas dans la solution de localisation dans le centre neuropsychiatrique, cette technologie peut facilement être combinée à d'autres systèmes de localisation pour affiner la localisation à certains endroits.

- ❖ **La technologie infra-rouge (IR)** : Cette technologie est surtout utilisée en robotique. On propose un algorithme de localisation et de cartographie simultanée (SLAM pour Simultaneous Localization And Tracking,) afin de localiser un robot grâce à un système IR permettant de détecter les obstacles à proximité. Grâce à ses capteurs, le robot construit une cartographie de l'environnement, ses obstacles et se localise sur cette même carte. Cette technique suppose donc a priori que les obstacles et leurs emplacements ne varient pas dans le temps. D'autres systèmes utilisent un principe d'émetteurs-récepteurs où l'objectif est de localiser un émetteur IR grâce à des capteurs disséminés dans l'environnement.

Les systèmes IR ont cependant leur limite étant donné que les rayons IR sont stoppés par le moindre obstacle, le champ doit être dégagé pour que ces rayons puissent être utilisés.

- ❖ **Le Wi-Fi** : Les ondes Wi-Fi peuvent, elles aussi, être utilisées à des fins de localisation. Plusieurs arguments sont en faveur de l'utilisation des ondes Wi-Fi pour la localisation. Le premier avantage concerne l'installation d'un système de localisation utilisant le Wi-Fi, puisqu'elle est avant tout logicielle. En effet, de nombreux bâtiments et de lieux publics sont déjà équipés en points d'accès Wi-Fi (Access Point ou AP) que l'on peut utiliser à des fins de géolocalisation et, de la même manière, la plupart des terminaux portatifs sont déjà capables de communiquer en Wi-Fi. Outre les faibles besoins matériels nécessaires à son implémentation, ces ondes, d'une portée de plusieurs dizaines de mètres (environ 50m en indoor) sont capables de traverser la plupart des obstacles. Ainsi, il n'est pas nécessaire d'installer un point d'accès dans chaque pièce ou derrière chaque obstacle de l'environnement. Finalement, le coût d'installation de points d'accès supplémentaires (au cas où la couverture n'est pas assez dense) est relativement faible.

- ❖ **L'ultrason** : Son principe de fonctionnement repose comme son nom l'indique sur l'utilisation des ultrasons. Ce sont des ondes acoustiques dont la fréquence est trop élevée pour être audibles par l'être humain. Le principal avantage d'un signal ultrason est que sa vitesse de propagation de 1234 km/h est beaucoup plus lente que celle d'un signal radio ou infrarouge d'environ 300000km/h, ce qui facilite les mesures temporelles entre l'émission et la réception d'un signal. De plus, les signaux ultrasons ne traversent pas les murs et ne nécessitent pas de liaison directe entre émetteur et le récepteur de signal. Ce type de signal n'est utilisé que pour la localisation à l'intérieur d'un bâtiment ou dans un espace limité car sa portée est relativement courte, mais par contre la précision de la localisation est très satisfaisante [9]. L'image suivante donne une simple illustration du principe de fonctionnement des ultrasons :

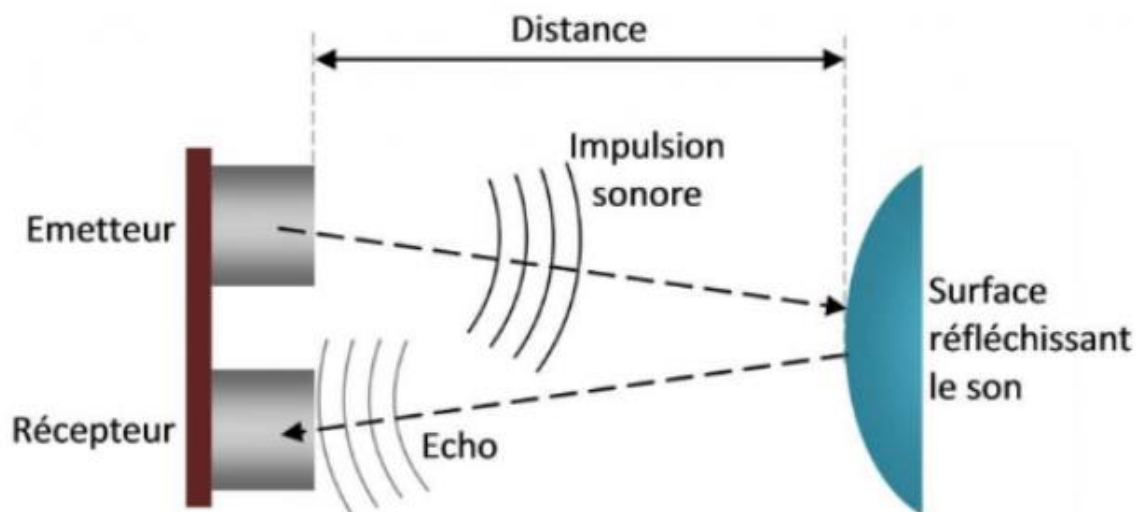


Figure I-10 : capteur à ultrason

1.3 Conclusion partielle

Dans ce chapitre, nous avons présenté ce qu'est la géolocalisation, son histoire, les technologies utilisées et la place du risque que court la géolocalisation.

Ainsi, nous avons chuté par les différentes méthodes utilisées pour la localisation lorsqu'on est à l'intérieur d'un bâtiment. Dans le chapitre suivant, nous allons présenter l'état de l'art sur le système de positionnement.

Chapitre 2

ETAT DE L'ART ET DESCRIPTION DE
L'EXISTANT

L'EXISTANT

2.1 INTRODUCTION

Les hommes ont toujours eu besoin de localiser les objets et de se situer dans l'environnement.

Pour répondre à cette nécessité, plusieurs techniques ont été utilisées. Au début de l'humanité, l'homme utilisait les pierres (ou montagnes) pour se repérer. Les particularités du relief servaient de repère pour retrouver son chemin à travers la jungle et les déserts. Les précurseurs de la navigation ont laissé des traces sur leur passage comme des marques sur des pierres ou des arbres. Le concept de base à toute localisation est donc la «référence ». C'est sur cette notion que reposent tous les systèmes de localisation qui se succèdent pour fournir la position d'un objet ou d'une personne [15].

L'objectif de ce chapitre est de présenter l'existant dans le milieu de recherche. Tout au long de cette phase, nous présenterons brièvement le milieu de recherche.

N'étant sûrement pas le premier, ni le seul à nous intéresser à ce domaine dans notre milieu ou encore moins dans le monde, nous avons pu prendre connaissance d'un certain nombre de travaux, selon les méthodes et les techniques telles que présenté dans l'introduction.

Ce chapitre fait donc étalage de quelques ouvrages, articles, mémoires de fin d'étude et thèses qui nous ont éclairé sur les systèmes des positionnements dans notre milieu et qui nous ont aidé à recadrer et réorienter certains de nos objectifs.

2.2 ETAT DES LIEUX [16]

2.2.1 Présentation

Le centre de santé mentale « **TULIZO LETU** » est une institution médico-psychosociale des frères de la charité, situé dans le quartier KYESHERO, commune de Goma, province du Nord-Kivu, République démocratique du Congo avec comme **adresse complète** : *22, Avenue MAYIMOTO, Quartier KYESHERO, Commune de GOMA, Ville de GOMA, Province du Nord Kivu, République Démocratique du Congo.*

responsabilité des **Frères de la Charité**, d'où l'appellation actuelle, **Centre Hospitalier Neuropsychiatrique « TULIZO LETU »/ Frères de la charité.**

a. Cadre juridique :

Le centre hospitalier neuropsychiatrique « TULIZO LETU »/ Frères de la Charité est une association sans but lucratif « **ASBL** » en sigle. C'est une institution à caractère social comme reconnue sur :

Arrêté N° 195/07 du 24 avril 1969 portant agrégation des Centres sociaux de **KWETU RUTSHURU, JOMBA, NYAKARIBA, MWESO, BIRAMBIZO, MATANDA , MASISI, WALIKALE, BISHUSHA** ainsi que du Centre pour Handicapés Physique de Goma, organisés par le Diocèse de Goma.

Ordonnance N° 77-071 du 6 avril 1977 accordant la personnalité civile à l'association sans but lucratif « Centre pour Handicapés Physiques « **SHIRIKA LA UMOJA**»

Arrêté ministériel N° 058/CAB/MIN/AFF.SO/96 du 13/05/1996 portant agrément d'une association sans but lucratif dénommée Centre pour Handicapés Physiques « **SHIRIKA LA UMOJA** ».

b. Domaines d'intervention :

Le centre hospitalier neuropsychiatrique « **TULIZO LETU** »/ **Frères de la Charité** intervient dans le domaine médico-psycho-social.

c. Rayon d'action :

Le centre hospitalier neuropsychiatrique reçoit les personnes qui manifestent des affections neuropsychiatriques et psychiatriques dans toute la province du Nord-Kivu en majorité et ceux provenant des provinces limitrophes du N-K. Il reçoit aussi les malades provenant de la région des pays de grand lac.

2.2.3 Missions du Centre

Partant de la mission des Frères de la Charité, le centre hospitalier neuropsychiatrique se présente comme Centre de Référence dans la province du Nord Kivu qui se propose de :

- ❖ Procurer les soins nécessaires et spécialisés aux malades mentaux et épileptiques du Nord Kivu, les régions voisines et pays limitrophes de la RDC ;
- ❖ Assurer la réinsertion sociale des malades mentaux et épileptiques ;

- ❖ Former les prestataires de soins au Centre hospitalier neuropsychiatrique et en dehors du CHNP pour une meilleure prise en charge ;
- ❖ Faire le suivi et les visites à domicile des malades en postcure et enquête sociale ;
- ❖ Disposer un personnel qualifié qui offre les soins de qualité en se basant sur les quatre dimensions d'approche holistique (Dimension biologique, psychique, sociale et existentielle) ;
- ❖ Encadrer les enfants qui ont un retard mental dans une école spécialisée ;
- ❖ Valoriser la prise en charge psychosociale des femmes victimes de violence sexuelle et enfants issu de groupes armés ;
- ❖ Assurer la formation des techniciens en santé mentale (TSM) ;
- ❖ Se dévouer à la sensibilisation de la communauté et du gouvernement au respect de la dignité de la personne avec une affection mentale ;
- ❖ Rendre visite le concept de la joie de la résurrection.
- ❖ Promouvoir la solidarité dans la souffrance par un acte pratique de la compassion.

2.2.4 Les activités organisées

2.2.4.1 Service de psychothérapie

Grâce à l'approche holistique que s'est choisi le CHNP pour améliorer la qualité des soins des patients, ce service joue le rôle de soulager psychiquement les patients par la parole avec des techniques psychothérapeutiques. La mission du psychologue clinicien est d'amener progressivement les patients à comprendre et accepter leur état morbide afin de s'impliquer totalement dans le processus d'accompagnement tout en ayant comme priorité :

- L'analyse et évaluation des patients en souffrance psychique : entretien et restitution ;
- Concevoir et mettre en place des actions préventives et curatives ;
- Mener des démarches spécifiques dans le domaine d'activité ;
- Elaborer régulièrement des nouvelles méthodes d'approches et de soins

2.2.4.2 L'ergothérapie

Qui s'occupe de l'encadrement des malades sous forme occupationnel (thérapie par occupation). Cette unité est une branche médico-sociale effectuant les activités thérapeutiques pour les malades hospitalisés ainsi qu'aux ambulants selon le programme bien planifié.

- Participer au staff matinal
- Visite des malades et sensibilisation aux A.V.J

- Préparation de l'activité journalière (en collaboration)
- Sensibiliser et amener les malades vers la salle d'ergothérapie (si l'un amène les patients, l'autre les accueille dans la salle)
- Exécution de l'activité d'ergothérapie :
 - Activité artisanale (perlage, bijouterie, vannerie moderne, fabrication de bougie, coupe et couture et autres activités selon le moyen), activité distractive (tous les jeux possible et T.V/Vidéo), réunion des garde-malades, promenade, activité expressive (Psychodrame, groupe-patient et autre), créative-thérapie, musicothérapie, dessin (dessin simple et suivi d'expression), sport et volley, activité culinaire, jardinage, discussion éducative.
- Evaluation et remplissage des dossiers ergo pour chaque patient
- Mettre à jour le cahier de rapport
- Participer au team (lundi, mardi, mercredi et vendredi à 13h00)
- Participer au tour de salle le jeudi
- Faire le rapport mensuel

2.2.4.3 Services réalisés

Les services sont nombreux mais on peut cibler celles qui sont réalisés d'habitude dans le centre :

- Sensibilisation continue sur la nécessité de prise en charge des malades psychiatriques
- Suivi des malades en postcure
- Sensibilisation continue et prise en charge des épileptiques dans les zones de santé urbains et ruraux.
- Prise en charge et sensibilisation continue sur les problèmes psychiques liés aux femmes survivantes des violences sexuelles;
- Réinsertion sociale des malades et accompagnement des malades chroniques en hospitalisation du jour ;
- Accompagnement psychosocial des patients
- Plaidoyer en faveur des personnes avec les problèmes de santé mentale
- Enquête sociale et réinsertion familiale
- La consultation médicale
- Hospitalisation résidentielle et du jour
- La psychothérapie

- L'Ergothérapie
- Accompagnement social dans l'ensemble (Visite à domicile et Enquête sociale)
- Clinique mobile
- Pharmacie
- E.E.G : a pour rôle de vérifier le fonctionnement électrique du cerveau et ses tracés ; donne la confirmation du diagnostic de la maladie et permet de localiser ou de découvrir la partie affectée
- Laboratoire
- Aumônerie

2.3 QUELQUES TRAVAUX EXISTANTS

De nos jours, les techniques de localisation sont multiples. Une bonne maîtrise et connaissance de ces diverses méthodes sont nécessaires afin de judicieusement dimensionner sa propre solution de localisation.

Cependant lors de nos recherches, nous avons eu à consulter un nombre non négligeable d'ouvrages, d'articles, de rapports, de documentaires, de travaux de fin d'études d'ici et d'ailleurs, sur le web ou pas ; nous avons ainsi, avec enthousiasme, remarqué que plusieurs chercheurs, professeurs, étudiants, entreprises, chacun en sa manière, par passion ou tout autre motivation, apporté une certaine contribution dans ce domaine aussi vaste qu'est le positionnement.

Ces travaux nous ont inspiré et orienté dans notre travail ; nous nous sommes servi d'eux pour faire germer notre idée en tirant le meilleur de chacun d'eux et tout en essayant d'insérer notre désir et notre touche particulière.

Vu que l'honnêteté scientifique exige une transparence, nous allons citer quelques travaux qui ont attiré notre curiosité :

L'auteur de [5] montre comment le positionnement en milieux difficiles, et en intérieur en particulier, constitue toujours une limitation forte des systèmes de localisation globaux de type GNSS (Global Navigation Satellite System). Il fait référence à de nombreuses solutions qui tendent à voir le jour, poussées par les industriels du secteur, comme par exemple l'Assisted-GNSS ou encore le HSGNSS (Pour " High Sensitivity GNSS"). Et leurs améliorations en

termes de capacité à fournir une position dans des environnements auparavant non couverts par les satellites sont réelles.

Cependant la limite de détection n'est toujours pas suffisante pour permettre le "deep indoor"(le positionnement en intérieur "profond"), la précision obtenue est très dégradée par rapport à l'extérieur, alors qu'il faudrait l'améliorer légèrement, et enfin le temps nécessaire à l'obtention d'une position est parfois de plusieurs secondes.

L'auteur se donne comme objectif de proposer une alternative qui consistera alors à imaginer une infrastructure, la plus légère possible, qui permettrait à un récepteur GNSS de fournir une position en intérieur. Deux approches sont décrites : les pseudolites (pour pseudo-satellites) et les répéteurs.

Il conclut en disant que l'affaiblissement des signaux en provenance des satellites et leur déformation par les obstacles tels que les toits et les murs des bâtiments font qu'en l'état actuel des connaissances, il est très difficile de définir un système global adapté à l'ensemble des situations rencontrées. Et on sera obligé d'admettre, un jour ou l'autre, que le positionnement intérieur obéit d'abord à des logiques selon une zone bien spécifique.

Dans [17], l'auteur a structuré son travail de fin d'études tel un projet qui s'intéresse aux cardiopathies et les accidents vasculaires cérébraux qui sont devenus des principales causes de décès dans le monde depuis quelques décennies. Il montre aussi que les personnes âgées et celles souffrantes des maladies chroniques sont les plus concernées par ce cas. Elles ont donc besoin d'un suivi et d'une surveillance permanente des paramètres vitaux pour éviter des risques qu'elles peuvent courir suite à ces maladies.

Il met en place une application qu'il nomme SmartHealth afin de répondre à ce besoin de surveillance permanente, continue et de développer des systèmes de santé qui intègre les technologies de l'information et de la communication capable de surveiller à distance et en temps réel de manière continue ces personnes. C'est dans ce sens qu'il propose dans son travail une solution qui s'adapte aux contextes locaux. Tout en développant un système mobile connecté de télésurveillance médicale des paramètres vitaux de santé. Le système proposé, SmartHealth, s'inscrit dans le domaine de la télésanté et il a bénéficié des progrès récents des systèmes embarqués, des smartphones, des TIC et des réseaux sans fil.

Le travail présenté dans [17] a éclairé nos idées par le fait que SmartHealth fait l'acquisition des données sur les paramètres vitaux du patient grâce aux capteurs physiologiques. Les

données collectées sont ensuite transmises au serveur médical distant, en passant par le smartphone de l'utilisateur. Elles sont ensuite accessibles par les membres de la famille du patient et par le médecin traitant pour la télésurveillance en temps réel à travers une application Web. Il est passé par la suite à une phase de conception rigoureuse du système matériel en faisant recours au langage de programmation JAVA pour l'implémentation de l'application Android, au langage PHP pour l'application Web et enfin il a utilisé le système de gestion des bases de données MySQL.

Ce travail nous a beaucoup inspiré. Tout d'abord il nous a permis de découvrir et d'apprécier la plateforme Open Source Arduino. Ensuite par son réalisme et son style pragmatique il nous a permis de comprendre que c'était bel et bien possible de concevoir et réaliser un système de positionnement complet chez nous avec des technologies complètement à notre portée. Comme cet auteur, pour notre projet, nous avons pensé utiliser aussi la plateforme Arduino avec toutes les technologies qui lui tournent autour mais en lieu et place de nous occuper de tous les aspects de la localisation, qui sort à la fois nombreux et laborieux à mettre sur pied, nous avons choisi de nous focaliser uniquement sur son aspect de traiter les données qui sont transmises à distances via le réseau internet.

Dans l'article [18], les auteurs montrent sur le plan universel que le positionnement extérieur et intérieur des objets a été mis en place et testé. La réception se fait par le module GPS, GSM et les leds pour la visibilité, deux ultrasons et qui sont contrôlés par le microcontrôleur de la plateforme Arduino. Lorsque la personne est à l'extérieur, sa position est donnée par les leds et les ultrasons. Les données de la localisation seront transmises par GSM au moniteur du système ou bien sur un smartphone.

Ce système est extrêmement utile pour prendre soin de certaines personnes âgées ; il donne aussi une précision sur la localisation des personnes lors d'un cas urgent.

Faisant référence à cet article, nous avons aussi opté à avoir un moniteur qui pourra recevoir en temps réel, la position d'une personne se trouvant en intérieur.

Les auteurs de [18] nous ont beaucoup inspiré par leur méthodologie de faire une combinaison de différentes technologies simples et adaptables pour une condition de vie moyenne afin d'assurer la sécurité des personnes qui ont besoin d'une assistance particulière.

Dans l'objectif d'apporter une contribution à la recherche scientifique liée aux technologies pour le soutien des personnes en perte d'autonomie, le mémoire [19] propose de formaliser et

d'évaluer un nouveau modèle multicouche et un nouvel algorithme de localisation précis des étiquettes RFID passives capable d'être appliqué dans un contexte de reconnaissance d'activités et de détection des erreurs pouvant être commises par un résident au sein d'un habitat intelligent.

La contribution de ce mémoire revêt un volet théorique, un volet pratique, ainsi qu'un volet expérimental. Tout d'abord, au niveau théorique et fondamental, ce travail propose un nouveau modèle amélioré de positionnement basé sur une approche de multilatération à partir de plusieurs ellipses. Pour ce faire, un ensemble de nouveaux filtres a été appliqué pour réduire considérablement l'imprécision des forces de signaux. Par ailleurs, une autre originalité de l'approche consiste en l'introduction d'un nouveau filtre de post-traitement effectué sur la position résultante afin d'ajouter des règles qui définissent le comportement des mouvements des objets pour les rendre, entre autres, plus naturels. Côté pratique, la contribution de l'auteur consiste en la mise en œuvre (l'implémentation) complète de ce nouveau système et en son déploiement dans un environnement réel d'habitat intelligent équipé d'antennes RFID et des objets de la vie quotidienne munis d'étiquettes RFID. Cette mise en œuvre permet de bien montrer l'applicabilité concrète des propositions théoriques formulées.

Enfin, un déploiement de l'algorithme à l'intérieur d'un système complet de reconnaissance d'activités et d'erreurs cognitives a été réalisé à la fin de ce mémoire.

Il conclut en expliquant comment certaines limitations qui ont été mises suffisamment en évidence lors de la phase d'expérimentation pour être remarquées. Premièrement, l'utilisation d'un filtre de Kalman est une bonne piste de solution pour améliorer le filtrage des forces de signaux en augmentant la réactivité comparativement au filtre de pondération par moyenne gaussienne.

Deuxièmement, certains paramètres bénéficieraient grandement d'une calibration ou d'un ajustement automatique en temps réel. Pour ce faire, certaines pistes de solution devraient être explorées comme, par exemple, une estimation de l'imprécision de la position calculée ou l'estimation de la vitesse de déplacement d'un objet.

Dans le cas où ces pistes de solution s'avèrent possibles, cela permettrait d'ajuster en temps réel la vitesse maximale utilisée par l'algorithme de filtrage des positions (comportement de mouvement) ou d'élaborer un tout nouveau filtre utilisant judicieusement ces nouvelles informations.

Dans [9] l'auteur essaie d'expliquer comment on peut savoir la position exacte d'une voiture. Son étude voulait trouver une solution réelle et vraiment appropriée à la recrudescence de vols et braquage des voitures en République Démocratique du Congo en général et en particulier ici dans la ville de Goma où ces genres des pratiques ont élu domicile.

Le résultat de son travail donne aux propriétaires des véhicules non seulement la possibilité de savoir la position exacte de leur voiture mais aussi et surtout de pouvoir contrôler à distance la vitesse de circulation de leurs voitures.

Sur le plan matériel, l'ingénieur nous a beaucoup épaté par l'utilisation d'un Kit SIM808 et Arduino dont il a été question selon ses investigations de les placer dans un lieu sécurisé dans la voiture. Ces éléments vont chaque fois communiquer avec le téléphone portable « Androïde » où une application est déjà développée pour permettre l'envoi des messages qui demandent le positionnement de la voiture et la réception des coordonnées géographiques venant du kit (la latitude, la longitude et l'altitude) qui seront à leur tour saisies dans le Google Maps pour qu'elles donnent la référence ou la position exacte du kit sur la carte géographique qui correspond exactement à la position de la voiture.

Le style pragmatique et l'idée réaliste de l'Ingénieure Séraphine nous a permis de comprendre que c'était possible de concevoir un système de positionnement par les méthodes SA-RT et DARTS. Ces deux méthodes permettent de faire l'analyse fonctionnelle et opérationnelle des applications de contrôle-commande [20].

Chacun des ouvrages cités nous a donc guidé dans notre démarche en nous évitant de nous éparpiller mais aussi et surtout en nous aidant à combiner les quelques idées que nous avions en tête afin de les rendre réalisables. Le travail de [5] nous a juste prêté une méthodologie rigoureuse de travail tout en essayant de décortiquer certains concepts de base. Comme [17], [19] et [9] nous avons choisi la plateforme Arduino comme support matériel de notre système de positionnement. L'administrateur système, aussi loin qu'il se trouve pourra être informé en temps réel de la position du patient et pourra lui contrôler via les dispositifs que nous allons mettre en place (puce RFID et capteur à ultrason) communiquant par l'intermédiaire du réseau Wi-Fi.

2.4 Conclusion partielle

Ce chapitre nous a aidé à connaître les différentes tâches et toutes les opérations qui se déroulent dans le centre hospitalier neuropsychiatrique. Nous avons commencé par la description du centre, son origine et les différents objectifs qui font preuves de l'existence du centre. Etant donné que nous ne sommes pas le premier à pouvoir décortiquer ce type de sujet qui cadre avec le système de positionnement, dans ce chapitre nous avons aussi répertorié un certain nombre de travaux scientifiques qui nous ont aidé à enrichir nos idées.

Chapitre 3

MODELISATION ET CONCEPTION DU SYSTEME
MODELISATION ET CONCEPTION DU SYSTEME

3.1 MODELISATION DU SYSTEME

3.1.1 Introduction

La modélisation des systèmes d'information est devenue aujourd'hui un sujet très passionnant dans le monde des entreprises quand on voit l'impact qu'elle a dans le succès de celles-ci. Le constat est clair pour être relevant, compétitif sur le marché, les entreprises se dotent des systèmes d'informations sophistiquées qui supportent leur métier. En effet, le système d'information d'une entreprise est devenu un facteur de différenciation par rapport à ses concurrents. Car l'information n'est plus seulement considérée comme une ressource opérationnelle, mais aussi comme une ressource stratégique pour l'entreprise. Ceci traduit donc toute l'importance des méthodes de conception et de développement des systèmes d'information mise en œuvre par les entreprises [21].

Le schéma ci-dessous (figure III.1), donne une brève explication sur le parcours d'information dans un système d'information se trouvant dans un environnement organisationnel.

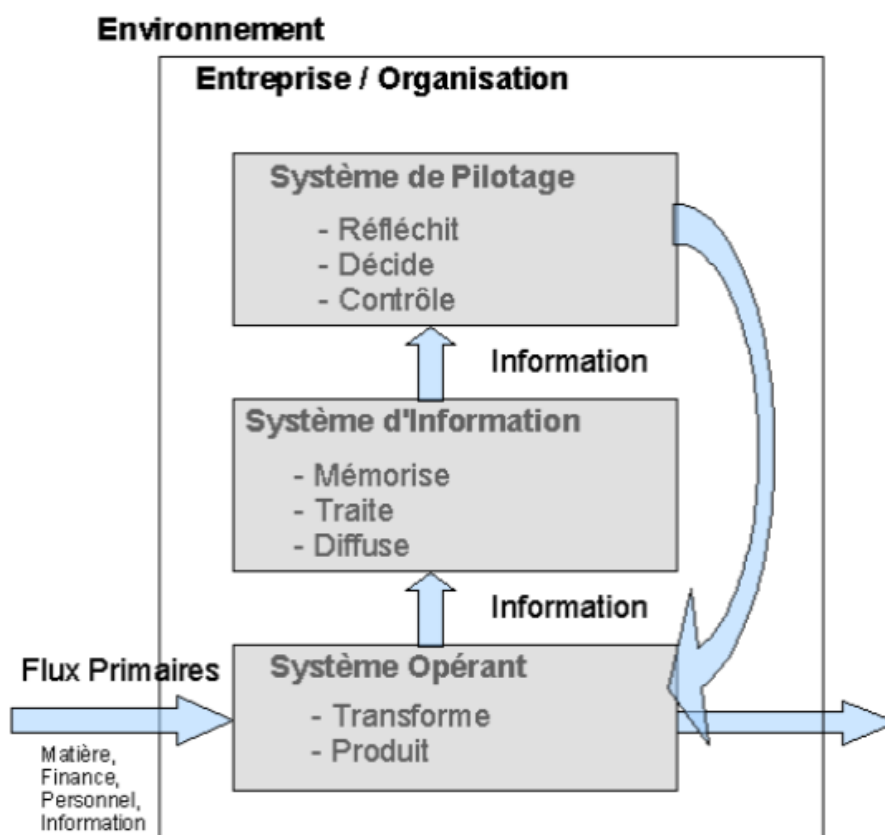


Figure III-1: Schéma du système d'information [21]

3.1.2 Définition du projet

Un projet est un processus unique qui consiste en un ensemble d'activités coordonnées et maîtrisées, comportant des dates de début et de fin, entrepris dans le but d'atteindre un objectif conforme à des exigences spécifiques, telles que des contraintes de délais, de coûts et de ressources [30]. Le but poursuivi dans la définition d'un projet est de préciser la nature du projet et de faire correspondre les besoins, les contraintes, le budget et les solutions technologiques. Cette étape est très souvent complexe parce qu'elle résulte d'un entretien avec le client et l'on remarque très vite un profond décalage entre le désir, le besoin et la réalité.

3.1.2.1 Nature du projet

Dans le cadre de notre travail, nous nous sommes placés dans les conditions hospitalières et d'un suivi particulier de l'état des patients du fait que notre système doit s'intégrer dans le fonctionnement du centre neuropsychiatrique qui existe déjà. Il faut donc, lors de chaque étape, tenir compte de contraintes liées à l'existant (mode des traitements, circulation d'informations, etc.).

3.1.2.2 Périmètre du projet

Cette section a pour but de définir les priorités, de trier parmi les besoins ce qui est nécessaire de ce qui est accessoire. Pour mieux définir les besoins, l'idéal est de commencer par raisonner dans l'absolu c'est-à-dire en faisant abstraction des contraintes budgétaires. Raison pour laquelle nous devons nous baser sur les points comme :

- La conception préliminaire, qui représente une étape délicate, car elle intègre le modèle d'analyse fonctionnelle dans l'architecture technique de manière à tracer la cartographie des composants du système à développer.
- La conception détaillée, qui étudie ensuite comment réaliser chaque composant.
- L'étape de codage, qui produit ses composants et teste au fur et à mesure les unités de code réalisées.
- L'étape d'essai, qui consiste enfin à valider les fonctionnalités du système développé.

3.1.2.3 Planification

Dans le cadre de la conduite du projet, nous devons suivre un planning tout au long de notre travail. Ainsi, après avoir déterminé le processus de développement adopté, l'étape suivante est de planifier les tâches selon ce processus et selon les contraintes du projet. Nous avons établi un planning prévisionnel pour la réalisation du projet, et pour le suivi nous avons utilisé l'outil Gantt Project (figure III-2).

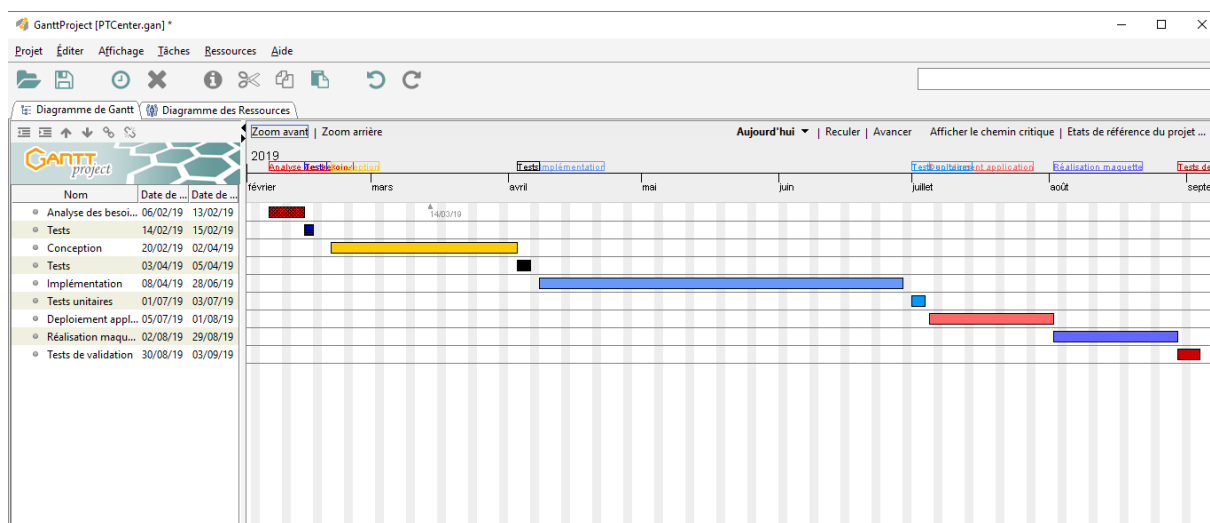


Figure III-2: Planification selon Gantt

3.1.3 Cahier de charge

3.1.3.1 Contexte et définition du problème

Dans le cadre de ce travail, il s'agit de localiser à distance et surveiller par puce RFID ou ultrason un patient ayant l'aliénation mentale. Ce procédé nous permettra de garantir à l'utilisateur final un contrôle sur toute la chaîne Surveillance-Localisation du patient.

Cet intérêt se justifie davantage par le fait que l'aliénation est considérée comme une folie délirante et menaçante qui conduit à des actes d'homicides qui sont connues comme des crimes causés par la fureur. Dans cette optique les institutions judiciaires se retrouvent dans une impasse qui renonce à punir un acte grave [31]. C'est pourquoi dans notre étude nous avons l'ambition d'apporter une solution à ce problème tout en surveillant ces personnes aliénées.

La fonction de géolocalisation par RFID et Ultrason est intégrée afin que l'administrateur du système d'information puisse connaître la position exacte du patient par son numéro d'identification et suivre son mouvement global, à n'importe quel moment pourvu que

la disponibilité de la connexion Wi-Fi et l'énergie électrique ne fassent pas défaut. Le système intègrera par ailleurs une mémoire de sauvegarde d'état en cas de perte d'alimentation et un bouton pour son activation/désactivation en cas d'une mauvaise couverture Wi-Fi.

Dans le présent travail nous contrôlerons aussi le déplacement du patient selon la distance qui lui est permise et lancer une alerte lorsque le patient dépasse la limite recommandée par l'administrateur.

3.1.3.2 Objectif

Le but poursuivi au final est la possibilité d'appliquer les différentes étapes de gestion du projet, de mettre en place une solution stable pour la collecte des données. L'administrateur peut, à travers cette solution, identifier les patients grâce au RFID, connaître leur distance parcourue et naviguer sur la cartographie du centre en toute liberté avec les outils simples à utiliser. Il peut également consulter, modifier, supprimer ou créer des nouveaux patients ; il peut sauvegarder les données collectées dans des fichiers permettant d'afficher l'information géographique sans développement côté client.

3.1.3.3 Description fonctionnelle

Etant donné que nous connaissons un certain nombre de difficultés qu'éprouvent les administrateurs pour assurer la sécurité des patients, de connaître en temps réel ce qui se passe dans le champ d'action et d'opérer des actions même à distance dans le but de protéger les patients, nous avons pensé créer un système que l'on a nommé « **PTCenter** » qui tente de répondre à ce défis.

PTCenter est composé d'un module qui encapsule les différentes fonctions qui devront être remplies. Ce module est nommé module de gestion de l'intérieur.

Description : Ce module s'occupe de l'entrée principale du centre neuropsychiatrique, s'assure de la présence d'une activité du patient et active le système de sécurité dans le cas contraire. Ce module déclenche aussi l'alarme dans le cas où une activité anormale du patient est remarquée.

Objectif : Contrôler le flux d'entrée et de sortie du centre, prévenir les évasions et alerter si elles ont lieu, protéger le patient des incidents.

Fonctions :

1. Identifier le patient

Tableau III 1: Identification du patient

Description	Savoir distinguer le patient et celui qui l'accompagne
Objectif	Contrôler le flux d'entrer et de sortie
Contraintes/Règles	Au cas où nous avons un malade, cette fonction permettra d'enregistrer le patient dans la base des données et lui octroyé une chambre s'il y a nécessité
Niveau de priorité	Elevée

2. Gérer les présences

Tableau III 2 : Gestion des présences

Description	Cette fonction permet d'identifier les pièces occupées.
Objectif	Savoir s'il y a une activité dans le centre et si elle est licite.
Contraintes/Règles	Une activité dans le centre pendant que l'alerte est enclenchée est considérée comme suspecte et immédiatement signalé à l'administrateur du système.
Niveau de priorité	Elevé

3. Simuler une présence

Tableau III 3: Simulation de la présence des patients

Description	Cette fonction donne l'assurance à l'administrateur que chaque patient est au lieu précis pendant un temps précis
Objectif	Dissuader ou prévenir les évasions.
Contraintes/Règles	Déclencher une alarme lors des absences prolongées.
Niveau de priorité	Elevé

4. Prévenir les incidents

Tableau III 4 : Prévention des incidents

Description	Cette fonction prévient le cas incontrôlables et une attitude psychique désorientée
Objectif	Savoir l'état actuel du patient
Contraintes/Règles	Contrôler les mouvements des patients, s'ils sont dans leurs chambres ou pas
Niveau de priorité	Elevé

3.1.3.4 Livrable du projet

A la fin du projet, le livrable sera composé d'un kit électronique qui va interagir physiquement avec le patient mais aussi d'une application Web accessible via Internet qui permettra, à l'administrateur, de connaître en temps réel l'état du patient et de piloter certaines fonctionnalités, de modifier des paramètres du système, etc.

3.2 CONCEPTION FONCTIONNELLE DU SYSTEME

La conception d'un système permet de représenter et de simuler son fonctionnement avant même sa programmation.

Pour la conception de notre système : « **PTCenter** », nous avons opté pour le langage de modélisation SysML qui est bien adapté à la conception des systèmes complexes et bien apprécié dans le monde de l'ingénierie système.

SysML est fortement inspiré de la version 2 d'UML, mais il ajoute la possibilité de représenter les exigences du système, les éléments non-logiciels (mécanique, hydraulique, capteur, etc.), les équations physiques, les flux continus (matière, énergie, etc.) et les allocations.

Ce langage s'articule autour de neuf types de diagrammes, chacun d'eux étant dédié à la représentation des concepts particuliers d'un système [23]. Ces diagrammes sont répertoriés en trois grands groupes à savoir :

❖ **Quatre diagrammes comportementaux :**

- Diagramme d'activité (montre l'enchaînement des actions et décisions au sein d'une activité complexe) ;
- Diagramme de séquence (montre la séquence verticale des messages passés entre blocs au sein d'une interaction) ;
- Diagramme d'états (montre les différents états et transitions possibles des blocs dynamiques) ;
- Diagramme de cas d'utilisation (montre les interactions fonctionnelles entre les acteurs et le système à étudier) ;
- ❖ **Un diagramme transverse** : le diagramme d'exigences (montre les exigences du système et leurs relations) ;
- ❖ **Quatre diagrammes structurels** :
 - Diagramme de définition de blocs (montre les briques de base statiques : blocs, compositions, associations, attributs, opérations, généralisations, etc.) ;
 - Diagramme de bloc interne (montre l'organisation interne d'un élément statique complexe) ;
 - Diagramme paramétrique (représente les contraintes du système, les équations qui le régissent) ;
 - Diagramme de packages (montre l'organisation logique du modèle et les relations entre packages).

Dans le cadre de notre travail, nous allons utiliser seulement : le digramme d'exigence, le diagramme de cas d'utilisation, les diagrammes de séquence, le diagramme de définition des blocs et les diagrammes d'activités.

3.2.1 Diagramme d'exigence

Une exigence permet de spécifier une capacité ou une contrainte qui doit être satisfaite par un système. Elle peut spécifier une fonction que le système devra réaliser ou une condition de performance, de fiabilité, de sécurité, etc.

Pour notre système nous avons une exigence principale qui porte le nom du système nommé : PTCenter, les autres exigences du second plan (authentification, localiser le patient, prévenir les incidents, afficher la carte, envoyer alerte) sont liées à cette dernière par des relations de contenance.

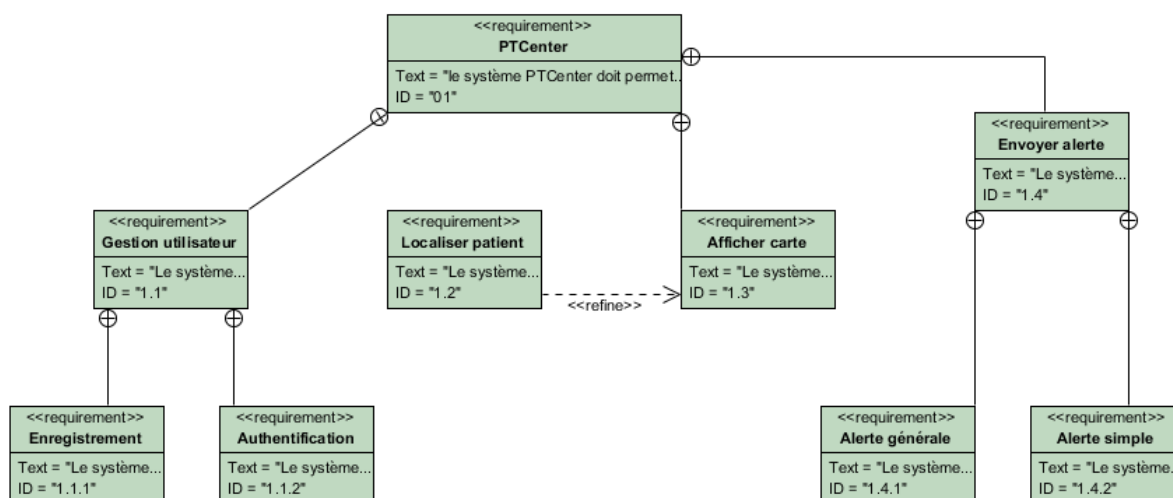


Figure III-3 : Diagramme d'exigence du système PTCenter

3.2.2 Diagramme de cas d'utilisation [23]

Les diagrammes de cas d'utilisation sont des diagrammes utilisés pour donner une vision globale du comportement fonctionnel d'un système logiciel. Ils sont utiles pour des présentations auprès de la direction ou des acteurs d'un projet, mais pour le développement, les cas d'utilisation sont plus appropriés.

Un cas d'utilisation (use case, ou UC) représente un ensemble de séquences d'actions qui sont réalisées par le système et qui produisent un résultat observable intéressant pour un acteur particulier.

Chaque cas d'utilisation spécifie un comportement attendu du système, sans imposer le mode de réalisation de ce comportement. Il permet de décrire ce que le futur système devra faire, sans spécifier comment il le fera.

Chaque cas d'utilisation doit être relié à au moins un acteur ; Un acteur étant défini aussi comme une entité externe qui interagit avec le système, comme une personne humaine ou un robot. Un acteur doit toujours être décrit par son rôle dans un système, ce rôle décrit les besoins et les capacités de l'acteur. Un acteur agit sur le système.

3.2.2.1 Identification des acteurs

Pour notre système nous avons décelé les quelques acteurs ci-après :

- Utilisateur : un connaisseur du fonctionnement du système qui intervient en cas de problème que le système ne détecte pas.
- Système : réagit aux différentes actions des utilisateurs et localise les patients
- Administrateur : celui qui connaît bien le système et définit des paramètres de fonctionnement du système.

3.2.2.2 Le diagramme

Après l'analyse des besoins, nous pouvons ressortir les cas d'utilisation suivants :

- S'authentifier
- Afficher la carte
- Localiser le patient
- Mise à jour de la BD
- Gérer le patient
- Gérer l'utilisateur
- Envoyer l'alerte

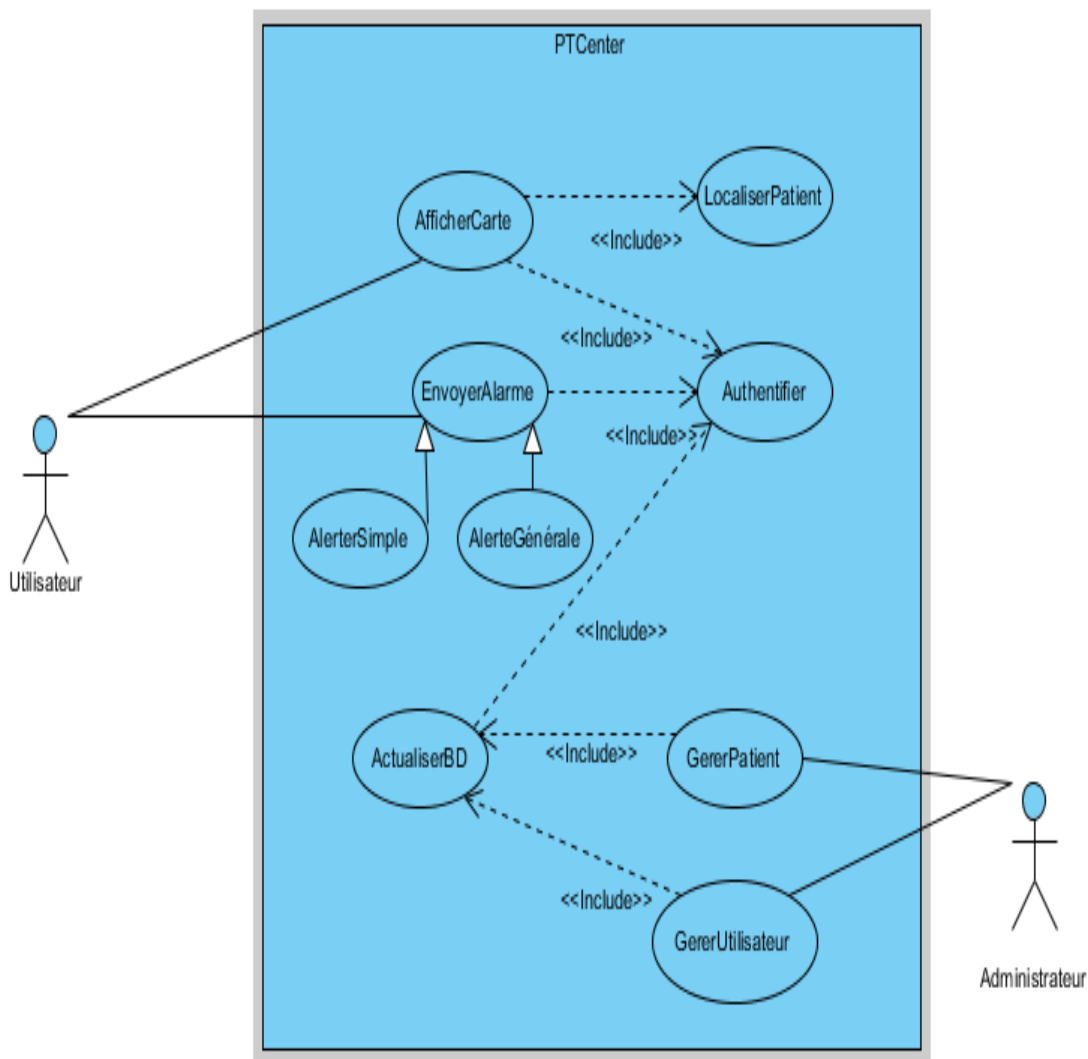


Figure III-4 : Diagramme de cas d'utilisation du système PTCenter

3.2.2.3 Description des cas d'utilisation

Dans cette partie nous allons décrire les quelques cas d'utilisation répertoriés dans le diagramme précédent.

➤ **Authentification**

Nom du cas d'utilisation	S'authentifier
Identifiant	001
Brève description	Ce CU permet la connexion au système pour tous utilisateurs. Aux premiers, le système garantit l'entrée au système selon

	les habilitations ; aux seconds, leur entrée est suspendue à la décision de l'administrateur.
Acteur	Administrateur, utilisateurs
Pré conditions	Le système est lancé et l'approchant est reçu à la réception afin de créer un compte
Enchaînement principale	<ol style="list-style-type: none"> 1. Les acteurs veulent accéder au système 2. Il remplit le formulaire de connexion au système 3. Il clique sur le bouton « connexion »
Post conditions	Un utilisateur est connecté
Enchaînement secondaire	Si le formulaire de connexion est mal rempli, la connexion échoue

➤ **Afficher la carte**

Nom du cas d'utilisation	AfficherCarte
Identifiant	002
Brève description	Ce CU permet l'affichage de la carte ainsi que les différentes couches de données qui se trouve sur le centre
Acteur	Utilisateur
Pré conditions	<ol style="list-style-type: none"> 1. La cartographie du milieu doit être disponible 2. La connexion internet
Enchaînement principale	<ol style="list-style-type: none"> 1. L'administrateur choisit d'ouvrir la carte 2. L'application affiche la carte
Post conditions	Connexion internet accessible via Wi-Fi
Enchaînement secondaire	Si la connexion internet n'existe pas, un message d'erreur s'affiche

➤ **Localisation du patient**

Nom du cas d'utilisation	LocaliserPatient
Identifiant	003

Brève description	Ce CU permet la géo localisation du patient sur la carte
Acteur	Administrateur
Pré conditions	<ol style="list-style-type: none"> 1. L'administrateur doit d'abord s'authentifier 2. Le patient doit être muni d'une puce RFID
Enchaînement principale	<ol style="list-style-type: none"> 1. A l'entrée du centre le patient est doté d'un numéro ID 2. On enregistre l'ID
Post conditions	<ol style="list-style-type: none"> 1. La position du patient est connue sur la carte 2. Le nombre de puce RFID 3. Le système affiche les coordonnées
Enchaînement secondaire	Le protocole de communication

➤ **Mise à jour de la BD**

Nom du cas d'utilisation	ActualiserBD
Identifiant	004
Brève description	Ce CU permet de gérer le patient ainsi que les utilisateurs
Acteur	Administrateur
Pré conditions	L'administrateur doit être authentifié
Enchaînement principale	<ol style="list-style-type: none"> 1. Les données doivent provenir du lecteur RFID 2. L'ultrason doit être pour définir la distance enfin d'envoyer les données 3. Un microcontrôleur doit stocker les informations
Post conditions	Un module Wi-Fi doit permettre le transfert des données
Enchaînement secondaire	S'il n'y a pas la connexion un message d'erreur s'affiche

➤ **Envoyer l'alarme**

Nom du cas d'utilisation	EnvoyerAlarme
Identifiant	005
Brève description	Ce CU permet de déterminer le type d'alerte enfin de pouvoir aviser les utilisateurs

Acteur	Utilisateur
Pré conditions	Le système doit avoir une zone limite à tous les patients qui sera munie d'un capteur ultrason
Enchainement principale	<ol style="list-style-type: none"> 1. L'administrateur choisit l'option Activer/Désactiver l'alarme 2. L'acteur doit être en service
Post conditions	L'alarme est activée/désactivée
Enchainement secondaire	Aucun

➤ **Gérer l'utilisateur**

Nom du cas d'utilisation	GérerUtilisateur
Identifiant	006
Brève description	Ce CU permet d'ajouter, modifier ou supprimer le compte d'un utilisateur
Acteur	Administrateur
Pré conditions	L'administrateur doit s'être authentifié et connecté au système
Enchainement principale	<p>L'administrateur clique sur « gestion des comptes »</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Il complète le formulaire des informations d'un utilisateur (cas d'un ajout) / il sélectionne un utilisateur (cas d'une modification ou d'une suppression) 2. Il clique sur le bouton « ajouter » (cas d'un ajout) / il clique sur le « supprimer » ou « modifier » 3. Il complète l'identité du patient puis sauvegarde tout dans la base des données : cas d'un ajout. 4. Il confirme la suppression ou la modification du compte, cas d'une modification ou d'une suppression. 5. Le système affiche un message sur l'action faite
Post conditions	Si le compte est déjà créé, l'ajout d'un compte échoue
Enchainement secondaire	Une notification d'ajout compte

➤ **Gérer le patient**

Nom du cas d'utilisation	GererPatient
Identifiant	007
Brève description	Ce cas d'utilisation permet la gestion de la liste de patient dans la base de données
Acteur	Administrateur
Pré conditions	L'administrateur doit s'authentifier
Enchaînement principale	<ol style="list-style-type: none"> 1. L'administrateur clic sur le bouton « Listes patient» 2. Il choisit une option soit ajouter, modifier ou supprimer 3. Il enregistre les données dans la base de données
Post conditions	Les données sont enregistrées selon le choix
Enchaînement secondaire	Aucun

3.2.3 Diagramme de séquence « système »

Pour documenter les cas d'utilisation, la description textuelle est indispensable, car elle seule permet de communiquer facilement avec les utilisateurs et de s'entendre sur le vocabulaire « métier » employé. En revanche, le texte présente des désavantages puisqu'il est difficile de montrer comment les enchaînements se succèdent, ou à quel moment les acteurs secondaires sont sollicités.

En outre, la maintenance des évolutions s'avère souvent fastidieuse. C'est pourquoi nous complétons la description textuelle par un graphe représentant les séquences du système. Le diagramme de séquence montre la séquence verticale des messages passés entre éléments au sein d'une interaction.

Le diagramme de séquence est composé de trois principaux concepts : les lignes de vie, les messages et les fragments [24].

- Une ligne de vie représente un seul participant dans une interaction. Elle peut représenter un objet, une instance d'une classe ou un acteur.

- Un message représente une communication entre deux lignes de vie durant une interaction.
- Un fragment contient un ou plusieurs messages et composé d'un opérateur et d'un ou plusieurs opérandes.

Afin d'exposer la manière dont les interactions se font dans notre systèmes, nous présenterons deux scénarios en « boîte blanche » c'est-à-dire dans lesquels le système n'est pas vu comme une boîte noire mais comme un conglomérat d'entités en relation tout en prenant soin de ne représenter que les entités intervenant dans ces scénarios. Notons qu'un scénario représente une succession particulière d'enchaînements.

▪ **Scénario 1 : Un utilisateur arrive à la réception et veut s'authentifier**

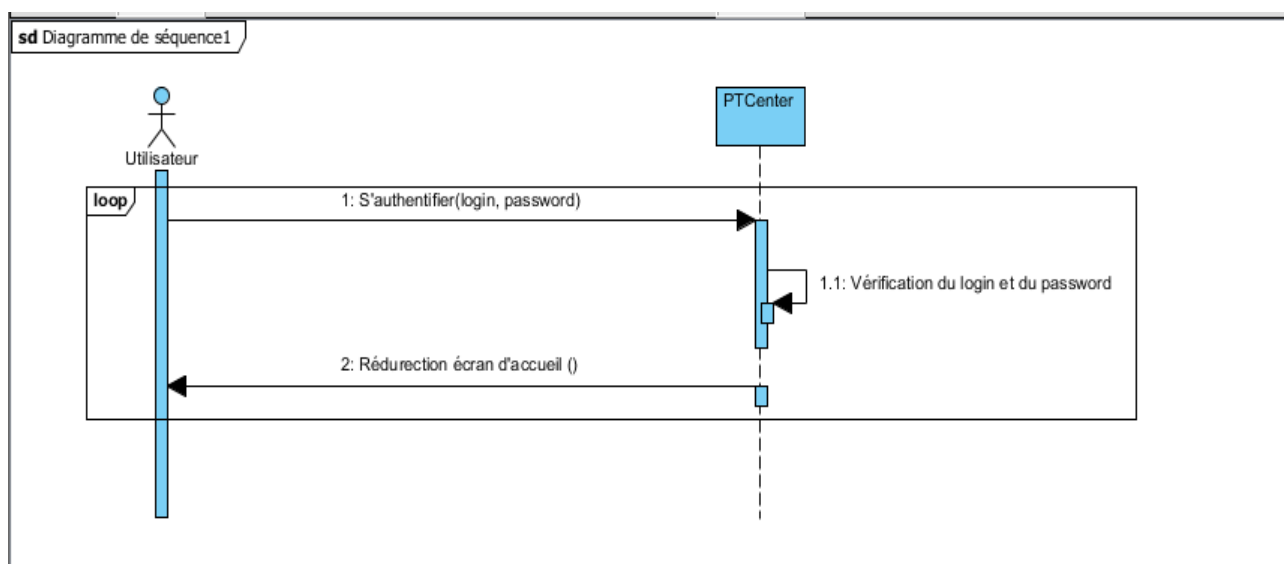


Figure III-5 : Diagramme de séquence pour le cas s'authentifier

▪ **Scénario 2 : On veut afficher la carte du centre dans le système**

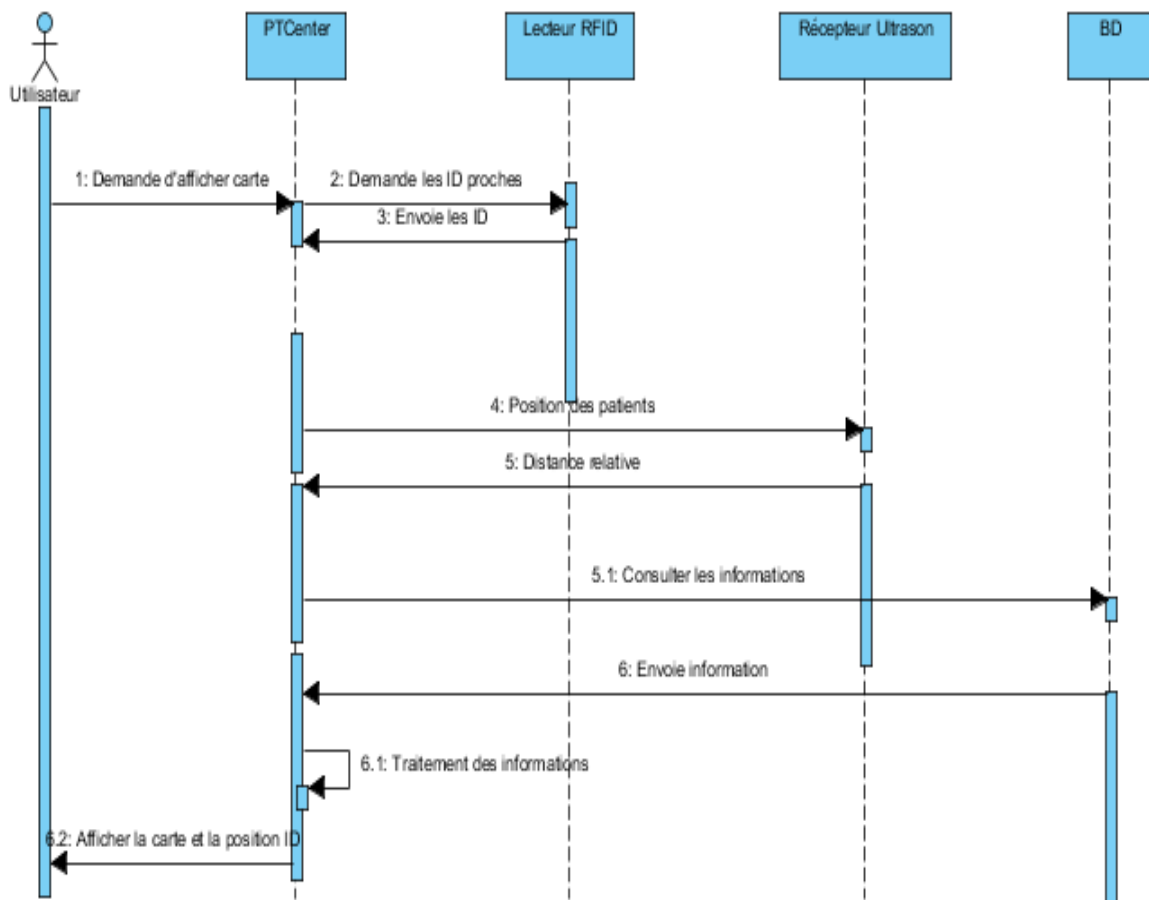


Figure III-6 : Diagramme de séquence pour le cas afficher carte

3.2.4 Diagramme de définition de blocs

Un bloc SysML (block en anglais) constitue la brique de base pour la modélisation de la structure d'un système. Il peut représenter un système complet, un sous-système ou un composant élémentaire. On peut s'en servir pour représenter des entités physiques, mais aussi des entités logiques ou conceptuelles.

Le diagramme de définition de blocs (block définition diagram ou bdd) décrit la hiérarchie du système et les classifications système/composant [23].

Chaque bloc (ou type) définit un ensemble d'instances partageant les propriétés du bloc, mais possédant chacune une identité unique. Le diagramme de définition de bloc est utilisé pour représenter les blocs, leurs propriétés, leurs relations.

Dans un diagramme de définition de bloc, un bloc est représenté graphiquement par un rectangle découpé en compartiments. Le nom du bloc apparaît tout en haut, et constitue

l'unique compartiment obligatoire. Tous les autres compartiments ont des labels indiquant ce qu'ils contiennent : valeurs, parties et opérations.

Notre système « **PTCenter** » est alors décrit par le diagramme de définition de blocs suivant :

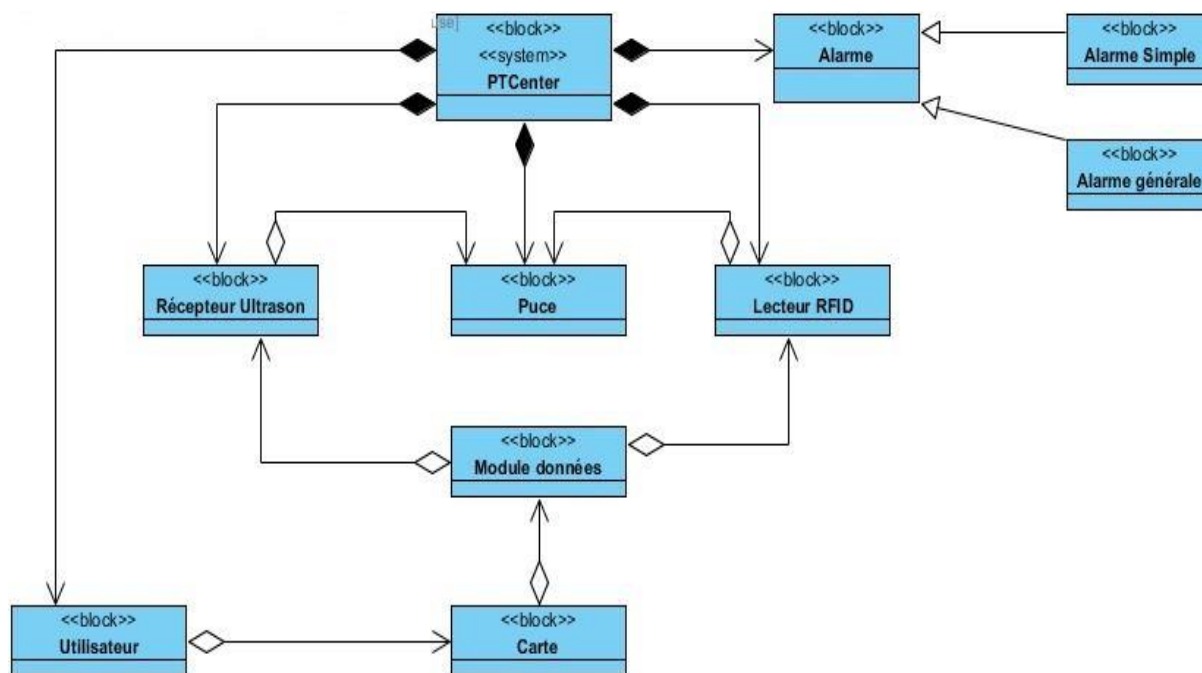


Figure III-7 : Diagramme de définition de blocs

3.2.5 Diagramme d'activités

Le diagramme d'activité représente les flots de données et de contrôle entre les actions. Il est utilisé majoritairement pour l'expression de la logique de contrôle et d'entrées/sorties. Un flot est un contrôle de séquençage pendant l'exécution de nœuds d'activité. Les flots de contrôle sont de simples flèches reliant deux nœuds (actions, décisions, etc.) [23].

Pour notre système, nous démarrerons le diagramme d'activité en représentant les grandes fonctionnalités. Ces deux fonctions principales sont : le lancement du système et l'affichage de la carte comme illustré par les figures III.8 et III.9 :

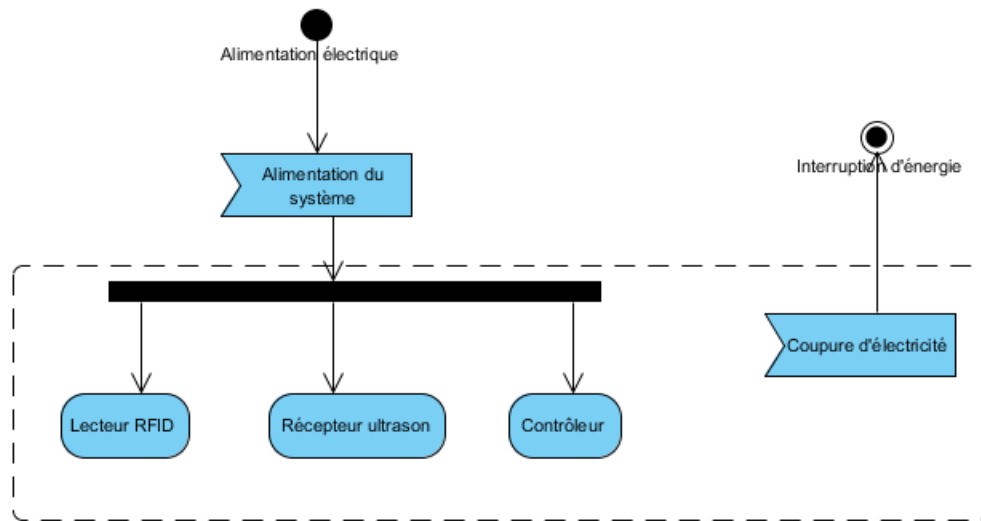


Figure III-8 : Diagramme d'activité du démarrage système

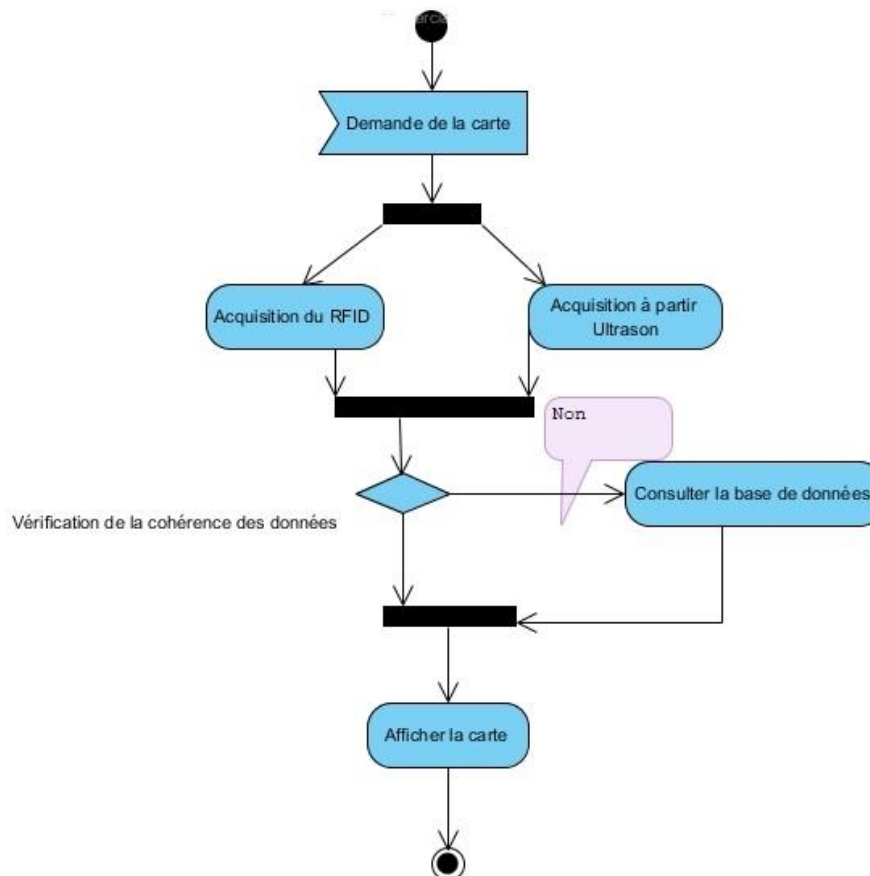


Figure III-9 : Diagramme d'activité pour afficher la carte

3.3 MODELISATION DE LA BASE DE DONNEES

Dans la conception d'un système d'information, la modélisation des données est l'analyse et la conception de l'information contenue dans le système. Il s'agit essentiellement d'identifier les entités logiques et les dépendances logiques entre ces entités [21].

Partant de notre cahier de charge, nous savons que les informations recueillies devront être stockées dans une base de données qui pourra nous permettre d'effectuer différents traitements du système PTCenter.

3.3.1 Diagramme des classes

Le diagramme de classes est considéré comme le plus important dans un développement orienté objet, il est le seul diagramme obligatoire lors d'une telle modélisation. Alors que le diagramme de cas d'utilisation montre un système du point de vue des acteurs, le diagramme de classes en montre la structure interne. Il permet de fournir une représentation abstraite des objets du système qui vont interagir ensemble pour réaliser les cas d'utilisation [25].

Le diagramme de classe que nous présentons ici montre la structure interne de la base de données de notre système (Structure interne du système entier : voir diagramme de définition des blocs)

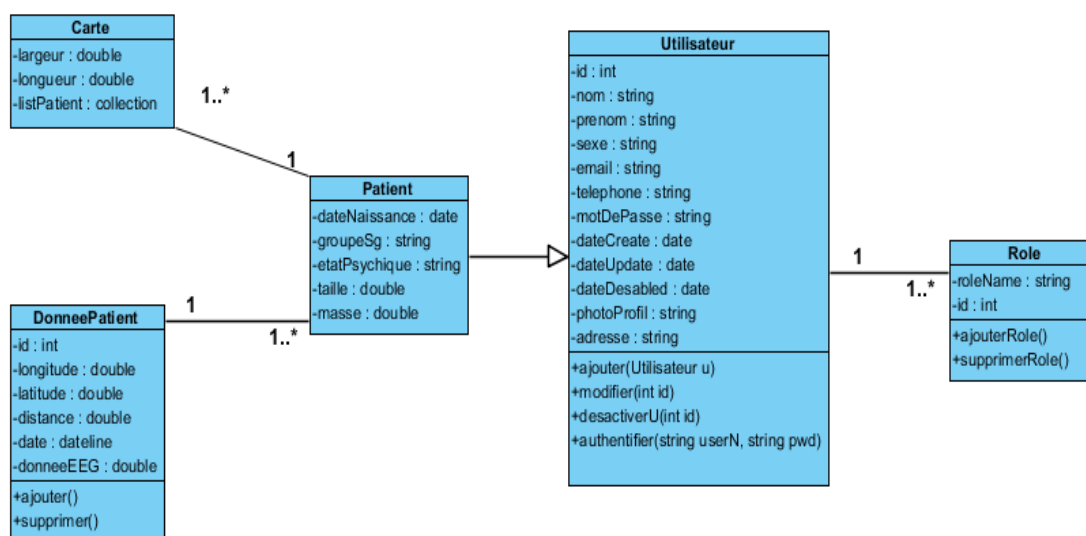


Figure III-10 : Diagramme de classes

3.3.2 Modèle logique de données

A partir du diagramme de classes ci-haut nous pouvons déduire un modèle conceptuel de données. Pour cette fin, les données seront stockées dans des tables reliées entre elles par des relations comme on peut le voir dans le tableau ci-dessous :

Tableau III 5 : Passage du diagramme de classes au modèle conceptuel des données

Diagramme de classes	Modèle conceptuel des données
Classe	Table
Attribut	Colonne
Identifiant	Clé primaire
Association	Clé étrangère ou table

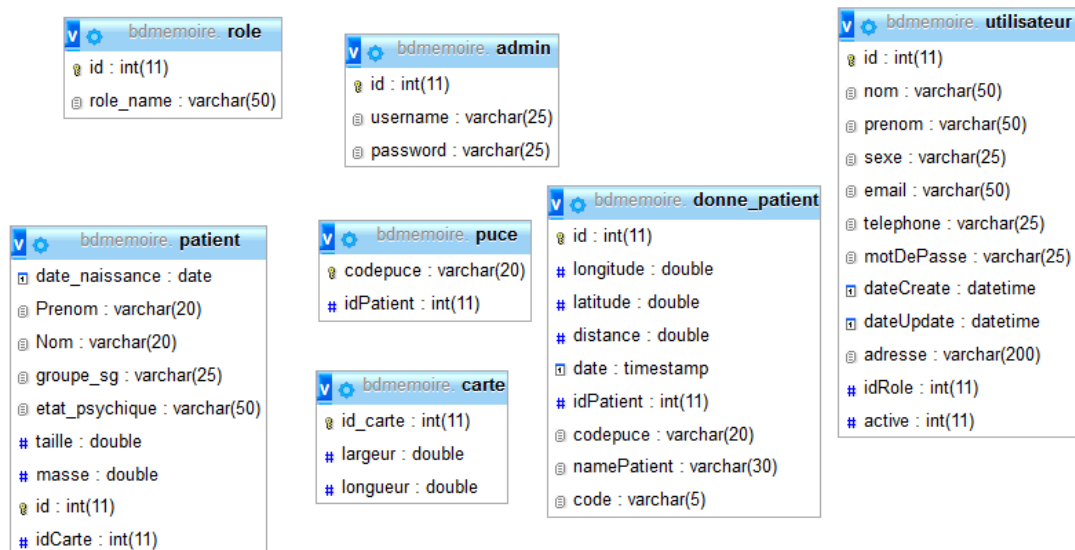


Figure III-11 : Modèle conceptuel de données

3.4 Conclusion partielle

Dans ce chapitre, nous avons présenté la modélisation de notre futur système. Cette modélisation a été rendu possible grâce aux diagrammes de la modélisation SysML qui est un langage de modélisation orienté « ingénierie système » et UML pour la modélisation de la base de données tout en décortiquant notre cahier de charge.

Le chapitre qui va suivre va nous permettre de faire l'implémentation logicielle du système PTCenter afin de pouvoir évaluer le coût de notre projet.

Chapitre 4

SIMULATION ET PRESENTATION DES
SIMULATION ET PRESENTATION DES

RESULTATS
RESULTATS

INTRODUCTION

Le chapitre 3 nous a permis de faire une modélisation conceptuelle de notre système tout en concevant les différents diagrammes SysML qui vont nous permettre de faire le point sur les composants logiciels à développer afin de pouvoir piloter tous les éléments matériels.

Dans ce chapitre nous allons donner une explication fonctionnelle des toutes les technologies qui vont nous aider à matérialiser notre système, présenter les schémas fonctionnels et enfin ressortir les résultats obtenus.

4.2 Technologies Utilisées

Le principe de fonctionnement de notre système est basé sur l'acquisition d'un certain nombre d'information provenant du tag ou étiquette RFID et la une distance donnée par l'ultrason. Ces informations sont ensuite traitées, analysées par le cerveau de notre système qui est la carte Arduino.

4.2.1 Environnement matériels

a. Carte Arduino Uno

Ce module est le contrôleur principal de notre système; il encapsule l'intelligence de ce dernier. Ce module sert essentiellement à interconnecter tous les autres composants matériels.



Figure IV-1 : la carte Arduino Uno

Caractéristiques :

Un module Arduino est généralement construit autour d'un microcontrôleur Atmel AVR (ATmega328, ATmega32u4 ou ATmega2560 pour les versions récentes, ATmega168, ATmega1280 ou ATmega8 pour les plus anciennes). La carte Arduino Uno est basée sur un ATmega328 cadencé à 16 MHz. C'est la plus récente et la plus économique carte à microcontrôleur d'Arduino. Des connecteurs situés sur les bords extérieurs du circuit imprimé permettent d'enficher une série de modules complémentaires.

Elle peut se programmer avec le logiciel Arduino. Le contrôleur ATmega328 contient un bootloader qui permet de modifier le programme sans passer par un programmeur. Le logiciel est téléchargeable gratuitement [36].

Le tableau ci-dessous donne quelques caractéristiques d'Arduino Uno :

Tableau IV 1 : Caractéristique de la carte Arduino UNO

Microcontrôleur	ATmega328
Tension d'entrée	7-12V
Tension d'entrée (limite)	6-20V
Courant DC par Pin I/O	20mA
Courant DC pour le Pin 3.3V	50mA
Mémoire Flash	32 KB
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Fréquence d'horloge	16 MHz
Analogue Input Pins	6
Digitale I/O Pins	14
Dimensions	74 x 53 x 15 mm

a. Module RFID

Pour notre système nous aurons à utiliser les cartes RFID actives. La radio identification active est une forme de technologie d'identification caractérisée par l'usage de tags actifs également appelés étiquettes actives. Les tags sont de petits objets qui peuvent être collés sur des objets ou insérés dans ces mêmes objets, ils sont composés :

- d'une puce électronique,
- d'une antenne.

Ainsi, on parle de RFID active lorsque les étiquettes ou tags sont actifs c'est-à-dire qu'ils sont alimentés par une source d'énergie embarquée: batterie, pile... Cette source d'énergie permet à la puce de diffuser un signal vers le lecteur RFID [37].

Avantage :

Contrairement au système d'étiquettes passives, les étiquettes actives sont équipées d'une énergie propre qui leur permet d'émettre un signal de manière autonome. De ce fait le principal avantage repose sur la longue distance à laquelle elles peuvent communiquer les données sans qu'un lecteur RFID se situe à proximité du tag.

Inconvénient :

L'inconvénient principal de la RFID active repose sur :

- la confidentialité des informations transmises,
- le coût des étiquettes,
- l'impact sur la santé très controversé dû à l'émission d'ondes magnétiques,
- la durée de fonctionnement limité des étiquettes.

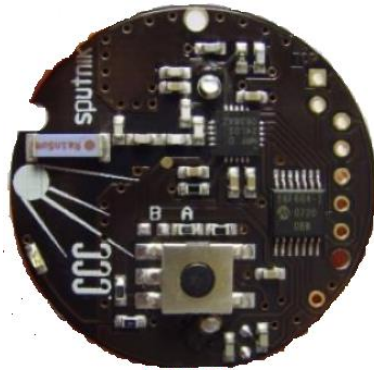
La figure IV.2, décrit une puce active qui sera détectée par un lecteur RFID moyennant la connexion wifi. Cette détection peut se faire même à une longue distance du fait que la puce contient une pile qui lui permet d'émettre les ondes.



Lecteur RFID



Active TAG



ACTIVE TAG

Figure IV-2 : Image du module RFID

c. Capteur à Ultrason

Un capteur d'ultrason est un senseur qui peut mesurer la distance par rapport à un solide ou un objet physique. Ce module contient un émetteur d'ondes ultrasoniques, un récepteur de ces ondes et un circuit de contrôle. Ce capteur permet à notre système de détecter la présence d'une personne à une distance quelconque enfin de prédire la position exacte qui sépare le capteur de l'obstacle.

Caractéristique :

Il suffit d'envoyer une impulsion de 10 μ s en entrée et le capteur renvoie une largeur d'impulsion proportionnelle à la distance. Le tableau IV.2 donne les caractéristiques de ce module [38] :

Tableau IV 2: Caractéristique du capteur à Ultrason HC-SR04

Capteur	HC-SR04
Alimentation	3.3 ou 5 Vcc
Consommation	15 mA
Fréquence	40 KHz
Portée	2 cm à 4 m
Déclenchement	Impulsion TTL positive de 10 μ s
Signal écho	Impulsion TTL proportionnelle à D
Calcul	Distance= impulsion (μ s)/58
Dimensions	45 x 20 x 18 mm

L'image de la figure IV.3 représente le capteur à ultrason que nous avons utilisé



Figure IV-3 : Image du Capteur à ultrason

d. Module Wi-Fi ESP8266 [39]

L'ESP8266 est un circuit intégré avec un microcontrôleur permettant la connexion en Wi-Fi. Les modules intégrant ce circuit sont très utilisés pour contrôler des périphériques par Internet. Nous avons utilisé ce module pour nous permettre d'enregistrer les informations dans la base de données.

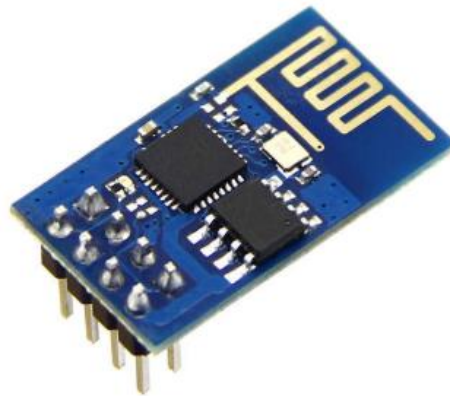


Figure IV-4 : Module Wifi esp8266

e. Buzzer

C'est un transducteur électronique intégré. Il est beaucoup utilisé dans les ordinateurs, imprimantes, copieuses, alarmes, jouets électroniques, etc... pour fournir une signalisation ou une alerte sonore et peut être contrôlé par programme. Le buzzer émet un son avec différentes tonalités selon les actions de l'utilisateur. Pour notre système le buzzer sera utile pour alerter si le patient dépassait la distance limite.



Figure IV-5 : Buzzer

4.2.2 Environnement logiciels

Un certain nombre de logiciels nous ont été d'une importance capitale lors de la réalisation de notre système, on peut citer par exemple :

- **Les logiciels *Visual paradigme community*** : Ce logiciel nous a permis de tracer les diagrammes de classe, d'activité, d'exigence, de séquence, etc.
- **Le logiciel et le langage *Arduino*** : Etant le socle de notre système, le code source de notre système a été écrit dans le langage Arduino dans son environnement de

développement intégré qui assure la compilation et le téléversement dans les cartes Arduino.

- **Le logiciel Fritzing :** C'est un logiciel libre de conception des circuits imprimés, qui permet, de concevoir de façon entièrement graphique le circuit et d'en imprimer le typon. Fritzing est un projet de logiciel libre, destiné aux non-professionnels de l'électronique. Il a notamment pour vocation de favoriser l'échange de circuits électroniques libres et d'accompagner l'apprentissage de la conception de circuits [40].
- **Le logiciel NetBeans :** L'Environnement de Développement Intégré Netbeans est un outil des programmeurs pour écrire, compiler, déboguer et déployer des programmes. Pour implémenter notre application Web, nous avons utilisé le logiciel Netbeans.
- **Le logiciel Proteus :** Proteus permet d'effectuer une mesure et en évaluer les résultats de façon autonome. Les menus faciles à comprendre et les routines automatiques rendent cet outil facile à utiliser tout en permettant des analyses plus poussées [41]. Ce logiciel nous a permis de faire une simulation de la variation de distance avec le capteur à ultrason. La figure IV.6 illustre le cas où le patient a dépassé la limite et la figure IV.7 montre la zone normale où se trouve le patient.

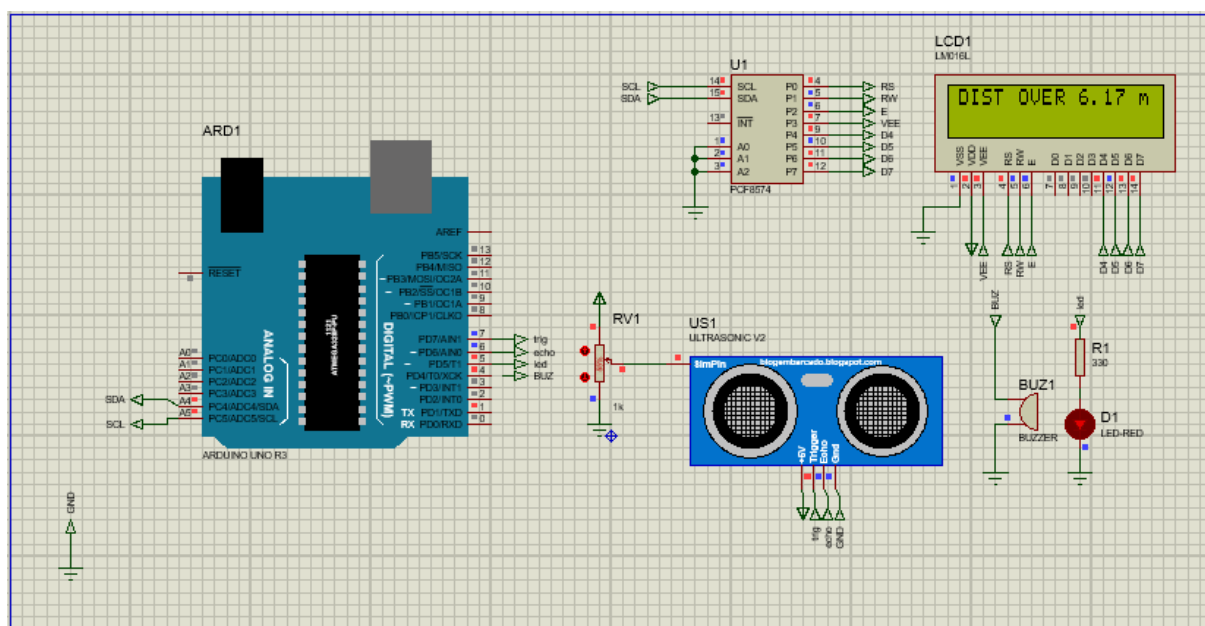


Figure IV-6 : Image avec Proteus le cas de la distance dépassée

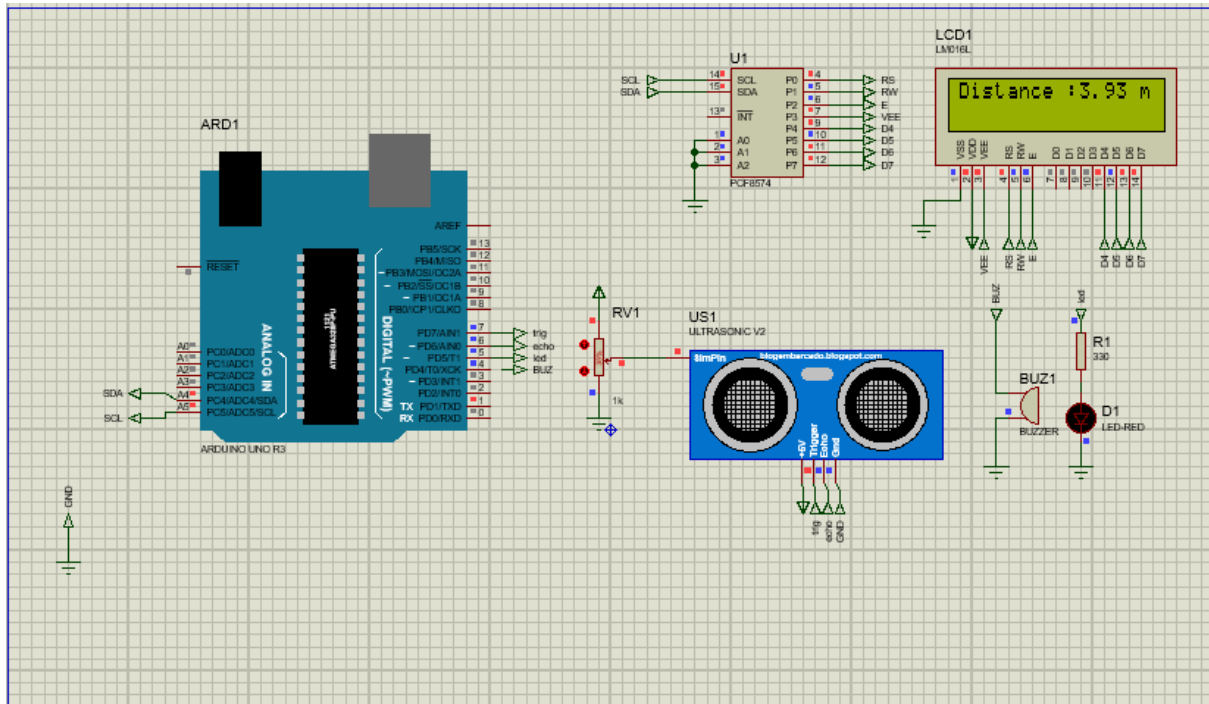


Figure IV-7 : Image avec Proteus le cas de la distance Normale

Avant de passer à la réalisation de notre système, nous avons conçu un schéma fonctionnel illustré à la figure IV.8. Ce schéma explique comment PTCenter fonctionne dans sa globalité.

Un patient muni de sa puce RFID, se trouve dans un local quelconque, la puce émet des ondes magnétiques. Un lecteur RFID reçoit le signal de la puce, enregistre les données dans le microcontrôleur Arduino ensuite ces informations sont transmises dans la base de données via le module wifi esp8266. La présence du capteur à Ultrason sur ce schéma permet de calculer la distance du patient par rapport à sa position de référence grâce à ses ondes acoustiques.

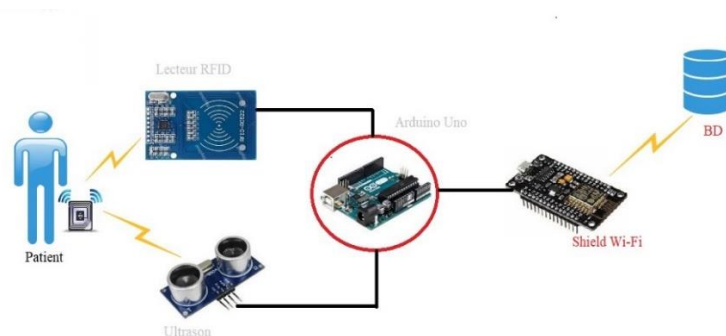


Figure IV-8 : Schéma fonctionnel de notre système

4.3 Présentation des résultats

4.3.1 Schéma de montage

La figure IV.9 représente le schéma de montage de différentes connexions des composants réalisé avec le logiciel Fritzing

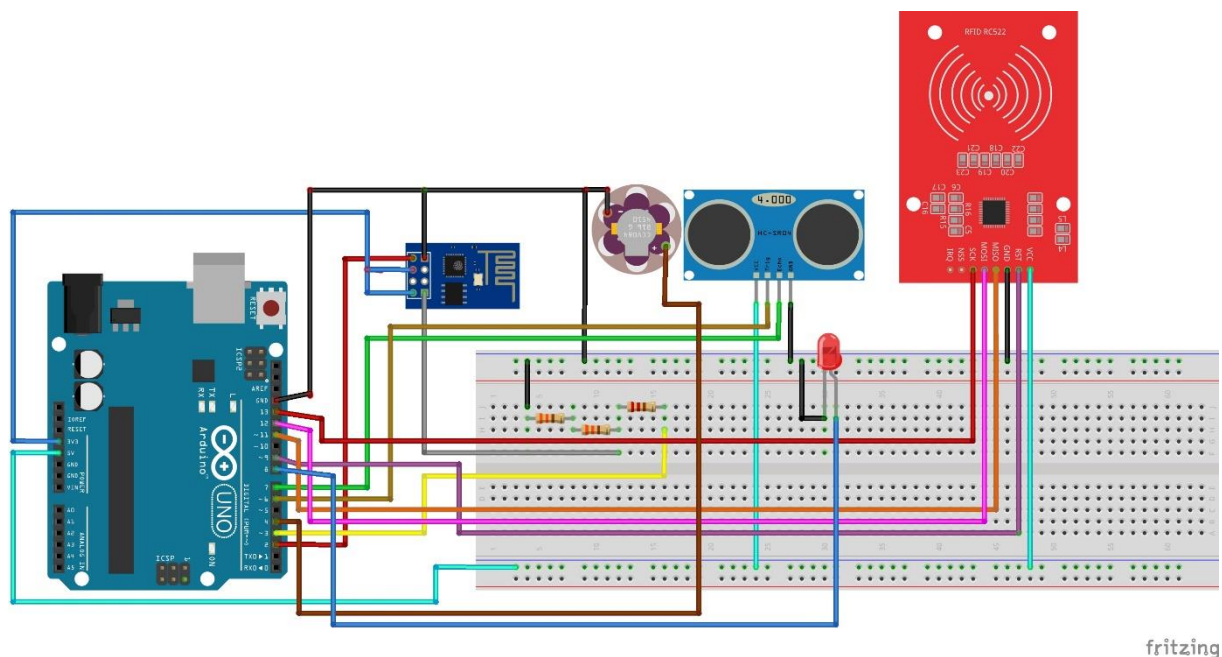


Figure IV-9 : Schéma de montage du système

4.3.2 Application Web

Comme il a été mentionné dans les lignes qui précèdent, notre système intègre une application web servant d'interface homme-machine permettant aux utilisateurs du système d'effectuer aisément différentes tâches. Les captures d'écran suivantes donnent un aperçu général de l'application web, partant de l'accueil au dépouillement des données.

a. Page d'accueil

Cette page représente la page qui renseigne sur le tous les contenus de notre application ainsi que le message d'accueil du centre neuropsychiatrique.



Figure IV-10 : Page d'accueil de PTCenter

b. Page d'authentification

L'interface d'authentification permet aux utilisateurs du système de se connecter en utilisant un User Name et un mot de passe (login) pour avoir l'accès au système.

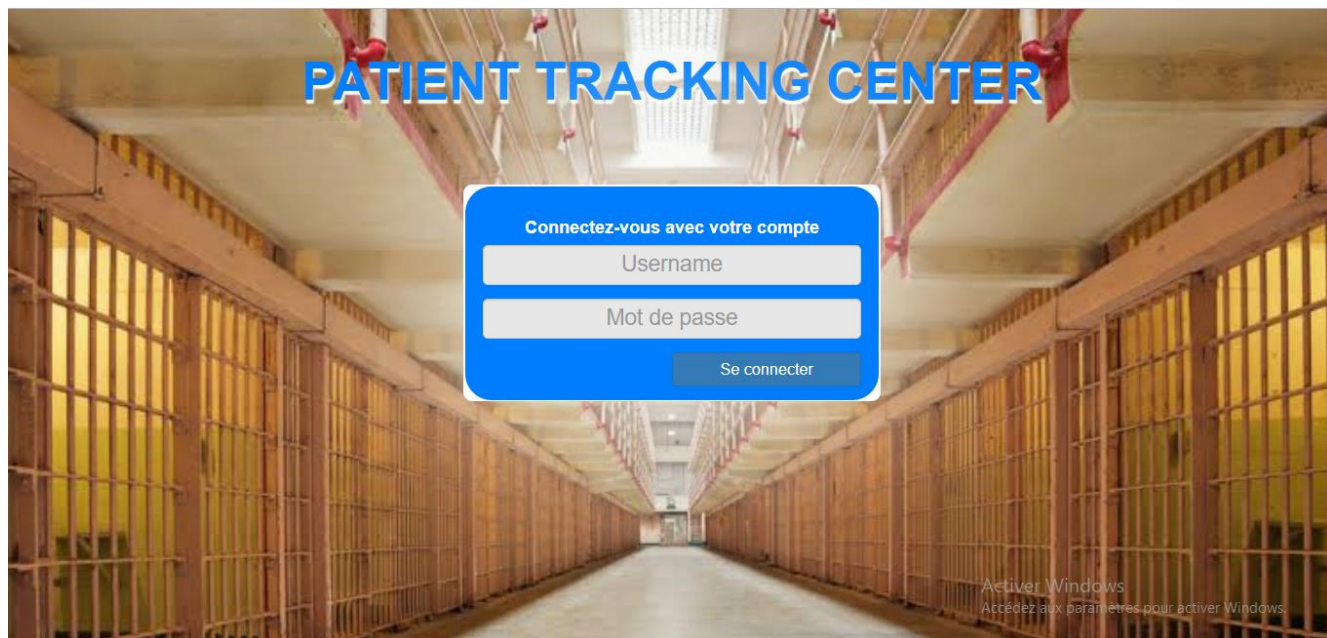


Figure IV-11 : Page d'authentification

c. Page d'enregistrement Patient

Cette page permet à l'utilisateur d'enregistrer les patients à partir d'un formulaire où il pourra saisir les informations du patient ; il aura juste à cliquer sur le bouton « nouveau patient » dans « Listes patients ».

The screenshot shows a web application interface for patient registration. The header is dark blue with the text 'PATIENT TRACKING CENTER' and four navigation icons: a home icon labeled 'Accueil', a folder icon labeled 'Donnes des patients', a list icon labeled 'Listes patients', and a user icon labeled 'Utilisateurs'. The main content area has a blue background with a network diagram and a silhouette of a head. A white form titled 'Enregistrement Patient' is centered. It contains the following fields: 'Nom', 'Prenom', a date field 'jj/mm/aaaa', a dropdown menu 'Selectionner le groupe sanguin', 'etat psychique', 'poids', 'taille', and another dropdown menu 'Code RFID'. A green button labeled 'Enregistrer' is located at the bottom right of the form. A small watermark 'Active Windows' is visible in the bottom right corner of the screenshot.

Figure IV-12 : Page avec formulaire du patient

d. Page donnée patients

Après avoir enregistré les patients dans la base de données, l'administrateur peut facilement voir leurs données importantes qui lui permettraient de faire la surveillance en temps réel à partir des valeurs fournies par la puce RFID et l'ultrason.

The screenshot shows the 'Données des patients' page of the Patient Tracking Center. The table displays patient records with columns for patient ID, weight, height, name, date and time of registration, location, and room number.

NUM	POIDS	TAILLE	NOM	DATE DE NAISSANCE	ETAT PSY	POIDS	TAILLE	ID CARTE
309	0	0	RACHID	2019-09-07 13:20:27	etat psy	60	2	5555555
310	0	0	RACHID	2019-09-07 13:20:30	etat psy	60	2	5555555
311	0	0	RACHID	2019-09-07 13:20:33	etat psy	60	2	5555555
312	2.1	1.5	RACHID	2019-09-07 13:28:24	etat psy	60	2	5555555
313	22.76	1.5	RACHID	2019-09-07 13:34:39	etat psy	60	2	5555555
314	0.37	1.5	RACHID	2019-09-07 13:41:44	etat psy	60	2	5555555
315	3.5	1.5	RACHID	2019-09-07 13:42:13	etat psy	60	2	5555555

Figure IV-13 : Page avec les données Patients

e. Page Listes patients

Cette page affiche tous les patients qui sont enregistrés; c'est-à-dire à partir de l'opération d'enregistrement.

The screenshot shows the 'Listes patients' page of the Patient Tracking Center. The table displays a list of patients with columns for patient ID, name, first name, date of birth, blood group, mental state, weight, height, and ID card number.

NUM	NOM	PRENOM	DATE DE NAISSANCE	GROUPE SANGUIN	ETAT PSY	POIDS	TAILLE	ID CARTE
1	Nom	prenom	2019-09-03	O+	etat psy	60	2	5555555
60	1990-07-19	Mdjogo	1990-07-19	Mdjogo	A-	1.96	0	1234
61	Bambu	Bambu	2019-09-20	B+	moyen	45	1.96	1234
62	cccc	cccc	2019-08-31	B-	ccc	20	25	1

Figure IV-14 : La liste des patients

4.4 Conclusion partielle

Dans cette partie nous avons présenté les différentes composantes qui ont contribué à la mise en place de notre système. Nous avons ensuite présenté les interfaces de pilotage pour prendre en main l'application web développée.

CONCLUSION GENERALE

Dans notre travail, rédigé dans le cadre de la fin de nos études, nous nous sommes attelé à mettre en œuvre un système de positionnement qui assure un certain nombre de fonctionnalités comme la localisation, l'authentification par login, la détection d'incidents, etc. avec comme soucis de surveiller les personnes aliénées mentales afin d'éviter qu'elles commettent des crimes d'une manière inconsciente.

Ledit sujet, nous a aidé à mener une étude sur la manière dont les systèmes de positionnement fonctionnent, premièrement dans un milieu ouvert et deuxièmement dans un milieu confiné. Ensuite nous avons fait une étude sur le lieu où nous aurons à utiliser notre système afin de proposer une application web utilisable de façon simple et par des personnes bien définies par l'administrateur.

A l'initiale nous nous sommes posé les questions suivantes :

- Existe-t-il un système efficace de surveillance des patients se trouvant au sein du centre hospitalier neuropsychiatrique de Goma ?
- Est-il possible de concevoir un système simple et à moindre coût capable de surveiller à distance et de géolocaliser en temps réel les personnes avec aliénation mentale ?
- Existe-t-il un moyen de tenir compte des aspects sécuritaires et éthiques de ces personnes atteintes d'aliénation mentale qui seront contrôlées par l'administrateur système ?

En évoluant dans le travail, nous avons constaté que le CHNP/Goma ne possédait pas un système de surveillance des patients permettant d'assurer leurs sécurités en temps réel. Mais au contraire il y avait seulement un service de gardiennage qui ne parvenait pas à maîtriser les aliénées mentales surtout ceux qui sont dans un état critique.

Par la suite ; nous nous sommes inspiré des principes clés de la protection des données personnelles de la CNIL ainsi que sur la notion fondamentale de la sécurité informatique qui se base sur la cryptographie.

Après avoir modélisé et conçu notre système de positionnement, nous avons affirmé avec forte conviction que notre apport pourrait résoudre les problèmes qu'ont toujours connus les agents du centre hospitalier neuropsychiatrique de Goma.

Ce travail se veut aussi être un moyen d'introduire de façon significative des nouvelles technologies de sécurité et de surveillance dans notre milieu d'étude.

Pour arriver à cette fin nous sommes passé par une phase de conception et modélisation, tout en fixant dans un cahier des charges, certaines fonctionnalités qui devrait nécessairement implémenter notre nouveau système. Nous sommes ensuite passés par un choix des technologies à utiliser. Notre attention s'est tournée vers la plateforme Open Source Arduino comme moyen de bord pour notre système.

Nous sommes aussi passés par une étape d'implémentation du système physique et de l'application Web qui tient lieu d'interface de pilotage après la conception du prototype.

N'ayant aucunement la prétention d'avoir fait une œuvre idéale ou d'avoir couvert tous les champs relatifs à ce sujet, nous sommes ouverts aux suggestions et critiques constructives. Nous proposons aussi aux futurs chercheurs, qui auront à cœur de continuer sur notre lancée, de prendre en compte toutes les coordonnées géographiques du centre, d'optimiser et de dimensionner une source électrique autonome, d'insérer un système de reconnaissance faciale afin de rendre le système plus attrayant, confortable et encore plus répondant aux normes de standardisation.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] M. F. M. e. X. L. Chi-Yin Chow, Artist, *A Peer-to-Peer Spacial Cloaking Algorithm for Anonymous(LBS)*. [Art]. ACM DIGITAL LIBRARY, 2006.
- [2] Jean-Eudes, Cours sur la sphère céleste, le repere dans le ciel, l'astrométrie et les distances dans l'univers, Abbadia, Septembre 2017.
- [3] K. I. KOSSONOU, Etude d'un système de localisation 3D haute précision basé sur les techniques de transmission ultra large bande à basse consommation d'énergie pour les objets mobiles communicants, Abidjan, Mai 2014.
- [4] S. K. S. J. S. Vijaya Khamkar, «An Arduino Based Indoor et Outdoor Positining System,» *International Journal of Scientific Enginneering and Applied Science*, vol. 4, n° %13, 2018.
- [5] A. VERVISH-PICON, Etude de système de positionnement en interieur utilisant des mesures de phase du code ou de phase de la porteuse de signaux de navigation des satellites, 2002.
- [6] MULUMBATI, La technique d'observation, Lubumbashi: Edition Africa, 1980.
- [7] P. D. I. C. TAKENGA, Cours des systèmes de positionnement et les applications mobiles tech2, Goma, 2016.
- [8] Fizeo, «Google,» 08 Mars 2019. [En ligne]. Available: www.fizeo.fr/blog/wp-content/uploads/.../Géolocalisation-2. [Accès le Vendredi mars 2019].
- [9] K. N. Séraphine, Cconception et réalisation d'un système de géolocalisation des automobiles par GPS/GSM, Goma, 2015.
- [10] voyage.ideoz. [En ligne]. Available: <https://voyages.ideoz.fr/obelisque-concorde-paris-retour-louxor-egypte/v>. [Accès le 13 Mars 2019].

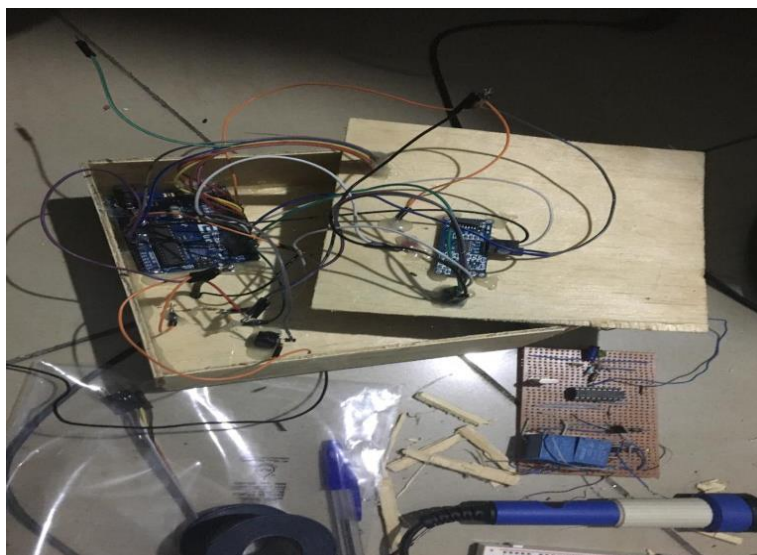
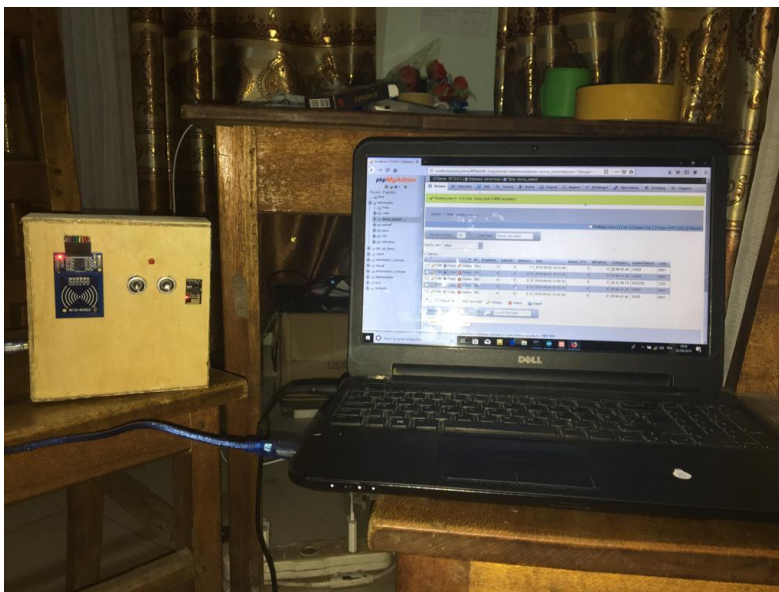
- [11] iProtego, «iProtego,» 10 mars 2019. [En ligne]. [Accès le dimanche mars 2019].
- [12] C. Guide, «Guide pour les employeurs et les salariés,» [En ligne]. Available: <http://edekeyser.com/data/files>. [Accès le mars 2019].
- [13] «Electricalfundablog,» [En ligne]. Available: <https://electricalfundablog.com/global-positioning-system-gps/>. [Accès le 16 Mars 2019].
- [14] «Vanupied,» [En ligne]. Available: <https://www.vanupied.com/blog/calcul-itineraire-en-transport-en-commun.html>. [Accès le 18 Mars 2019].
- [15] «ReseachGate,» [En ligne]. Available: https://www.researchgate.net/figure/architecture-dun-systeme-daugmentation-de-GPS_fig1_37409596. [Accès le 25 Mars 2019].
- [16] «MouchardGPS,» [En ligne]. Available: <https://www.mouchardgps.fr/info/comment-fonctionne-le-gps>. [Accès le 16 Mars 2019].
- [17] «prnoticias,» [En ligne]. Available: <https://prnoticias.com/tecnologia/prtecnologia/20157573-galileo-sistema-gps-europa>. [Accès le 2 Avril 2019].
- [18] «Wikimedia Commons,» [En ligne]. Available: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Dgps1.jpg>. [Accès le 25 Mars 2019].
- [19] J. pierrot, «<https://pierrot.jean.free.fr/>,» juillet 2003. [En ligne]. [Accès le 10 mars 2019].
- [20] J. ARNAUD, Réseaux et Télécoms : cours et exercices corrigés, Paris: Dunod, 2003.
- [21] I. W. PIRARD, «Principe de fonctionnement des réseaux de téléphonie mobile GSM,» Institut Scientifique de Service Public, 2003.
- [22] T. DUMONT, These sur la contribution à la localisation intro-miros. De la modelisation à la calibration théorique et pratique d'estimateurs, Paris-Sud, 2012.
- [23] F. EVENNOU, Techniques et technologies de localisation avancées pour terminaux mobiles dans les environnement indoor, Paris: Grenoble I, 2007.

- [24] D. KABUO, «Rapport de stage effectué au centre neuropsychiatrique Tulizo Letu,» Goma, Novembre 2018.
- [25] [En ligne]. Available: <https://www.google.com/maps/@1.65561,29.18684,780m/data=!3m1!1e3>. [Accès le 27 Août 2019].
- [26] B. K. Trésor, Conception et implémentation d'un système mobile connecté de télésurveillance médicale des paramètres vitaux de santé, Goma, 2018.
- [27] L. C. S. L. W. K. P. Lih Chieh Png, «An Arduino-based Indoor Positioning System (ISP) using visible light communication and ultrasound,» *Nanyang Technological University*, p. 7, 2014.
- [28] J.-S. BILODEAU, Algorithme de localisation par multilateration d'une puce RFID passive pour la reconnaissance d'activités dans un habitat intelligent, Québec, 2013.
- [29] F. C. e. E. Grolleau, Systèmes temps réel de contrôle-commande; conception et implémentation, Paris: Dunod, 2005.
- [30] T. S. Christian, Modélisation des systèmes d'information, Paris: SUPINFO, 2018.
- [31] AFNOR, La démarche de projet, 2013.
- [32] [En ligne]. Available: <https://journals.openedition.org/chs/219>. [Accès le Août 20 2019].
- [33] R. Pascal, SysML par l'exemple, un langage de modélisation pour systèmes complexes, Paris: EYROLLES, 2007.
- [34] M. M. Amine, COURS 5 ANALYSE, ESI, 2011.
- [35] L. AUDIBERT, UML 2.0, Villetaneuse : IUT: Département informatique, 2015.
- [36] [En ligne]. Available: <https://www.gotronic.fr/art-carte-arduino-uno-12420.htm>. [Accès le 02 Septembre 2019].
- [37] [En ligne]. Available: <https://rfid.ooreka.fr/comprendre/rfid-active>. [Accès le 2 Septembre 2019].

- [38] [En ligne]. Available: <https://boutique.semageek.com/fr/372-capteur-de-distance-ultrason-hc-sr04.html>. [Accès le 2 Septembre 2019].
- [39] [En ligne]. Available: <https://f-leb.developpez.com/tutoriels/arduino/esp8266/debuter/>. [Accès le 3 Septembre 2019].
- [40] [En ligne]. Available: <http://fritzing.org/home/>. [Accès le 3 Septembre 2019].
- [41] Logiciel NTZSCH Proteus, [En ligne]. Available: <https://www.netzsch-thermal-analysis.com/fr/produits-solutions/logiciel/proteus/>. [Accès le 3 Septembre 2019].
- [42] E. Ligne, «La Boutique: semageek,» [En ligne]. Available: <https://boutique.semageek.com/fr/372-capteur-de-distance-ultrason-hc-sr04.html>. [Accès le 15 Aout 2019].
- [43] E. Linge, «MakerLab Electronics,» [En ligne]. Available: <https://www.makerlab-electronics.com/product/rc522-rfid-reader-module/>. [Accès le 16 Août 2019].

ANNEXES

A. Photos de la Maquette





B. Extrait du code source

```

#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <SPI.h>
#include <MFRC522.h>
#include "SoftwareSerial.h"

#define I2C_ADDR 0x20 //decommenter ceci en cas d'utilisation du PCF8574 (pour la simulation)
// #define I2C_ADDR 0x27 // decommenter ceci en cas d'utilisation du PCF8574T (pour la réalisation)
// #define I2C_ADDR 0x3F ////decommenter ceci en cas d'utilisation du PCF8574A (pour la simulation)
// <<----- Ajouter votre adresse.

// Broches du LCD -----> Broches du I2C (register)
#define BACKLIGHT_PIN 3
#define En_pin 2
#define Rw_pin 1
#define Rs_pin 0
#define D4_pin 4
#define D5_pin 5
#define D6_pin 6
#define D7_pin 7

#define trigPin 7 //definition de la broche pour la sortie emettrice (Trigger)

```

**ETUDE ET CONCEPTION D'UN SYSTEME DE POSITIONNEMENT INDOOR 2D HYBRIDE BASE
SUR LES TECHNOLOGIES RFID ET ULTRASON**

```

#define echoPin 6 //definition de la broche pour l'entrée receptrice (Echo)

#define redLed 5 //Broche pour la LED rouge

#define buzzer 4 //Broche pour le buzzer

#define RST_PIN    9    // Configuration RST du lecteur sur la broche9
#define SS_PIN    10    // Configuration SS du lecteur sur la broche10

float maDistance = 0;

String myName = "";
String myCode = "";
String myUid = "";
String ssid = "Prince";
String password = "12345prince";

SoftwareSerial esp(2, 3); // RX, TX

String data;

String server = "172.20.10.4"; // www.example.com
String uri = "/mesurepatient.php"; // our example is /esppost.php
//Creation d'une instance du LCD I2C
LiquidCrystal_I2C lcd(I2C_ADDR, En_pin, Rw_pin, Rs_pin, D4_pin, D5_pin, D6_pin, D7_pin);
//Creation d'une instance du mfrc522
MFRC522 mfrc522(SS_PIN, RST_PIN);
//Fonction pour initialisation LCD
void initialiserLCD(){
    lcd.begin (16, 2); // specification du nombre de colonnes et celui des lignes
    lcd.setBacklightPin(BACKLIGHT_PIN, POSITIVE);
    lcd.setBacklight(HIGH);
    lcd.home (); // aller à home b
    lcd.print("Distance= ");
}
//Fonction pour configurations broches entrEe/sortie
void configurerPIN(){
    pinMode(trigPin, OUTPUT);
    pinMode(echoPin, INPUT);
    pinMode(redLed, OUTPUT);
    pinMode(buzzer, OUTPUT);
}
void initialiserMFRC522(){
    SPI.begin(); // Init SPI bus

```

```

mfr522.PCD_Init();
}

//reset the esp8266 module
void reset() {
esp.println("AT+RST");
delay(1000);
if(esp.find("OK") ) Serial.println("Module Reset");else Serial.println("Module Not Reset");
}

//connect to your wifi network
void connectWifi() {
String cmd = "AT+CWJAP=\"\" +ssid+\"\", \"\" + password + \"\"";
Serial.println(cmd);
esp.println(cmd);
delay(7000);
if(esp.find("OK")) {
Serial.println("Connected!");
}
else {
//connectWifi();
Serial.println("Cannot connect to wifi"); }
}

void httpPost () {
data = "uid=" + myUid + "&distance=" + maDistance+ "&name=" + myName+ "&code=" + myCode;
Serial.println(data);
esp.println("AT+CIPSTART=\"TCP\", \"\" + server + "\",80");//start a TCP connection.
if( esp.find("OK")) {
Serial.println("TCP connection ready");
} delay(1000);
String postRequest =
"POST " + uri + " HTTP/1.0\r\n" +
"Host: " + server + "\r\n" +
"Accept: */*\r\n" +
"Content-Length: " + data.length() + "\r\n" +
"Content-Type: application/x-www-form-urlencoded\r\n" +
"\r\n" + data;

```

**ETUDE ET CONCEPTION D'UN SYSTEME DE POSITIONNEMENT INDOOR 2D HYBRIDE BASE
SUR LES TECHNOLOGIES RFID ET ULTRASON**

```

String sendCmd = "AT+CIPSEND=";//determine the number of caracters to be sent.

esp.print(sendCmd);

esp.println(postRequest.length() );

delay(500);

if(esp.find(">")) { Serial.println("Sending.."); esp.print(postRequest);

if( esp.find("SEND OK")) { Serial.println("Packet sent");

while (esp.available()) {

String tmpResp = esp.readString();

Serial.println(tmpResp);

}

// close the connection

initialiserVariables();

esp.println("AT+CIPCLOSE");

}

}}

void setup() {

    esp.begin (115200);//activation du moniteur serie

    Serial.begin (115200);//activation du moniteur serie

    initialiserMFRC522();

    initialiserLCD();

    configurerPIN();

    reset();

    connectWifi();

}

float calculerDistance(){

    float duration, distance;

    digitalWrite(trigPin, LOW); // DEFINITION DU SIGNAL PWM EMIS

    delayMicroseconds(2); // pour s'assurer d'avoir bien 0 à trig pin

    digitalWrite(trigPin, HIGH);

    delayMicroseconds(10); // pour maintenir le 1 à trig pendant 10us pour l'envoi du PING

    digitalWrite(trigPin, LOW);

    duration = pulseIn(echoPin, HIGH);//mesure de la durée haut du signal sur Echo

    distance = duration / 58.0; // conversion du temps en cm

    distance/=100;

    String info ="Distance = ";

    info+=distance;

```

```

Serial.println(info);
return distance;
}

void afficherDistance(){
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("Distance : ");
    lcd.setCursor(10, 0);
    lcd.print(maDistance);
    lcd.print(" m");
}

void affichageExcesDistance(){
    if (maDistance >= 1.5 || maDistance <= 0) {
        lcd.clear();
        lcd.setCursor(0, 0);
        lcd.print("DIST OVER");
        lcd.setCursor(10, 0);
        lcd.print(maDistance);
        lcd.print(" m");
        digitalWrite(redLed, HIGH);
        digitalWrite(buzzer, HIGH);
    }else {
        digitalWrite(redLed, LOW);
        digitalWrite(buzzer, LOW);
    }
}

void getUId(){
    //UId *uid = (&(mfrc522.uid));
    myUId="";
    // UID
    Serial.print(F("Card UID:"));
    for (byte i = 0; i < (&(mfrc522.uid))->size; i++) {
        if((&(mfrc522.uid))->uidByte[i] < 0x10){
            //Serial.print(F(" 0"));
            myUId+=" 0";
        }else{

```

```

// Serial.print(F(" "));

myUid+=" ";

}

String hexValue = String((&(mfrc522.uid))->uidByte[i], HEX);

myUid+=hexValue;

//Serial.print(uid->uidByte[i], HEX);

Serial.print(myUid);

}

Serial.println();

myUid = myUid.substring(1);

Serial.println(myUid);

}

void recupererInformationRFID(){

// Prepare key - all keys are set to FFFFFFFFh at chip delivery from the factory.
MFRC522::MIFARE_Key key;

for (byte i = 0; i < 6; i++) key.keyByte[i] = 0xFF;

//some variables we need

byte block;

byte len;

MFRC522::StatusCode status;

//-----

// Reset the loop if no new card present on the sensor/reader. This saves the entire process when idle.

if ( ! mfrc522.PICC_IsNewCardPresent()) {

return;

}

// Select one of the cards

if ( ! mfrc522.PICC_ReadCardSerial()) {

return;

}

Serial.println(F("***Card Detected:***"));

getUid();

byte buffer1[18];

block = 4;

len = 18;

//----- GET CODE

```

**ETUDE ET CONCEPTION D'UN SYSTEME DE POSITIONNEMENT INDOOR 2D HYBRIDE BASE
SUR LES TECHNOLOGIES RFID ET ULTRASON**

```
status = mfrc522.PCD_Authenticate(MFRC522::PICC_CMD_MF_AUTH_KEY_A, 4, &key, &(mfrc522.uid)); //line 834
of MFRC522.cpp file
```

```
if (status != MFRC522::STATUS_OK) {
    Serial.print(F("Authentication failed: "));
    Serial.println(mfrc522.GetStatusCodeName(status));
    return;
}
```

```
status = mfrc522.MIFARE_Read(block, buffer1, &len);
```

```
if (status != MFRC522::STATUS_OK) {
    Serial.print(F("Reading failed: "));
    Serial.println(mfrc522.GetStatusCodeName(status));
    return;
}
```

```
//PRINT CODE
```

```
for (uint8_t i = 0; i < 16; i++)
```

```
{
    if (buffer1[i] != 32)
    {
        //Serial.write(buffer1[i]);
        myCode+=(char)buffer1[i];
    }
}
```

```
//----- GET NAME
```

```
byte buffer2[18];
```

```
block = 1;
```

```
status = mfrc522.PCD_Authenticate(MFRC522::PICC_CMD_MF_AUTH_KEY_A, 1, &key, &(mfrc522.uid)); //line 834
```

```
if (status != MFRC522::STATUS_OK) {
    Serial.print(F("Authentication failed: "));
    Serial.println(mfrc522.GetStatusCodeName(status));
    return;
}
```

```
status = mfrc522.MIFARE_Read(block, buffer2, &len);
```

```
if (status != MFRC522::STATUS_OK) {
    Serial.print(F("Reading failed: "));
    Serial.println(mfrc522.GetStatusCodeName(status));
    return;
}
```

```

}

//PRINT NAME

for (uint8_t i = 0; i < 6; i++) {
    //Serial.write(buffer2[i] );
    myName+=(char)buffer2[i];
}

Serial.println("\nMyName = "+myName+" MyCode = "+myCode+"\n");

//-----

Serial.println(F("\n**End Reading**\n"));

mfr522.PICC_HaltA();
mfr522.PCD_StopCrypto1();
}

void initialiserVariables(){
    myName="";
    myCode="";
    myUId="";
}

void loop() {
    recupererInformationRFID();
    maDistance = calculerDistance();
    afficherDistance();
    affichageExcesDistance();
    httpost ();
    delay(10);
}

```