REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHESCIENTIFIQUE

UNIVERSITE YAHIA FARES DE MEDEA



Faculté des Sciences

Mémoire de fin d'études de Master

Filière : Informatique

Spécialité : Ingénierie des systèmes et technologie du web

Proposition d'un système médical pour aider la protection civile au cours de leurs interventions

Présenté par :

- Esselimani Fatma Zohra.
- Chennoufi Warda.

Proposé et Dirigé par :

Dr.Tiberkak Allal.

Dr. Zerrouki Mouna El Islam

Année Universitaire : 2023-2024

Remerciements

En tout premier lieu, nous remercions le bon Dieu, tout puissant, qui nous a donné la capacité d'élaborer ce travail, nous a dirigé tout droit vers le bon chemin et nous a donné la volonté, la santé et la patience pour atteindre nos buts.

Nous remercions particulièrement notre promoteur, Dr. Tiberkak Allal, pour l'honneur qu'il nous a fait en acceptant de diriger ce travail, pour sa disponibilité, sa compréhension, sa gentillesse et son soutien.

Nous remercions l'ensemble des membres du jury : Dr. Babaali Baligh et Dr. Hadjir Ismail pour avoir accepté de juger ce travail.

Le travail pratique est effectué au niveau du l'unité principale de la protection civile de la wilaya de Médéa.

Nous adressons nos vifs remerciements à Dr Zerrouki Mouna El Islam, qui nous a accompagnés tout au long de notre stage pratique, pour ses idées et son aide précieuse.

Nous exprimons également nos sincères remerciements à tous les employés de la protection civile de la wilaya de Médéa.

Enfin, nous tenons à exprimer notre reconnaissance et nos remerciements à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin par leur soutien à la réalisation de ce modeste travail.

Dédicace

Avec l'aide de Dieu le Tout-Puissant, ce travail est achevé, et je le dédie à tous ceux qui me sont très chers.

A mes très chers parents qui m'ont tout donné ; ma mère pour tout ce qu'elle a fait durant mes années d'études et mon père pour son soutien moral. Que ce Travail soit le témoignage de mes affections et mes reconnaissances.

À mes très chères sœurs et frères : Sarah, Loubna, Yousra, Chaker et Mohamed.

À mon adorable neveu Ishak, à qui je souhaite le meilleur avenir.

À mes chères amies : Meriem, Houda, Kawther et Kaltoum et tous mes amis de l'université et d'ailleurs.

Enfin, je dédie ce travail à toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.

Fatma Zohra

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

A la mémoire de ma très chère mère.

A mon cher père que Dieu me la garde,

A mes chers frères et sœurs et leurs enfants.

A mes chères amies et tous mes amis de l'université.

A tous qui m'ont encouragé et aidé dans la réalisation de ce travail.

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

Louange à Allah, avant tout et après tout, pour ses bienfaits et sa bénédiction.

Warda

Résumé :

La protection civile est un service public chargé de protéger les personnes, les biens et l'environnement en cas d'accident ou de catastrophe. Elle intervient dans de nombreux domaines comme la sécurité civile, la gestion des risques, les secours d'urgence, une des principales missions de la protection civile est la prise en charge des urgences médicales à travers le service des ambulances, ces dernières étant des véhicules spécialement aménagés pour le transport sécurisé des personnes malades ou blessées et leur prise en charge médicale d'urgence.

L'objectif de ce mémoire est de proposer un système médical pour identifier les ambulances spécialisées et assurer une réponse rapide et efficace aux urgences médicales, en envoyant l'ambulance spécialisée la mieux équipée pour prendre en charge le cas spécifique du patient, ce système vise à apporter la réponse la plus appropriée et la plus rapide possible aux urgences, en fonction de la nature et de la gravité de chaque cas, dans le but de sauver un maximum de vies.

Mots-clés :

Protection civile, ambulances, système médical, ambulances spécialisées, WBAN, WSN, IoT.

Abstract:

Civil protection is a public service responsible for protecting people, property, and the environment in the event of an accident or disaster. It intervenes in many areas such as civil safety, risk management, emergency rescue, one of the main missions of civil protection is handling medical emergencies through the ambulance service, with ambulances being vehicles specially equipped for the safe transport of sick or injured individuals and providing them with emergency medical care.

The objective of this memorandum is to propose an medical system to identify specialized ambulances and ensure a rapid and efficient response to medical emergencies by dispatching the best-equipped specialized ambulance to handle the patient's specific case, this system aims to provide the most appropriate and fastest response to

emergencies, based on the nature and severity of each case, in order to save as many lives as possible.

Keywords:

Civil protection, ambulances, medical system, specialized ambulances, WBAN, WSN, IoT.

الملخص:

الحماية المدنية هي خدمة عامة مكلفة بحماية الأشخاص والممتلكات والبيئة في حالة وقوع حادث أو كارثة. تتدخل في العديد من المجالات مثل السلامة المدنية وإدارة المخاطر والإسعافات الطارئة، وما إلى ذلك، إحدى المهام الرئيسية للحماية المدنية هي التعامل مع الطوارئ الطبية من خلال خدمة سيارات الإسعاف، وهذه الاخيرة هي مركبة مجهزة بشكل خاص لنقل المرضى أو المصابين بأمان وتقديم الرعاية الطبية الطارئة له..

هدف هذا البحث هو اقتراح نظام طبي لتحديد سيارات الإسعاف المتخصصة وضمان استجابة سريعة وفعالة للحالات الطارئة الطبية، من خلال إرسال سيارة الإسعاف المتخصصة الأكثر تجهيزاً للتعامل مع الحالة المحددة للمريض. يهدف هذا النظام إلى تقديم الاستجابة الأنسب والأسرع الممكنة للحالات الطارئة، وفقًا لطبيعة وخطورة كل حالة، بهدف إنقاذ أكبر عدد ممكن من الأرواح.

الكلمات المفتاحية:

الحماية المدنية، سيارات الإسعاف، النظام الطبي، سيارات الإسعاف المتخصصة، شبكات WBAN، شبكات WSN، إنترنت الأشياء (IoT).

Table des matières

Remerciements ..... **I**

Dédicace ..... **II**

Résumé : ..... **VI**

Liste des tableaux ..... **VII**

Liste des figures ..... **IX**

Liste des abréviations ..... **X**

Introduction générale **1**

……..Chapitre 1 Généralités sur les Wireless Body Area Network **4**

1. Introduction : **5**

2. Définition d'un WSN : **5**

3. Définition d'un WBAN : **6**

4. Architecture de communication des WBANs : **7**

5. Domaines d'application des WBANs : **8**

5.1. Domaine médicale : **9**

5.2. Domaine non médical : **9**

5.2.1.Domaine militaire : **9**

5.2.2.Entrainement sportif : **10**

5.2.3.Applications de divertissement : **10**

6. Topologies des réseaux WBAN : **10**

6.1. Topologie point à point : **11**

6.2. Topologie en étoile : **11**

6.3. Topologie en maille : **11**

6.4. Topologie en arbre : **11**

7. Les capteurs : **11**

7.1. Types d'appareils dans les WBAN : **12**

7.2. Architecture d'un capteur : **12**

7.2.1.Capteurs de mesure des signes vitaux utilisés dans les WBANs : **14**

7.2.2.Capteurs de surveillance de l'environnement autour de corps humain : **14**

8. Technologies de communication des WBANs : **15**

9. Recherches récentes sur les WBAN : **16**

10. Conclusion : **17**

…….Chapitre 2 Ambulance médicale 18

1. Introduction : 19

2. Définition : 19

3. Technologie de l'ambulance médicale : 20

3.1. Capteurs médicaux : 20

3.2. Système de surveillance en temps réel : 20

3.3. Intégration des données médicales : 20

4. Avantages de l'ambulance médicale : 20

4.1. Réduction des temps de réponse : 21

4.2. Amélioration des soins médicaux d'urgence : 21

4.3. Prise de décision éclairée : 21

5. Urgences vitales : 21

6. Travaux connexes : 22

6.1. Système IoT de surveillance et suivi des ambulances : 23

6.2. Système de gestion des ambulances dans les villes médicales : 24

6.3. Système médical de surveillance des patients à l'ambulance : 25

6.4. Conception et développement du système Go-Ambulance basé sur la technologie IoT : 25

6.5. Ambulance médicale : 26

6.6. Ambulances médicales pour la détection, le suivi et la réponse aux accidents basés sur l'IoT : 27

7. Comparaison entre les systèmes proposés : 28

8. Conclusion : 30

…….Chapitre 3 Conception et réalisation **..... 31**

1. Introduction: 32

2. Schéma fonctionnel du système médical pour l'appel d'ambulances spécialisées : …….32

2.1. Centre de réception des appels d'urgence (CRAU) : 32

2.2. Base de données des ambulances spécialisées : 32

2.3. Algorithmes d'intelligence artificielle : 32

2.4. Système de navigation médical : 33

2.5. Communication directe : 33

2.6. Connexion avec les hôpitaux : 33

3. Phase de conception : 34

3.1 . Diagramme d'architecture système : 35

3.2 . Diagramme de cas d'utilisation : 35

3.6. Diagrammes des séquences : 37
3.7. Diagramme de classe :..... 41
4. L'environnement de développement :..... 42
4.1. Visual Studio code : 42
4.2. HTML :..... 43
4.3. CSS : 43
4.4. Javascript : 43
4.5. Php : 43
5. Système de gestion de base des donnés :..... 44
5.1. PhpMyAdmin : 44
5.2. MySQL : 44
6. Les logiciels de développement utilisés : 44
6.1. XAMPP : 44
6.2. Star UML : 44
7. Présentation des interfaces de notre système : 45
8. Conclusion: 50
conclusion générale..... 51
Références..... 53

Liste des tableaux

Table 1: Caractéristiques des technologies sans fil utilisées dans les WBANs. 15
Table 2: Exemples des projets WBAN développés. 17
Table 3: Comparaison entre les systèmes proposés. 29

Liste des figures

Figure 1: Réseau de capteurs sans fil. 6
Figure 2: Domaines d'application des WSNs. 6
Figure 3: Architecture à trois niveaux de WBAN. 7
Figure 4: Domaines d'application des WBANs. 8
Figure 5: Topologies des WBANs. 10
Figure 6: Architecture d'un capteur 13
Figure 7: Capteurs biomédicaux et leurs utilisations 14
Figure 8: Caractéristiques des technologies utilisées par les WBANs**.** 16
Figure 9: Système proposé basé sur le cloud 23
Figure 10: Système de gestion des ambulances dans les villes médicales. 25
Figure 11: Diagramme d'architecture système 26
Figure 12: Architecture système de (MDTM - Transmission et Surveillance des Données Médicales). 27
Figure 13: Flux du système ERMS. 28
Figure 14: Schéma fonctionnel de la relation. 34
Figure 15: Diagramme d'architecture système. 35
Figure 16: Diagramme de cas d'utilisation. 36
Figure 17: Diagramme de séquence pour s'authentifier. 37
Figure 18: Diagramme de séquence pour signaler une urgence. 38
Figure 19: Diagramme de séquence pour mobiliser une ambulance. 38
Figure 20: Diagramme de séquence représente pour contacter les hôpitaux. 39
Figure 21: Diagramme de séquence pour terminer l'intervention. 40
Figure 22: Diagramme de séquence de gérer les ambulances. 40
Figure 23: Diagramme de séquence de gérer les hôpitaux. 41
Figure 24: Diagramme de séquence de gérer les utilisateurs. 41
Figure 25: Diagramme de classe. 42
Figure 26: Interface accueil. 45
Figure 27: Interface de se connecter. 45
Figure 28: Interface de l'inscription. 46
Figure 29: Interface pour signaler une urgence. 46
Figure 30: Interface de CCO. 47

Figure 31: Interface de l’ambulance. 47
Figure 32: Interface gérer les utilisateurs. 48
Figure 33 : Interface gérer les ambulances. 48
Figure 34 : Interface gérer les hôpitaux. 49
Figure 35 : Interface de l’Hôpital. 49

Liste des abréviations

WBAN	Wireless Body Area Network
WSN	Wireless Sensor Network
BAN	Body Area Network
OMS	Organisation mondiale de la santé
MCV	Maladies cardiovasculaires
PDA	Personal Digital Assistant
GPS	Global Positioning System
ADC	Analog-to-Digital Converter
ECG	Electro Cardio Graphie
EEG	Electro-Encéphalo Graphe
EMG	Electro Myo Gramme
CAP	Phase de Contention Access
CFP	Phase de Contention Free
GTS	Guaranteed Time Slots
LRWPAN	Low Rate Wireless Personale Area Network
OSI	Open Systems Interconnection
PHY	Couche physique
MAC	Contrôle d'accès au médium
CSMA/CA	Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance
ISM	Industrial, Scientific and Medical
UWB	Technologie radio ultralarge bande
HBC	Human Body Communication
DME	Dossiers médicaux électroniques
AVC	Accident vasculaire cérébral
IoT	Internet des objets
MDTM	Transmission et Surveillance des Données Médicales
ERMS	Système de gestion et de réponse aux demandes d'urgence
VC	Capteurs de vibrations
CRAU	Centre de réception des appels d'urgence
BDD	Base de données

IA	Intelligence artificielle
UI	Interface utilisateur
CCO	Centre de Coordination Opérationnel
HTML	HyperText Markup Language
CSS	Cascading Style Sheets

INTRODUCTION GENERALE

Ces dernières années, l'Algérie a connu une transformation radicale dans le domaine des services de protection civile, en particulier dans le service médical. Cette transformation représente une véritable phase de succès, où le pays est passé d'un état de faiblesse et de manque de moyens à un niveau avancé d'équipements et de capacités, soutenus par les dernières techniques et technologies.

Dans le passé, les services de protection civile faisaient face à d'énormes défis. Les ambulances étaient anciennes, manquant d'équipements médicaux nouveaux. Ces véhicules étaient sujets à des pannes en cours de route, retardant dangereusement leur arrivée sur les lieux des incidents.

Quant aux ressources humaines, elles souffraient d'un manque des technologies nouvelles. Ce manque avait un impact direct sur la qualité des services rendus. De même, la mauvaise planification des routes et le manque de panneaux de signalisation ont conduit à la perte des ambulances et à des retards d'arrivée sur les lieux des incidents.

En l'absence de technologies modernes, le suivi et l'orientation des ambulances étaient extrêmement difficiles. Il y avait également des problèmes de coordination et de communication entre les équipes d'ambulanciers et les autorités compétentes, rendant difficile l'orientation rapide des équipes vers les lieux des incidents. Ces facteurs combinés ont conduit à des retards dans la réponse aux urgences, menaçant la vie de nombreux citoyens.

Mais ces dernières années, l'Algérie a connu un changement positif significatif dans ce domaine. La flotte d'ambulances a été renouvelée avec des véhicules modernes et équipés des dernières technologies médicales. De nouvelle infrastructure de la protection civile ont également été construite, équipées des moyens les plus récents. Dans le domaine des ressources humaines, des centres de formation spécialisés ont été créés pour former les éléments selon les plus hautes normes internationales.

Le plus grand changement viendra avec l'introduction de la technologie moderne. Les ambulances seront équipées de systèmes de suivi par satellite, permettant de localiser précisément leur position et de surveiller leurs mouvements pour assurer leur arrivée sur les lieux des incidents dans les plus brefs délais. Des applications mobiles seront également lancées, permettant aux citoyens de demander une ambulance et d'envoyer

leurs données médicales et leur localisation d'une simple pression de bouton, économisant ainsi un temps précieux.

Dans le domaine des soins de santé, des systèmes de surveillance médicale à distance seront développés. Ces systèmes utiliseront des appareils médicals installés dans les maisons des patients pour transmettre directement leurs données médicales aux hôpitaux, permettant d'évaluer leur état et de fournir les soins appropriés sans toujours avoir besoin de les déplacer.

Enfin, l'utilisation de l'intelligence artificielle sera renforcée pour analyser rapidement et efficacement les données médicales des patients, aidant au diagnostic des cas d'urgence et à la fourniture des traitements appropriés dans les plus brefs délais. La coordination et les communications entre les différentes parties prenantes seront également améliorées pour assurer une intervention rapide et efficace.

Ces améliorations s'appuieront en partie sur les Wireless Body Area Network (WBAN), des réseaux de capteurs sans fil déployés à proximité ou à l'intérieur du corps humain. Les WBAN permettront une surveillance continue des paramètres médicaux vitaux comme la fréquence cardiaque, la pression artérielle et le taux d'oxygène dans le sang. Ces données seront transmises en temps réel via des technologies sans fil modernes vers les centres médicaux pour analyse. Les WBAN faciliteront grandement le suivi médical à distance des patients, améliorant ainsi la rapidité d'intervention en cas d’urgence.

D'importantes ressources seront investies dans l'amélioration de l'infrastructure routière, la formation et la qualification des conducteurs, et le renforcement de la coordination et des communications. Ces efforts intégrés conduiront à une transformation radicale du secteur de la protection civile en Algérie.

L'objectif de ce mémoire est de proposer un système médical pour identifier des ambulances spécialisées et assurer une réponse rapide et efficace aux urgences médicales, en envoyant l'ambulance spécialisée la mieux équipée pour prendre en charge le cas spécifique du patient.

Ce système vise à apporter la réponse la plus appropriée et la plus rapide possible aux urgences, en fonction de la nature et de la gravité de chaque cas, dans le but de sauver un maximum de vies.

Pour toucher à tous les aspects du mémoire, l'étude se subdivise en trois chapitres : deux chapitres théoriques et un chapitre pratique. Le premier offre un aperçu général sur les réseaux de capteurs corporels sans fil (Wireless Body Area Network, WBAN), le deuxième chapitre Expliquer le concept d'ambulance médicale et les technologies utilisées comme l'Internet des objets et l'intelligence artificielle pour améliorer la qualité des soins médicaux aux patients pendant leur transport. Il passe également en revue les recherches et les systèmes proposés dans ce domaine et le dernier chapitre est conçu pour expliquer un système médical pour identifier des ambulances spécialisées en fonction du type d'urgence médicale. Cela implique de décrire les principales composantes du système et ses schémas détaillés tels que les diagrammes de cas d'utilisation, de séquence et de classes.

CHAPITRE 1

Généralités sur les Wireless Body Area Network

1. Introduction :

Les réseaux de capteurs sans fil (Wireless Sensor Networks - WSNs) et les réseaux de capteurs corporels sans fil (Wireless Body Area Networks -WBANs) sont deux types de réseaux de capteurs qui présentent des similitudes mais aussi des différences importantes.

La communication sans fil centrée sur le corps est désormais acceptée comme une partie importante des systèmes de communications mobiles de 4ème génération (et au-delà), prenant la forme de réseaux homme à homme intégrant des capteurs portables et des communications.

Il existe également un certain nombre de systèmes de communication centrés sur le corps pour des professions spécialisées, telles que les auxiliaires médicaux, protection civile, le personnel militaire et les systèmes de détection et d'assistance médicale.

Pour soutenir ces développements, des recherches considérables sont en cours sur les antennes et la propagation des systèmes de communication centrée sur le corps.

2. Définition d'un WSN :

Un réseau de capteurs sans fil (Wireless Sensor Network WSN) est composé d'un ensemble de capteurs communicants ; le nombre de capteurs peut varier entre quelques dizaines à des milliers. Ces capteurs sont de petite taille, ils sont dotés d'une source énergétique réduite.

Un réseau de capteurs sans fil n'exige généralement aucune infrastructure, il est utilisé pour effectuer des tâches de collecte de données et de surveillance sur un terrain d'intérêt. Le déploiement des capteurs peut être structuré ou aléatoire dans une zone géographique appelée champ de captage ou zone de déploiement (Figure 1).

Les données captées par les capteurs seront envoyées à l'aide d'une connexion sans fil vers un (ou plusieurs) point de collecte appelé station de base. Le domaine d'application des WSNs est très large, il comprend le domaine des transports, santé, agriculture de précision, les applications industrielles, la sécurité, la surveillance de l'environnement **[1]**. La Figure2 montre les domaines d'application des WSNs.

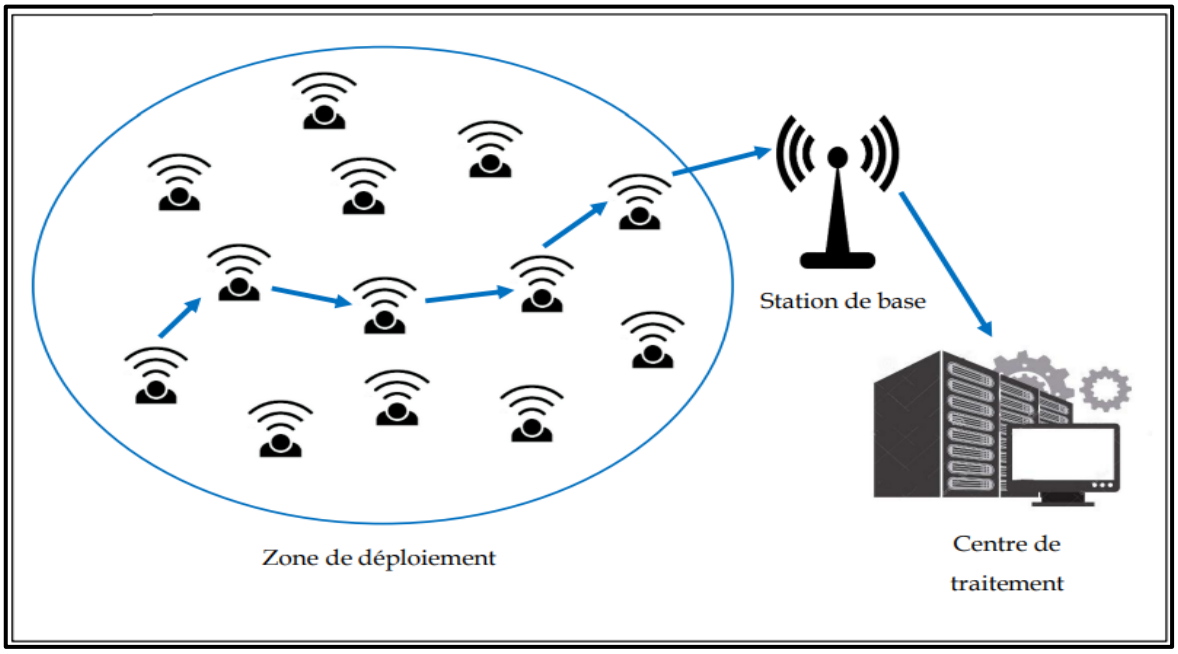


Figure 1: Réseau de capteurs sans fil **[1].**

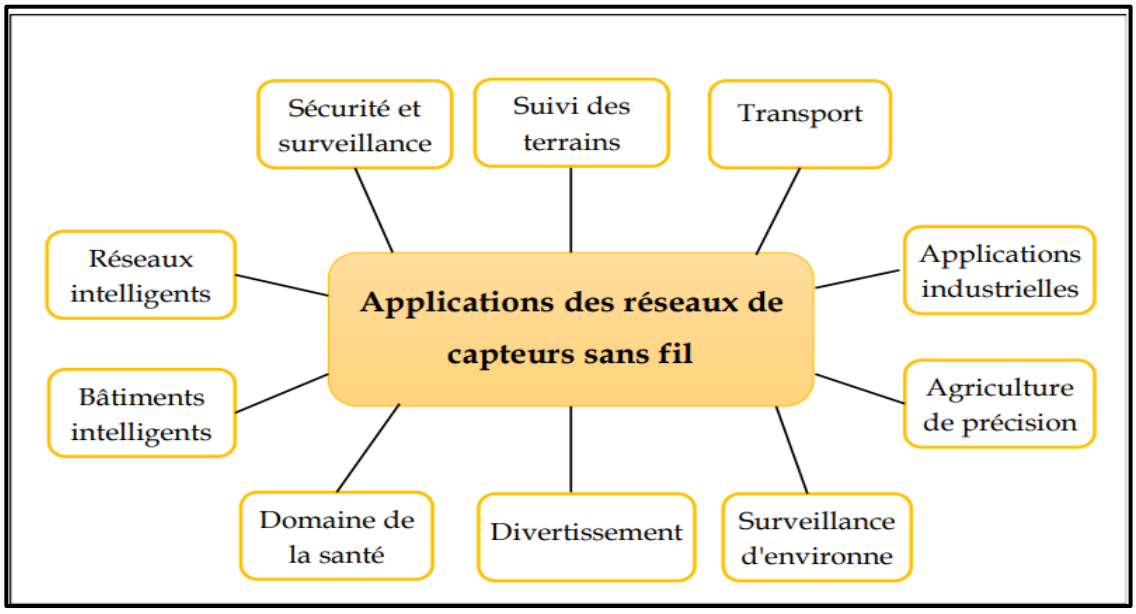


Figure 2: Domaines d'application des WSNs **[1].**

3. Définition d'un WBAN :

Un réseau de capteurs corporels sans fil (Wireless Body Area Network WBAN) est un cas particulier des WSNs, il est constitué d'un ensemble de capteurs miniaturisés portés ou implantés sur le corps humain. Ces capteurs sont capables de prendre des mesures sur les caractéristiques physiologiques du corps humain ou sur son environnement. Ces données captées seront enregistrées puis envoyées à l'aide d'une connexion sans fil vers un dispositif

central de traitement appelé sink. Le sink contrairement aux autres nœuds est connu par ses capacités élevées sur le plan énergétique et puissance de calcul **[2].**

4. Architecture de communication des WBANs :

La figure (fig 3) représente l'architecture générale d'un système WBAN, Elle illustre le cycle de vie de ce système et explique comment les capteurs corporels envoient les informations collectées avec une connexion sans fil.

Par la suite, ces informations sont transmises à la base de données pour les enregistrer dans le but de les voir plus tard par le médecin de la protection civile par exemple pour obtenir un diagnostic, ou bien transmises à un équipement correspondant qui émet une alerte d'urgence **[3]**.

Parfois, on utilise des capteurs autour du patient, sur son environnement (Par exemple sur la maison) pour obtenir des mesures physiques.

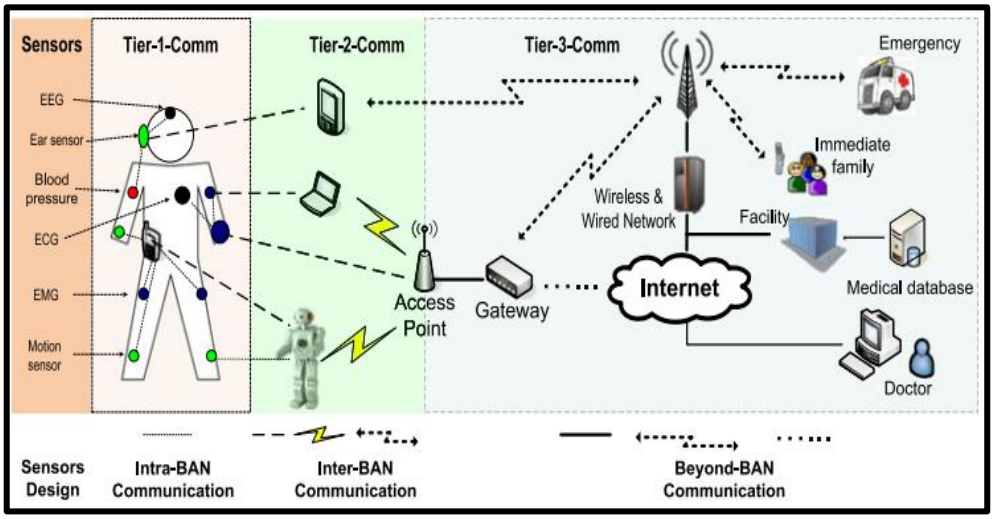


Figure 3 : Architecture à trois niveaux de WBAN **[3].**

Comme il est présenté dans la Figure 4, on peut classifier un système WBAN en 3 niveaux principaux :

- **Niveau Intra-BAN :**

La communication à ce niveau concerne l'échange de différents types d'information entre les capteurs des fonction vitales portés ou implantés sur le corps humain et l'unité de collecte (Sink). Le sink est le nœud central dans l'intra-BAN, il est doté de fortes puissances en matière d'énergie et de puissance de calcul. La tâche principale du sink est de recevoir les données mesurées de la part des capteurs et de les transmettre au niveau Inter-BAN **[4].**

- **Le niveau Inter-BAN** :

La communication à ce niveau concerne l'échange d'informations entre le sink et un ou plusieurs points d'accès situés à son entourage. Les points d'accès peuvent être déployés dans le cadre de l'infrastructure. La communication dans ce niveau peut être réalisé en utilisant une technologie différente de celle mise en œuvre dans le niveau Intra-BAN (Wifi, Bluetooth, etc) **[4].**

- **Niveau Extra-BAN :**

La communication à ce niveau concerne l'échange d'information entre les points d'accès et le serveur distant (l'équipe médicale), cette communication est assurée via internet ou les réseaux cellulaires. C'est cette communication qui permet à l'équipe médicale (médecins ou autres personnels) d'interagir avec les patients **[4].**

5. Domaines d'application des WBANs :

La facilité de mise en place d'un WBAN sur le corps humain et le coût de plus en plus faible des capteurs, ainsi que la diversité des capteurs disponibles ont permis au WBAN d'envahir plusieurs domaines d'applications (Figure 4).

En fait, on trouve les WBANs dans les soins médicaux omniprésents, l'armée, le sport, le divertissement et de nombreux autres domaines où les êtres humains sont impliqués. Nous pouvons résumer les applications des WBANs dans les domaines suivants **[5]**.

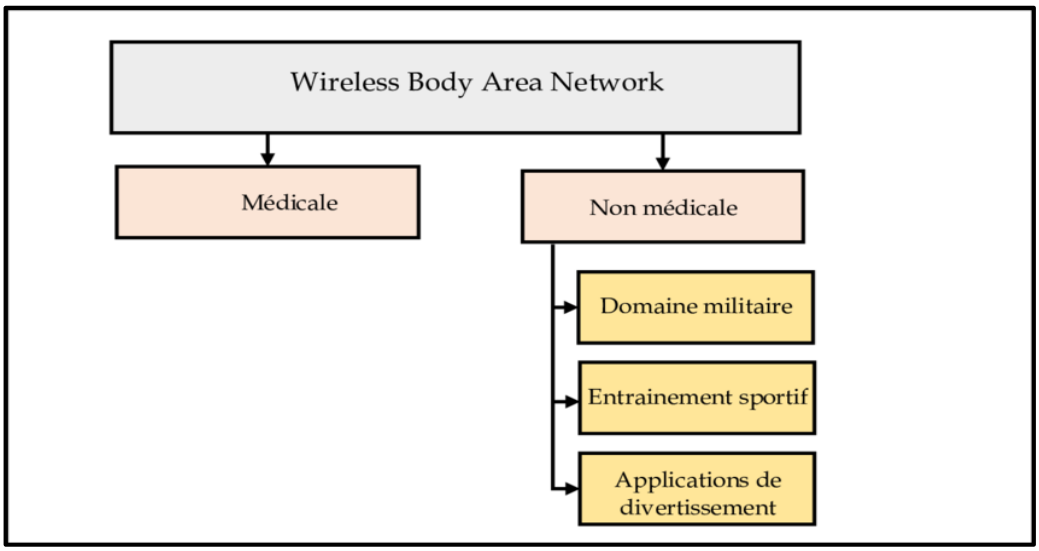


Figure 4 : Domaines d'application des WBANs **[5]**.

5.1. Domaine médicale :

L'utilisation des WBANs dans le domaine médical englobe la détection précoce des maladies, la surveillance médicale, le retour d'information ultérieure et l'assistance. Selon une étude de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), d'ici 2050, la population mondiale âgée 60 ans ou plus serait d'environ 2,1 milliards.

Cette augmentation du nombre de personnes âgées soulèvera davantage les problèmes de santé. Selon l'OMS, le nombre de décès causés par des maladies cardiovasculaires (MCV) était d'environ 17,9 millions en 2019 ce qui représente presque un tiers (31 %) des décès dans le monde. De plus, selon l'OMS, plus de 422 millions de personnes souffrent de diabète. L'OMS estime que le diabète était la septième cause de décès en 2016. Les dégâts de ces maladies et d'autres (comme le cancer, Parkinson, l'asthme, etc.) peuvent être évitées si elles sont détectées à temps.

L'application de WBAN peut jouer un rôle très important dans la détection précoce de toutes ces maladies et par conséquent rendre les systèmes de soins de santé plus efficients **[4].**

5.2. Domaine non médical :

En plus du domaine médical, les réseaux WBAN ont trouvé leur place dans divers domaines non médicaux.

5.2.1. Domaine militaire :

L'utilisation des WBANs dans le domaine militaire peut être très bénéfique. Un soldat peut être victime de fatigue physique ou mentale ainsi que de blessures ; dans ce cas, il ne peut pas maintenir ses meilleures performances physiques.

Ces problèmes peuvent être évités en utilisant un WBAN pour observer les performances des soldats pendant l'entrainement ou sur les champs de bataille, et le cas échéant, on procède à leurs remplacements.

Le WBAN peut être utilisé pour surveiller par exemple le niveau de substances toxiques dans l'air et avertir les soldats si un niveau mortel est détecté. Cela peut également être mis en œuvre lors des sessions de formation des forces de police, des pompiers et des

équipes de gestion des catastrophes. En outre, à l'aide des capteurs de mouvement et les capteurs d'acide lactique, on peut mesurer les performances des individus.

En se basant sur ces mesures, on peut donner de repos à ceux fatigués en effectuant des remplacements, ce qui permet d'obtenir de meilleures performances.

5.2.2. Entrainement sportif :

Les WBANs sont utilisés dans le domaine de l'entrainement sportif et ils ont contribué à obtenir de meilleurs résultats. Pendant les séances d'entrainement, on procède à l'enregistrement des performances des joueurs ou des athlètes, ces enregistrements seront utilisés pour déterminer les performances en établissant des profils pour chaque joueur.

Ces profils seront utilisés pour aider les directeurs sportifs à choisir les bons joueurs ou athlètes selon les différentes situations **[5].**

5.2.3. Applications de divertissement :

Le WBAN peut également être utilisé à des fins de jeu et en réalité virtuelle où le contrôle de jeu est fait avec les gestes de la main et les mouvements corporels. Par exemple, l'avatar d'un monde virtuel prend les positions réelles du joueur grâce aux capteurs de mouvement qui l'équipent **[5].**

6. Topologies des réseaux WBAN :

Les capteurs sans fil interagissent entre eux en utilisant plusieurs topologies. Cette figure 5 au-dessous montre les topologies utilisées.

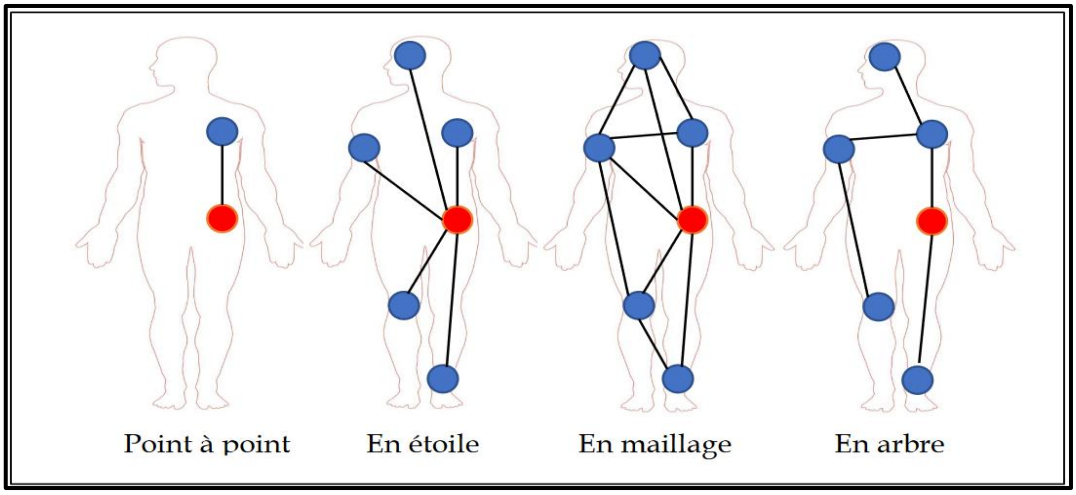


Figure 5 : Topologies des WBANs **[6].**

6.1. Topologie point à point :

La topologie la plus simple c'est la topologie point à point, car elle utilise seulement deux capteurs liés par une seule liaison.

Sa simplicité permet d'utiliser un protocole simple avec un débit élevé et une faible latence, d'où ses fonctionnalités sont limitées ainsi que sa faible couverture **[6].**

6.2. Topologie en étoile :

Cette topologie comprend plusieurs capteurs avec un capteur central connecté avec tous les autres, il joue le rôle d'intermédiaire entre eux puisqu'ils ne peuvent pas échanger des informations directement entre eux.

Cette topologie est la plus utilisé dans les réseaux WBAN à cause de sa simplicité, en plus de la consommation d'énergie faible parce qu'il n'est pas beaucoup de communication **[6].**

6.3. Topologie en maille :

Tous les capteurs peuvent échanger des informations avec n'importe quels autres capteurs sur le réseau, c'est une topologie avec une connectivité complexe. Dans le cas d'un capteur veut envoyer des informations à un autre capteur, il peut utiliser un capteur intermédiaire.

Cette topologie a une bonne couverture mais sa consommation d'énergies est très élevée à cause des communications entre les nœuds **[6].**

6.4. Topologie en arbre :

C'est comme l'arbre de famille, chaque capteur peut avoir un père et un fils, ce qui signifie que les connexions entre les capteurs sont structurées hiérarchiquement. Cette topologie divise le réseau en sous-parties et donc devient plus facile à gérer, mais les nœuds pères consomment beaucoup d'énergie **[6].**

7. Les capteurs :

Un réseau WBAN se compose de plusieurs appareils hétérogènes qui peuvent être des capteurs, des actionneurs et des appareils personnels. Dans cette section, nous allons donner

un aperçu sur les différents types d'appareils utilisés dans un WBAN, l'architecture des capteurs et des exemples des capteurs utilisés dans les WBANs.**[2]**

7.1. Types d'appareils dans les WBAN :

Les WBAN comprennent divers types d'appareils qui remplissent des fonctions variées, tels que :

- **Capteurs :** Ils mesurent et surveillent des données physiologiques comme le rythme cardiaque, les niveaux d'oxygène dans le sang, la pression artérielle, et d'autres indicateurs.
- **Actionneurs :** Ils répondent aux signaux ou aux données provenant des capteurs, par exemple en administrant automatiquement des médicaments ou en émettant des alertes sonores/visuelles.
- **Appareils personnels :** Ils incluent des dispositifs portables tels que les smartphones ou les dispositifs de surveillance médicale qui facilitent l'interaction entre l'utilisateur et l'environnement médical [7].

7.2. Architecture d'un capteur :

Un capteur est composé essentiellement de quatre unités de base où chaque unité assure une tâche particulière. L'unité d'acquisition, l'unité de traitement, l'unité de transmission de données et l'unité énergétique.

Selon le cas, le capteur peut comporter aussi des unités supplémentaires, comme l'unité de localisation (GPS), un générateur énergétique et une unité mobilisatrice. La Figure 6 montre l'architecture typique d'un capteur **[8].**

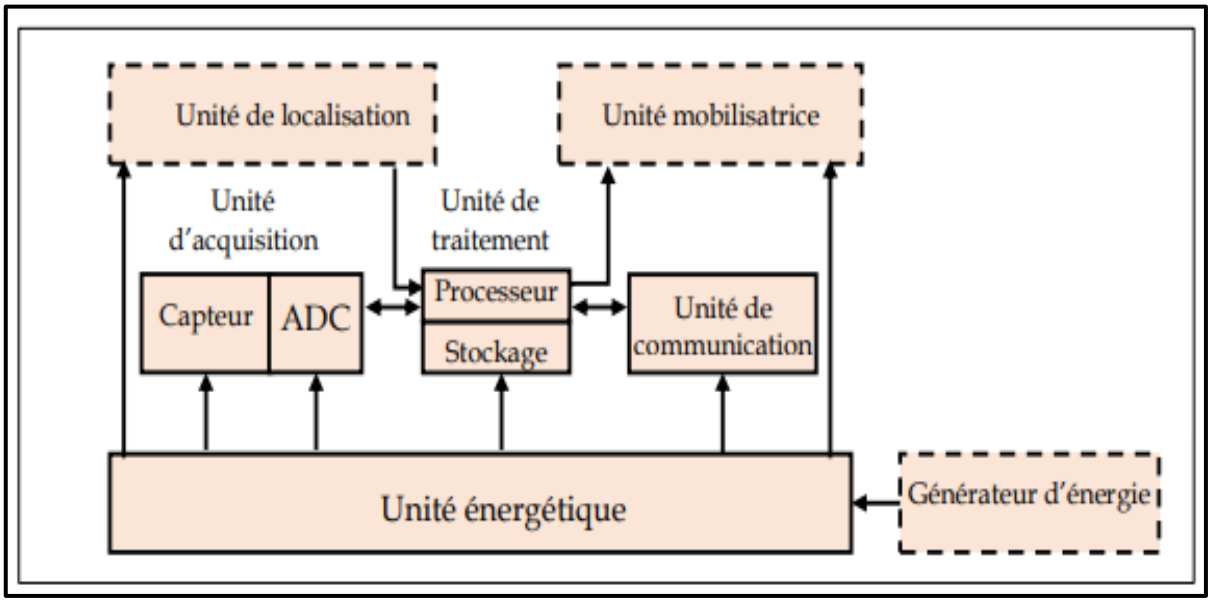


Figure 6 : Architecture d'un capteur **[8].**

- **Unité d'acquisition (ou de captage) :**

L'unité d'acquisition (ou de captage) : est généralement composée de deux sous-modules : le capteur lui-même et un convertisseur analogique-numérique ADC (Analog-to-Digital Converter). Le capteur produit des signaux analogiques sur la base du phénomène observé, puis c'est à l'ADC de les convertir en signaux numériques exploitables. Par la suite, ces signaux numériques sont introduits dans l'unité de traitement.

- **Unité de traitement :**

Constitué d'une unité de stockage des données recueillies, ainsi que d'un processeur chargé de traiter les données et de contrôler les procédures permettant au capteur de travailler en collaboration avec les autres nœuds pour accomplir les tâches d'acquisition.

- **Unité de communication :**

Composée d'un émetteur/récepteur sans fil permettant au capteur de communiquer avec les différents nœuds du réseau.

- **L'unité énergétique :**

Utilisée comme unité énergétique (généralement non rechargeable). C'est grâce à cette unité que le capteur fonctionne en alimentant les autres unités. Il est essentiel de

prendre en compte cette unité, étant donné sa capacité limitée, lors de la conception d'un protocole.

7.2.1. Capteurs de mesure des signes vitaux utilisés dans les WBANs :

Un WBAN utilise plusieurs types de capteurs. Ces capteurs sont essentiels pour mesurer les signes vitaux tels que l'ECG (Figure 7(i)) pour surveiller l'activité cardiaque, l'EEG pour évaluer l'activité cérébrale, et le capteur de glycémie pour surveiller le taux de glucose dans le sang. De plus, il mentionne l'utilisation de capteurs de tension artérielle (Figure 7(j)) pour mesurer la pression sanguine, de capteurs de gaz CO2 (Figure 7(e, g)) pour surveiller la respiration, et de capteurs EMG (Figure 7(d)) pour mesurer l'activité musculaire et nerveuse. Ces dispositifs jouent un rôle crucial dans la surveillance médicale en temps réel et sont intégrés dans les WBAN pour fournir des données précieuses sur la santé des patients **[7] [8].**

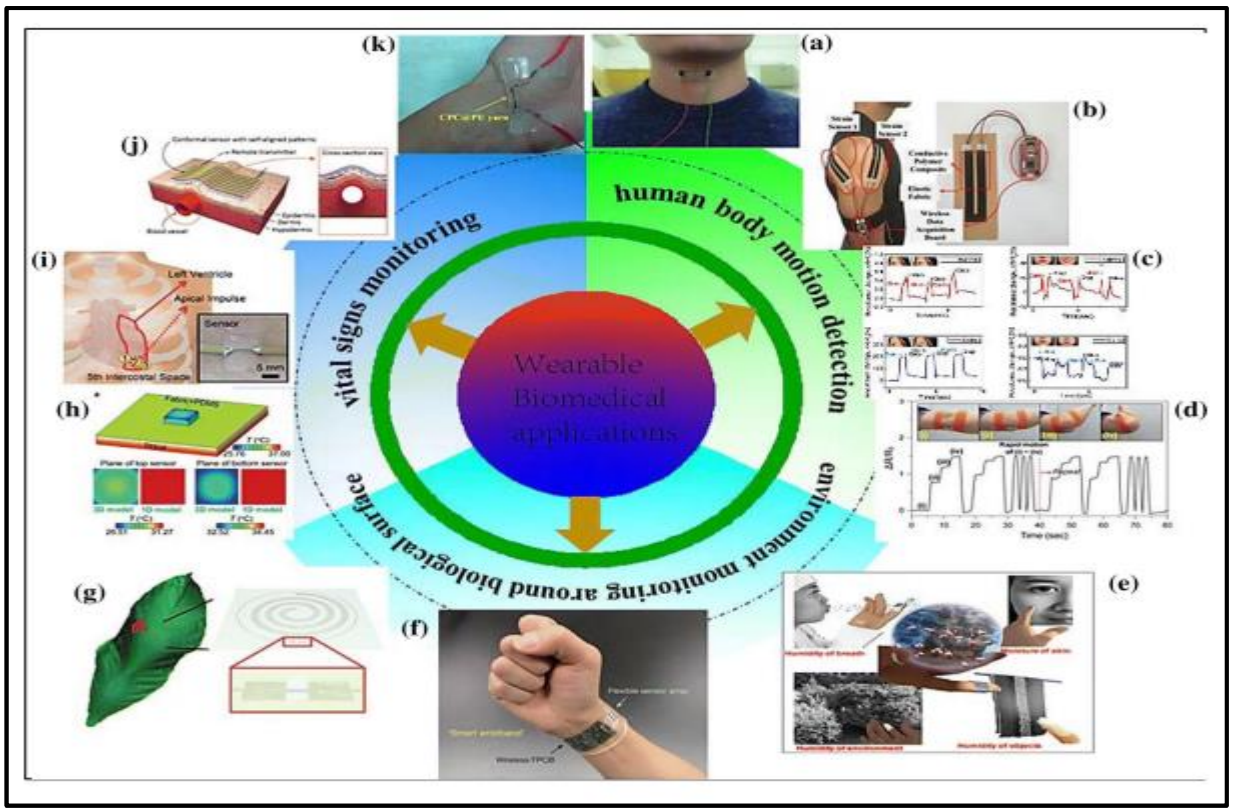


Figure 7 : Capteurs biomédicaux et leurs utilisations **[8]**

7.2.2. Capteurs de surveillance de l'environnement autour de corps humain :

Les capteurs de surveillance de l'environnement sont particulièrement importants pour les personnes souffrant de certaines conditions médicales sensibles à la chaleur ou à l'humidité, comme les maladies respiratoires ou cardiovasculaires.

- **Capteurs de la transpiration :**

La Figure 7(f) présente ce capteur de transpiration qui permet de mesurer les métabolites et les électrolytes présents dans la sueur. Il évalue aussi la température corporelle.

- **Capteurs de température et d'humidité :**

Le capteur de température est utilisé pour évaluer la température du corps humain ou de l'environnement entourant le patient. Toutefois, l'utilisation du capteur d'humidité permet d'évaluer l'humidité de l'environnement aux alentours du patient. Si les valeurs captées sont anormales, ils peuvent tous les deux émettre une alarme.

8. Technologies de communication des WBANs :

Ces réseaux permettent la transmission de données entre les dispositifs du corps humain et une passerelle. Les technologies couramment utilisées incluent Bluetooth, Bluetooth Low Energy, ZigBee et IEEE 802.15.6, chacune avec des fréquences de fonctionnement spécifiques, des débits variés, une couverture limitée et des caractéristiques de topologie différentes comme l'étoile, la maille et l'arbre. Les WBAN utilisent ces technologies pour la communication intra-réseau, tandis que les communications à longue portée comme WiMax et LTE sont utilisées entre la passerelle et le serveur. Les détails des caractéristiques sont résumés dans le tableau 1 et la figure 8, avec un accent particulier sur les performances adaptées aux applications médicales et de santé **[10][12][13].**

Technologie	Fréquence de fonctionnement	Débit	Couverture	Topologie
Bluetooth V.1 802.15.1	2.4 GHz	ISM 780 Kbps	10~100	Étoile
ZigBee	784, 868, 915 MHz et 2.4 GHz ISM 20	20 Kbps à 250 Kbps	10~100	Étoile, Maille, Arbre
IEEE 802.15.4	868 MHz, 915 MHz, 2,45 GHz	20 Kbps à 250 Kbps	< 100 m	Star, Maille, Arbre
IEEE 802.15.6	400, 800, 900 MHz | 2,3~2,4 | 3,1~11,2 GHz	75,9 Kbps à 15,6 Mbps	<10m	Étoile (1 ou 2 sauts)

Table 1: Caractéristiques des technologies sans fil utilisées dans les WBANs **[10, 11].**

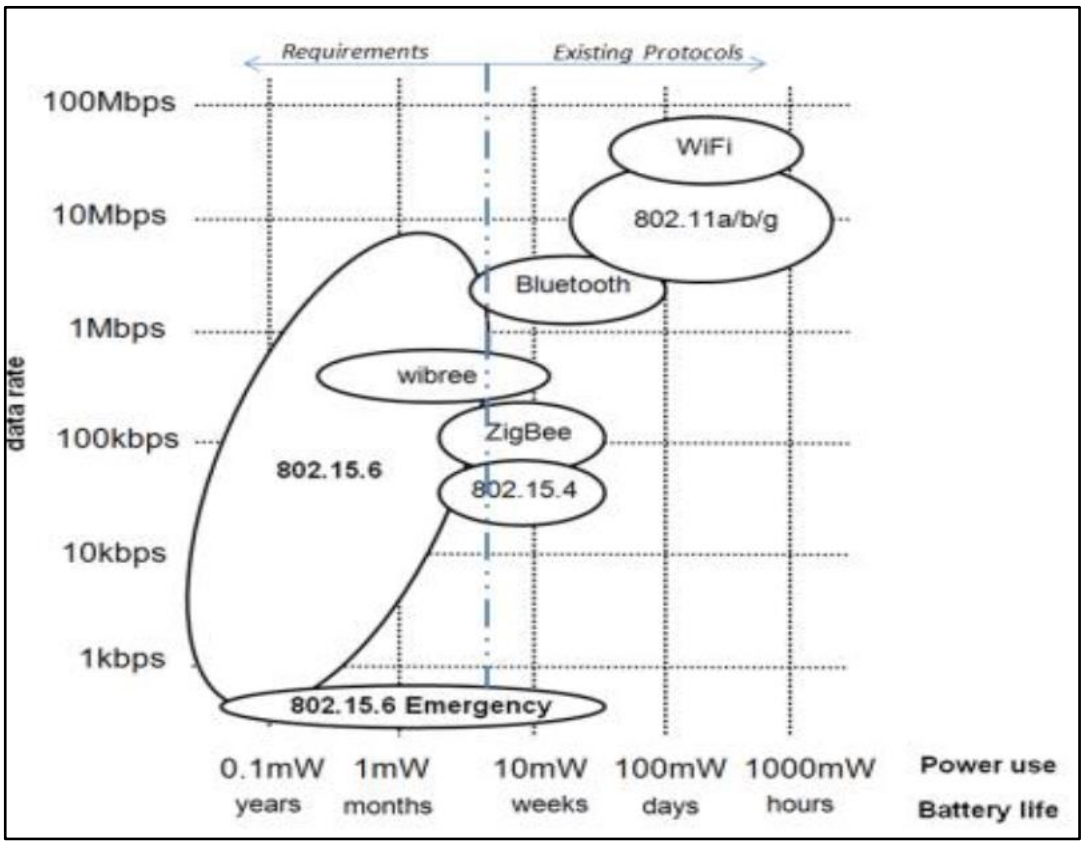


Figure 8 : Caractéristiques des technologies utilisées par les WBANs **[12].**

9. Recherches récentes sur les WBAN :

La Table 2 montre les différents projets de WBSN dans les domaines médicaux, où les chercheurs ont conçu et développé différents systèmes de surveillance dans le but de fournir les premiers secours aux êtres humains.

A.nº	Référence	Année	Description
01	Damilola Et al **[14]**	2019	Dans cet article, le chercheur a utilisé LPWAN pour améliorer le taux de transmission des données et la latence dans le système de soins de santé à distance WBAN.
02	Cornet, B.; Fang, H.; Ngo, H.; Boyer, E.W.; Wang, H **[6]**	2022	Les auteurs présentent l'idée générale des technologies WBAN en utilisant différents scénarios. Les auteurs ont révélé que la technologie quantique est une technologie prometteuse qui sera utilisée dans la technologie future pour générer des clés au sein des capteurs médicaux dans les WBAN
03	Nashwan Ghaleb Al-Thobhan, **[7]**	2022	L'implémentation du projet impliquait la création d'un système capable d'envoyer des alertes SMS connectées au GPS pour localiser précisément les patients et de détecter leurs emplacements.
04	Preethichandra, D. Piyathilaka, L. Izhar, U. Samarasinghe, R. DeSilva, L.C **[8]**	2023	Les auteurs ont passé en revue les applications et les technologies des WBAN couvrant la sécurité, les antennes, la récupération d'énergie et la gestion de l'alimentation.

Table 2 : Exemples des projets WBAN développés.

10. Conclusion :

Les réseaux sans fil du corps humain (WBANs) représentent une technologie émergente et très prometteuse, ayant suscité un grand intérêt au cours des dernières années en raison de leur large éventail d'applications.

Dans cette étude, nous avons examiné de près les WBANs après avoir introduit les réseaux sans fil de capteurs. Bien qu'elles partagent des concepts fondamentaux en tant que réseaux sans fil de capteurs, les WBANs se distinguent par leurs caractéristiques et leurs exigences spécifiques. Nous avons également passé en revue les recherches antérieures dans le domaine médical de la protection civile. Dans le prochain chapitre, nous mettrons en lumière les principaux projets qui ont contribué au développement des services de véhicules d'urgence médicals au cours des dernières années, ainsi que les principales différences entre eux.

CHAPITRE 2

Ambulance médicale

1. Introduction :

Dans le domaine médical, les scientifiques et les chercheurs se sont particulièrement concentrés sur le développement des ambulances, qui ont connu une évolution remarquable ces dernières années. Parmi les technologies utilisées pour leur amélioration figurent les WBAN et l'IoT.

L'IoT offre davantage de facilités pour la technologie WBAN afin de se connecter à Internet, de stocker et de traiter les données, de collecter des informations, de contrôler les capteurs et les nœuds, et de se connecter aux communications mobiles pour fournir davantage de fiabilité et de données synchronisées pour garantir la réception des informations sur la santé du patient afin de sauver sa vie en temps opportun, ce qui augmente le taux de réussite de la livraison.

2. Définition :

L'ambulance médicale, également appelée ambulance connectée ou e-ambulance, est un véhicule de soins pré hospitaliers d'urgence équipé de technologies de l'Internet des objets (IoT) et de télémédecine, permettant une surveillance en temps réel de l'état du patient et une transmission des données médicales vers les hôpitaux **[15] [16]**.

Elle intègre divers capteurs médicaux sans fil qui mesurent et transmettent en continu les signes vitaux du patient, tels que la fréquence cardiaque, la pression artérielle et la saturation en oxygène, à un système de surveillance embarqué **[17] [18]**. Ce dernier analyse les données recueillies et peut déclencher des alertes en cas d'événements critiques.

L'ambulance médicale est généralement connectée à un système de dossiers médicaux électroniques (DME), donnant ainsi accès aux antécédents médicaux du patient **[19]**. Elle peut partager de manière sécurisée ces informations avec les hôpitaux de destination, permettant une meilleure préparation et coordination des soins.

Grâce à cette intégration de technologies avancées, l'ambulance médicale vise à améliorer la qualité des soins pré hospitaliers d'urgence, en facilitant une prise de décision éclairée, une intervention rapide en cas d'urgence vitale et une continuité des soins entre les équipes pré hospitalières et hospitalières **[20] [21]**.

3. Technologie de l'ambulance médicale :

Les progrès rapides dans les domaines du numérique et de l'informatique offrent une opportunité d'améliorer les services médicaux d'urgence. Le concept d'ambulance médicale vise à tirer parti de ces avancées pour améliorer la qualité des soins prodigués aux patients durant leur transport vers l'hôpital.

3.1. Capteurs médicaux :

Les différents capteurs médicaux de l'ambulance médicale surveillent en permanence les signes vitaux du patient, tels que la fréquence cardiaque, la tension artérielle, la saturation en oxygène et la température corporelle **[22]**.

En général, ces capteurs sont sans fil et peuvent être intégrés dans des dispositifs médicaux portables tels que les moniteurs cardiaques **[23]**. Les données recueillies sont transmises en temps réel au système de surveillance.

3.2. Système de surveillance en temps réel :

Le cœur de l'ambulance médicale est le système de surveillance en temps réel. Il collecte et étudie les informations provenant des capteurs médicaux, offrant ainsi une vision globale de l'état du patient **[24]**. Si un événement critique survient, tel qu'une baisse brusque de la saturation en oxygène, le système émet des alertes afin de permettre aux équipes médicales de réagir rapidement **[25]**.

3.3. Intégration des données médicales :

En général, l'ambulance médicale est connectée à un système de dossiers médicaux électroniques (DME), ce qui permet d'accéder immédiatement aux antécédents médicaux du patient **[26]**. Le partage sécurisé des données avec les hôpitaux est facilité grâce à cette intégration, assurant ainsi une continuité des soins et une prise de décision éclairée.

4. Avantages de l'ambulance médicale :

L'intégration de technologies de pointe dans les ambulances, créant le concept d'ambulance médicale, offre de nombreux avantages prometteurs pour améliorer la qualité des soins pré hospitaliers d'urgence.

4.1.Réduction des temps de réponse :

Les équipes hospitalières peuvent se préparer à l'arrivée du patient en recevant en temps réel les données médicales depuis l'ambulance, ce qui permet de réduire les délais de prise en charge **[27]**. En outre, la possibilité d'accéder aux antécédents médicaux du patient permet de repérer rapidement les interventions adéquates.

4.2. Amélioration des soins médicaux d'urgence :

Les équipes médicales peuvent intervenir rapidement en surveillant de près les signes vitaux et en détectant précocement les événements critiques, ce qui augmente les chances de survie et de rétablissement du patient **[28]**. En outre, les informations collectées peuvent servir à adapter les traitements en cours.

4.3.Prise de décision éclairée :

L'obtention de l'ensemble des données médicales du patient, associée à l'analyse en temps réel des signes vitaux, permet aux professionnels de santé de prendre des décisions éclairées concernant les soins à prodiguer **[29]**.

5. Urgences vitales :

Dans les situations d'urgence vitale, chaque minute compte pour augmenter les chances de survie du patient.

- **Arrêt cardio-respiratoire :**

La présence d'un médecin est essentielle pour pratiquer les manœuvres de réanimation cardio-pulmonaire avancées et autres gestes médicaux vitaux.

- **Accidents vasculaires cérébraux aigus :**

Le patient a besoin d'une évaluation et d'un traitement rapides par un médecin pour augmenter les chances de récupération.

- **Crises cardiaques aiguës :**

Elles doivent être diagnostiquées et traitées rapidement par un médecin pour prévenir les dommages au muscle cardiaque.

- **Accidents de la route graves ou traumatismes sévères :**

Les victimes peuvent nécessiter des soins médicaux avancés et une prise en charge médicale du choc traumatique sur les lieux.

- **Accouchements d'urgence et complications :**

Un médecin doit être présent pour gérer les complications potentielles pendant l'accouchement.

- **Accident vasculaire cérébral (AVC) :**

Sur place, le médecin urgentiste réalise un bilan complet et initie les premières thérapeutiques dans les meilleurs délais, afin de limiter les séquelles d'un AVC qui est une urgence vitale nécessitant une prise en charge spécialisée rapide.

- **Polytraumatismes graves :**

Lors d'accidents avec traumatismes multiples, la prise en charge médicalisée pré hospitalière est déterminante.

6. Travaux connexes :

De nombreuses recherches se concentrent sur le développement de nouveaux systèmes et solutions pour améliorer les services d'ambulance en utilisant des technologies telles que l'Internet des objets (IoT), l'informatique en nuage et les systèmes de transmission de données.

Ces systèmes visent à améliorer la qualité des soins médicaux prodigués aux patients pendant leur transport par ambulance en augmentant la surveillance, l'échange de données et l'aide à la décision.

Ces solutions cherchent à transformer les ambulances en plateformes connectées intégrées, capables de collecter des informations médicales et de gérer les opérations d'intervention d'urgence de manière plus efficace et efficiente.

L'objectif final est d'améliorer la qualité des soins d'urgence avant le transport des patients et d'augmenter les chances de survie.

6.1. Système IoT de surveillance et suivi des ambulances :

L'auteur Ahmed T. Alhasani et al a proposé un système qui se compose d'un côté vendeur et d'un côté de traitement en nuage.

Du côté du vendeur, l'unité d'urgence recueille des données sur l'état de santé du patient à partir de l'équipement médical de l'ambulance avant de les envoyer à l'hôpital et à une équipe médicale spécialisée.

Ces équipes peuvent ensuite décider de la meilleure manière de gérer la situation. Comme le montre la Figure 9 le cloud computing peut être vu comme une connexion entre les côtés de l'ambulance et de l'hôpital.

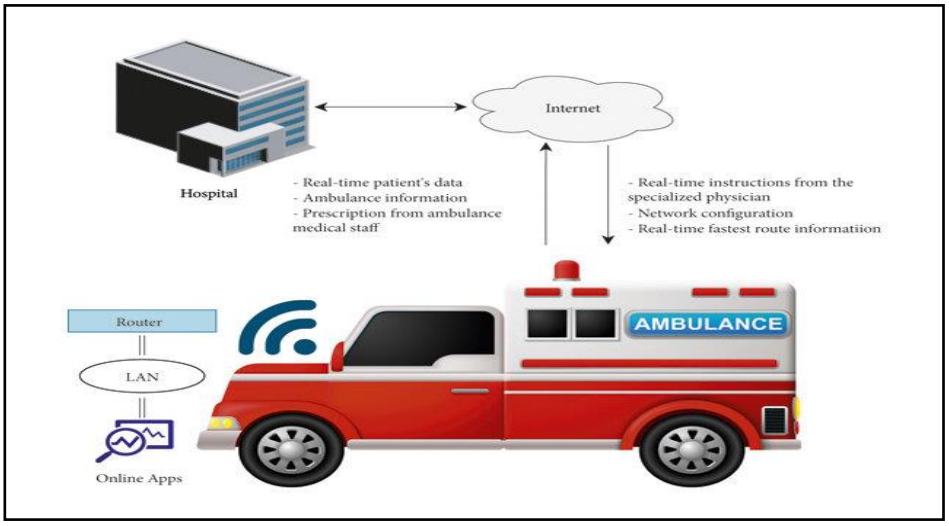


Figure 9 : Système proposé basé sur le cloud

Ce travail vise à atteindre deux objectifs. Le premier consiste à recueillir des données instantanées sur l'état de santé de la personne en situation d'urgence dans le véhicule ambulance, à savoir (la fièvre, le rythme cardiaque et le taux d'oxygène).

Les outils nécessaires pour atteindre cet objectif sont (des capteurs de température, de rythme cardiaque, un lecteur d'ECG et un oxymètre). Le deuxième objectif est de prendre en compte certaines occurrences de mortalité ou d'aggravation de la maladie qui se produisent pendant le transfert d'un cas d'urgence de son emplacement à l'hôpital pour diverses raisons.

Cette question aurait dû être prise en compte et trouver une solution appropriée en ajoutant un dispositif de suivi qui peut aider à faciliter le suivi des véhicules. Tous les outils ci-dessus sont mis en œuvre sur le Node MCU ESP32 Wi-Fi.

6.2.Système de gestion des ambulances dans les villes médicales :

L'auteur de **[31]** a proposé un système de gestion des ambulances médicales est proposé dans un environnement de ville médicale, si un patient a besoin d'une ambulance, l'opérateur trouve l'ambulance la plus proche et la dirige vers le patient, les coordonnées des ambulances sont suivies dynamiquement par le système, et Google Maps, en tant que service tiers, qui est utilisé pour calculer le chemin le plus court vers la victime. Après avoir atteint le patient, l'expert (médecin ou infirmier) enquête sur la situation traite sur place ou prodigue les et trouve le meilleur hôpital disponible ou même spécialisé grâce au système proposé.

Avec ce système que nous avons développé, nous veillerons à ce que les personnes nécessitant une intervention urgente soient dirigées vers l'hôpital le plus adapté de la manière la plus rapide.

Dans les villes médicales, l'application de l'ambulance médicale comprend trois interfaces distinctes : une pour l'administrateur, une pour les ambulances et une pour les utilisateurs.

L'administrateur peut recevoir des appels des patients et connaître les emplacements des ambulances, tandis que les ambulances peuvent visualiser les hôpitaux environnants et accéder aux emplacements des patients. Les utilisateurs peuvent fournir les informations nécessaires via une interface conviviale.

Cette solution permet une gestion efficace des services d'ambulance dans un environnement urbain connecté, Les Ingrédients pour les villes médicales est illustré dans la Figure 10.



Figure 10 : Ingrédients pour les villes médicales.

Pour atteindre cet objectif, d'abord besoin de 3 utilisateurs différents, à savoir l'administrateur, l'ambulance et la personne ayant besoin d'une intervention urgente.

- **Administrateur** : L'administrateur pourra voir les emplacements des ambulances et ceux qui ont besoin d'une intervention urgente, Il s'assurera que l'ambulance la plus proche soit dirigée vers la personne nécessitant une intervention urgente.
- **Utilisateur d'ambulance :** L'utilisateur d'ambulance pourra consulter les informations sur les hôpitaux les plus proches et les hôpitaux pour amener la personne nécessitant une intervention à l'hôpital de la manière la plus rapide.
- **Patient** : Le patient demandera une aide d'urgence.

6.3. Système médical de surveillance des patients à l'ambulance :

Dans **[32]**, l'auteur propose un système spécialement conçu pour transporter les fournitures de base nécessaires à la surveillance des patients par l'hôpital, le système comprendra GSM/GPRS, GPS, un capteur de fréquence cardiaque, un appareil ECG, la température et quelques capteurs de base, lorsque le patient est dans l'ambulance, les données de la personne seront envoyées à l'hôpital et un médecin spécialiste pourra prendre des mesures nécessaires avant l'arrivée du patient à l'hôpital.

Des techniciens spécialement formés seront présents dans la salle de surveillance de l'hôpital pour surveiller les données du patient et informer les autorités concernées.

6.4.Conception et développement du système Go-Ambulance basé sur la technologie IoT :

L'objectif principal de ce système **[33]** est de concevoir un système basé sur l'Internet des objets (IoT) qui peut aider l'hôpital et les parents du conducteur à obtenir les informations du conducteur telles que sa localisation actuelle et son numéro de téléphone en cas d'accident de voiture.

Basé sur la méthodologie en cascade, ce système est développé en utilisant Arduino IDE, en utilisant le langage de programmation C et ThingSpeak comme base de données.

Les objets et dispositifs intégrés au capteur se connectent à la plateforme IoT (Internet des objets), qui intègre les données de divers dispositifs et envoie des SMS ainsi que la localisation GPS. On croit que le système IoT contribue à sauver des vies et à réduire le gaspillage de temps. La Figure 11 montre le diagramme d'architecture pour le système Go-Ambulance avec un système médical basé sur l'IoT.

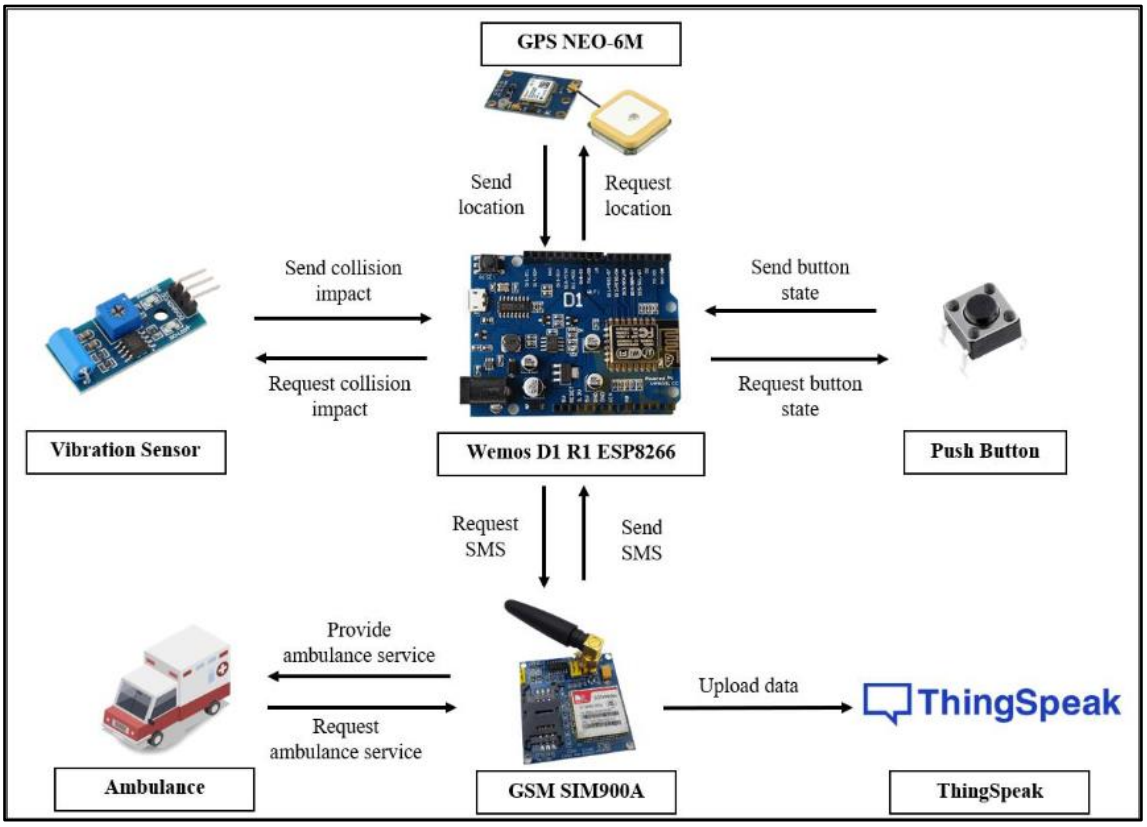


Figure 11 : Diagramme d'architecture système **[33].**

6.5. Ambulance médicale :

Un système complet basé sur l'IoT et le cloud intégrant un capteur d'empreintes digitales avec des capteurs médicaux pour la surveillance en temps réel des signes vitaux des patients :

Le système proposé est une intégration globale de l'Internet des objets et d'une architecture basée sur le cloud, combinant de manière transparente des capteurs d'empreintes digitales de pointe avec des capteurs médicaux ultra-modernes, l'objectif principal est de permettre la surveillance en temps réel des signes vitaux des patients

pendant le transport, optimisant ainsi la fourniture des soins d'urgence, l'Ambulance médicale fonctionne comme une plateforme connectée, orchestrant un réseau de dispositifs IoT pour la collecte continue de données de santé en temps réel, des capteurs d'empreintes digitales sont intégrés pour assurer une identification sécurisée et précise des patients, atténuant le risque d'erreurs dans la tenue des dossiers médicaux, la batterie de capteurs médicaux, intégrée au système, facilite la surveillance simultanée de divers signes vitaux, notamment le rythme cardiaque, la tension artérielle et la saturation en oxygène, fournissant une évaluation globale et dynamique de l'état de santé du patient. **[34]**

Un élément essentiel du système proposé est son infrastructure basée sur le cloud, offrant évolutivité, accessibilité et analyse des données en temps réel. En utilisant des techniques de big data, les informations collectées sont soumises à une analyse avancée, permettant aux professionnels de santé d'obtenir des informations opportunes. **[34]**

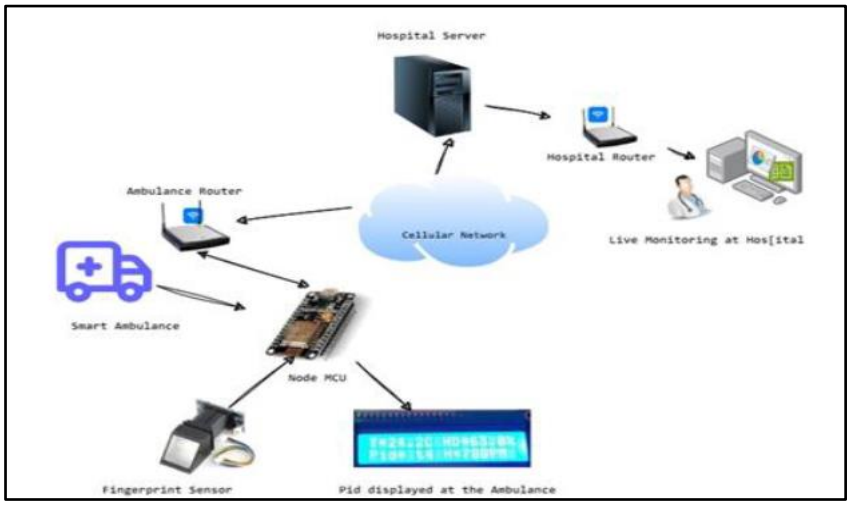


Figure 12 : Architecture système de (MDTM - Transmission et Surveillance des Données Médicales) **[34].**

6.6.Ambulances médicales pour la détection, le suivi et la réponse aux accidents basés sur l'IoT :

L'auteur Ayesha, A. & Chakravarthi, K a proposé un système qui puisse aider avec succès à prévenir tout type d'accident et, si de telles conditions existent, comment il détecte et alerte les autorités et les personnes concernées afin que le problème puisse être géré et traité rapidement. Des mécanismes automatiques de détection des accidents de la

circulation doivent être mis en place si l'on veut que l'assistance médicale soit fournie immédiatement **[35].**

Le modèle de système proposé, le Système de gestion et de réponse aux demandes d'urgence (ERMS), tire parti des capteurs de vibrations (VC) et des accéléromètres (AB) à travers les phases proposées, à savoir AcciDet TracSys et AcciAddr TracSys. Où AcciDet TracSys aide à la détection de l'accident et AcciAddr TracSys aide à prendre en charge les personnes impliquées dans un accident par des moyens techniques, tout en localisant les ambulances médicales. Le flux du système ERMS est discuté dans la Figure 13.

Avec l'aide du système de positionnement global, l'emplacement de l'accident est envoyé à l'ambulance médicale pour une arrivée en temps opportun et est également suivi pour une assistance supplémentaire via Internet.

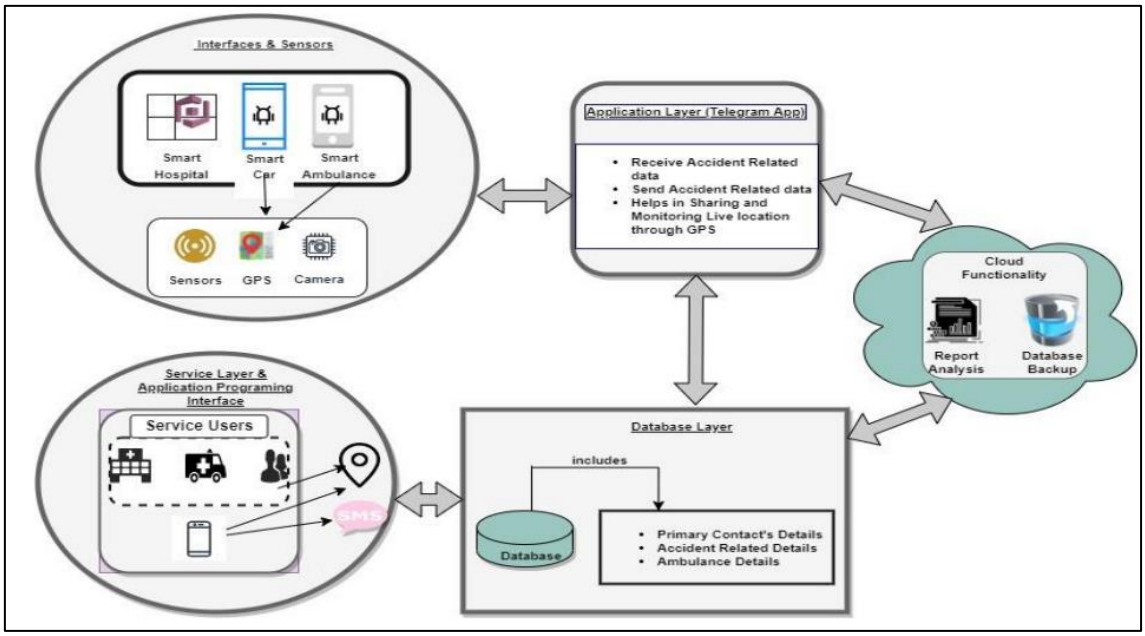


Figure 13 : Flux du système ERMS.**[35]**

Enfin, ces informations sont communiquées aux principaux contacts de la victime de l'accident, afin qu'ils puissent se rendre à l'hôpital à temps.

7. Comparaison entre les systèmes proposés :

Le tableau 3 présente une comparaison entre les systèmes d'ambulances médicals similaires qui ont été sélectionnés pour l'étude, à savoir :

Système IoT de surveillance de l'équipement médical et de suivi des ambulances, Système de gestion médicale des ambulances dans les villes médicales, Système de surveillance des patients d'ambulance médical, système Go-Ambulance basé sur la technologie IoT, Ambulance médicale basée sur l'IoT et le cloud et Ambulances médicales pour la détection, le suivi et la réponse aux accidents basés sur l'IoT.

Système Nº	**Technologie utilisée**	**Objectifs**
[30]	Capteurs médicaux, Node MCU ESP32 Wi-Fi.	Collecter des données en temps réel sur l'état de santé des patients dans l'ambulance, et suivre l'ambulance pour faciliter.
[31]	Suivi dynamique de la position des ambulances, utilisation de Google Maps pour le calcul d'itinéraire.	Trouver l'ambulance la plus proche du patient en ayant besoin, et diriger cette ambulance vers le patient de manière optimale.
[32]	GSM/GPRS, GPS, capteurs médicaux (fréquence cardiaque, ECG, température.	Transporter l'équipement médical nécessaire pour surveiller l'état du patient pendant le transport, et transmettre ses données à l'hôpital.
[33]	Arduino, capteurs, plateforme IoT, envoi de SMS.	Obtenir les informations sur le conducteur (localisation, numéro de téléphone) en cas d'accident de voiture.
[34]	Capteurs d'empreintes digitales, batterie de capteurs médicaux, infrastructure cloud.	Surveillance en temps réel des signes vitaux des patients pendant le transport.
[35]	Capteurs de vibrations, accéléromètres, système de positionnement global.	Détecter automatiquement les accidents, alerter les autorités et suivre l'emplacement des ambulances pour une intervention rapide.

Table 3 : Comparaison entre les systèmes proposés.

8. Conclusion :

Les ambulances médicales offrent une solution innovante aux défis rencontrés par les services médicaux d'urgence. La technologie, telle que l'Internet des objets, les capteurs médicaux et l'intelligence artificielle, a transformé la manière dont ces véhicules sont équipés, surveillés et gérés.

Ces systèmes permettent une réponse plus rapide aux urgences, améliorent la coordination entre les équipes médicales et les hôpitaux, et permettent le suivi en temps réel de l'état des patients pendant le transport.

De plus, l'utilisation de technologies comme le cloud computing et le GPS renforce l'efficacité opérationnelle et la prise de décision. Dans le contexte des services médicaux d'urgence, chaque minute est cruciale et la qualité des soins peut faire la différence entre la vie et la mort.

Malgré l'envoi traditionnel d'ambulances pour traiter une variété de cas d'urgence, cela peut entraîner des retards dans le traitement des cas nécessitant une expertise spécialisée, compromettant les résultats pour les patients. Pour relever ce défi, l'introduction d'un système médical pour appeler des ambulances spécialisées en fonction de la nature de l'urgence médicale représente une solution prometteuse, que nous explorerons davantage dans le prochain chapitre.

CHAPITRE 3

Conception et réalisation

1. Introduction:

Les ambulances classiques de la protection civile sont fréquemment envoyées pour répondre à tous les types d'urgences, peu importe la nature du cas ou la spécialité nécessaire. Cela peut provoquer un délai dans la fourniture de soins spécialisés aux patients qui ont besoin d'un traitement particulier.

Il serait possible de concevoir un système médical qui permettrait de faire le lien entre le type d'urgence et l'ambulance spécialisée adaptée pour y répondre, assurant ainsi les soins les plus efficaces possibles dans les plus brefs délais.

2. Schéma fonctionnel du système médical pour l'appel d'ambulances spécialisées :

Détails supplémentaires sur chaque composant du système médical pour l'appel d'ambulances spécialisées :

2.1. Centre de réception des appels d'urgence (CRAU) :

Le CRAU serait le centre de réception et de traitement des appels d'urgence. La gravité de chaque appel serait évaluée par des professionnels de la santé ou des médecins régulateurs qui poseraient des questions spécifiques afin de collecter des informations pertinentes (Notion de Triage).

Les données recueillies seraient intégrées au système pour aider à classer le cas et à identifier la spécialité médicale requise.

2.2. Base de données des ambulances spécialisées :

Cette base de données inclurait des renseignements précis sur leur équipement médical, leurs capacités et leurs disponibilités. Toutes les ambulances seraient munies de capteurs IoT afin de surveiller en temps réel leur position, leur statut et leurs capacités.

2.3. Algorithmes d'intelligence artificielle :

En utilisant les données du cas, comme les symptômes du patient, la localisation de l'incident et d'autres informations pertinentes, les algorithmes pourraient déterminer la spécialité médicale requise.

Il serait possible d'intégrer des protocoles et des règles préétablies afin d'assurer des décisions rapides et précises.

2.4. Système de navigation médical :

Ce dispositif serait basé sur des informations de circulation en temps réel et des algorithmes d'optimisation afin de diriger l'ambulance spécialisée la plus proche vers le lieu de l'occurrence.

Des alternatives seraient suggérées afin de prévenir les embouteillages et assurer une arrivée rapide.

2.5. Communication directe :

Un échange d'informations en temps réel serait possible grâce à une communication bidirectionnelle entre le CRAU et l'ambulance spécialisée. Il serait possible de partager les informations sur l'état du patient, les conditions de la route ou d'autres éléments pertinents afin de faciliter une prise de décision informée.

2.6. Connexion avec les hôpitaux :

Le dispositif serait relié aux systèmes d'information des établissements hospitaliers afin de communiquer des données sur le patient et l'incident avant l'arrivée de l'ambulance. Cela donnerait aux hôpitaux la possibilité de se préparer en connue-censé en mobilisant les ressources requises pour gérer la situation.

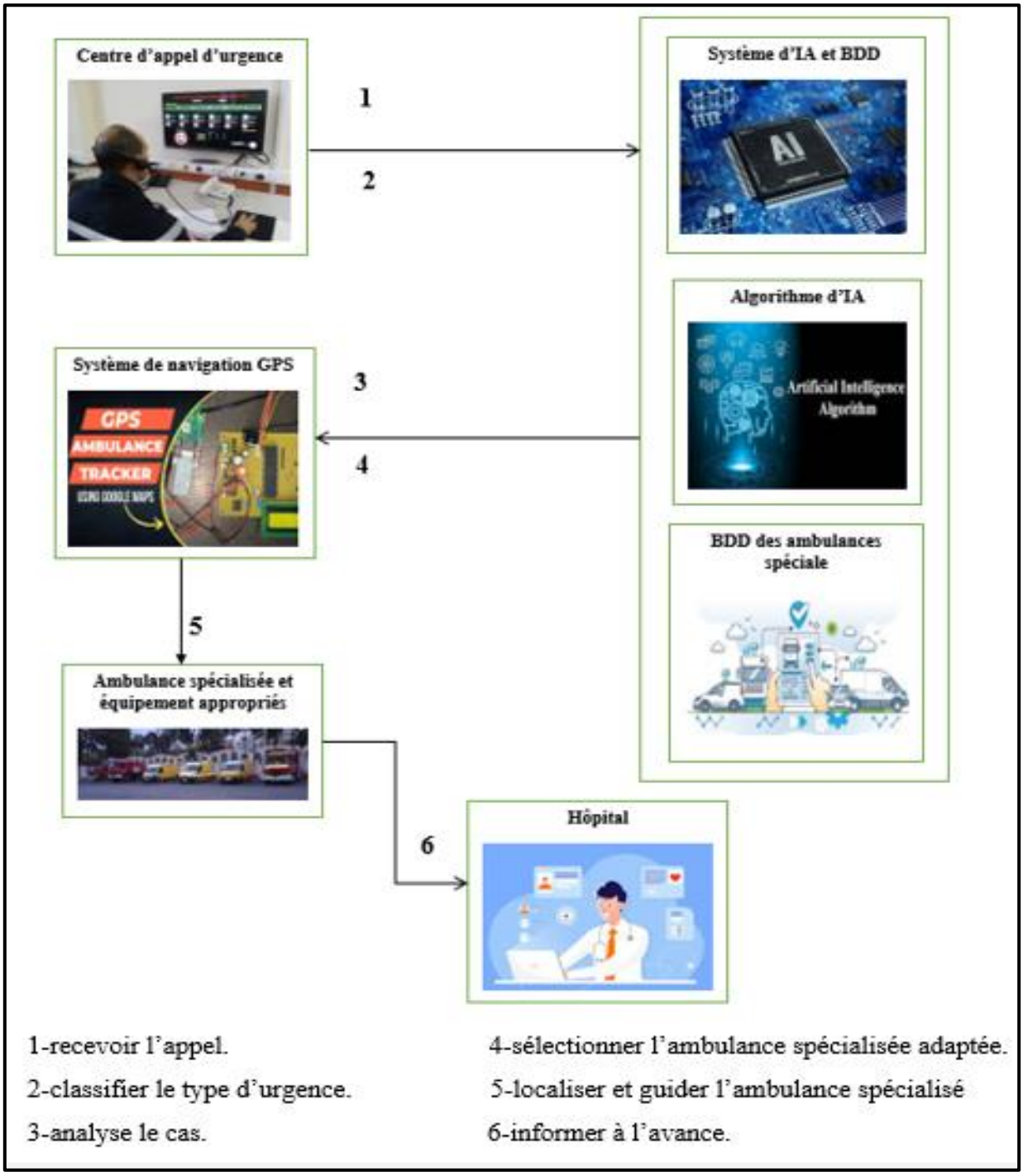


Figure14 : Schéma fonctionnel de la relation.

3. Phase de conception :

Dans cette phase, les exigences enregistrées lors de la phase d'analyse des besoins sont examinées pour la conception du système médical dédié à l'appel des ambulances spécialisées. En ce qui concerne la conception de l'interface utilisateur (UI), elle est définie en tenant compte de la disposition des composants d'affichage, tels que la fonctionnalité et

l'affichage des contenus. L'apparence du système doit être facile à comprendre et conviviale.

Cette phase permet de s'assurer que toutes les exigences et tous les éléments connexes sont adaptés au système. Les diagrammes de cas d'utilisation, le diagramme de séquence et le diagramme de classe seront conçus et créés lors de cette phase de conception.

3.1. Diagramme d'architecture système :

La Figure 14 montre le diagramme d'architecture du système médical pour l'appel d'ambulances spécialisées. L'architecture système se compose de plusieurs composants, notamment un citoyen, agent de CCO/CRAU, chauffeur ambulance, hôpital, une urgence et une détection GPS.

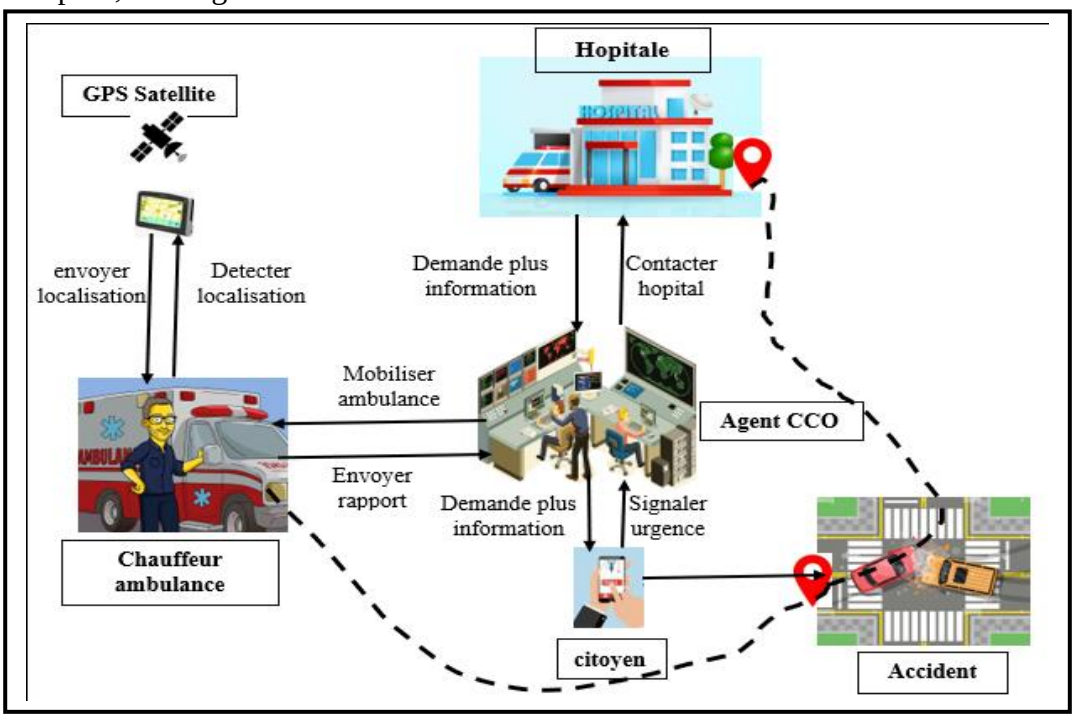


Figure 15 : Diagramme d'architecture système.

3.2. Diagramme de cas d'utilisation :

La Figure 16 montre le diagramme de cas d'utilisation pour le système médical pour l'appel d'ambulances spécialisées, la figure présente l'utilisateur (Citoyens), agent de CCO, chauffeur de l'ambulance et l'admin de system qui agissent comme acteurs pour effectuer l'action préférée dans ce système. Il y a un total de huit cas d'utilisation pour ce système, notamment signaler une urgence médicale, mobiliser une ambulance, contacter l'hôpital, terminer l'intervention, gérer les utilisateurs, gérer les ambulances, gérer les hôpitaux et l'authentification.

Le citoyen signale l'urgence en contactant le CCO et en fournissant les informations nécessaires sur l'état des victimes. L'agent du centre prépare l'ambulance appropriée en fonction de la situation et contacte également l'hôpital le plus proche de l'accident pour fournir toutes les informations nécessaires sur les victimes afin de préparer l'équipe médicale à les recevoir.

Par ailleurs, l'administrateur du système gère les ambulances (ajout, modification, suppression) ainsi que les comptes des utilisateurs et des hôpitaux. Toutes ces opérations nécessitent une authentification au système. En outre, l'agent du centre ou le conducteur de l'ambulance peuvent mettre fin à l'intervention à tout moment.

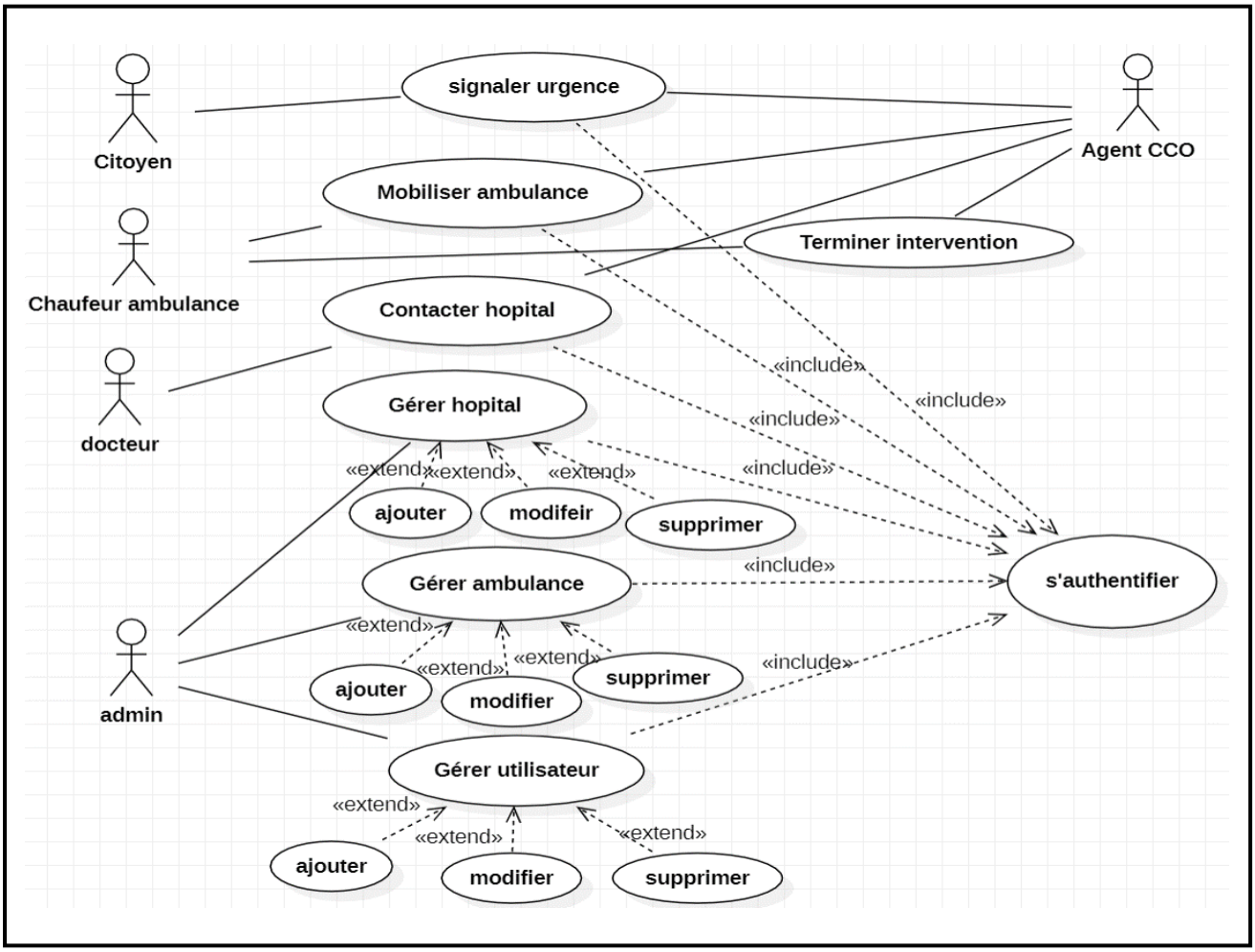


Figure 16 : Diagramme de cas d'utilisation.

3.6. Diagrammes des séquences :

La Figure 17 montre le digramme de séquence de s'authentification, l'utilisateur qui veut y'accéder tape son id et son mot de passe, le système vérifier la concordance des données et confirme l'authentification, sinon affiche message erreur.

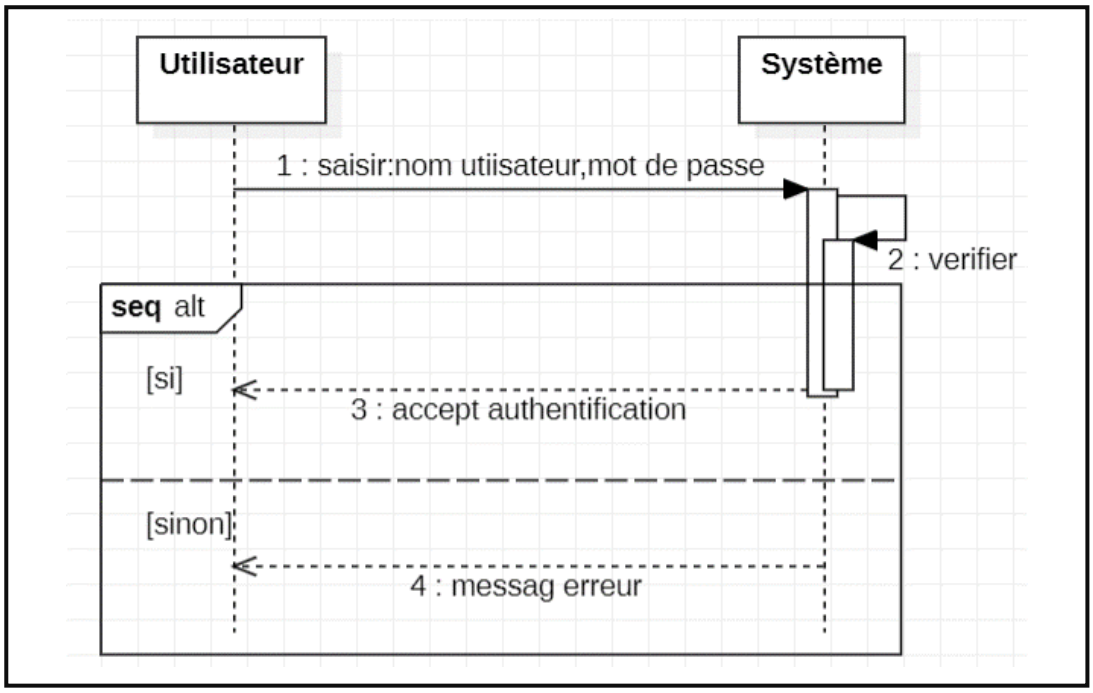


Figure17 : Diagramme de séquence pour s'authentifier.

La Figure 18 montre le diagramme de séquence du processus de signalement d'une urgence où l'utilisateur signale une urgence en se connectant au système, en remplissant le formulaire d'informations sur la victime et en l'envoyant au système, qui le transmet ensuite au centre de contrôle.

Le centre de contrôle peut demander des informations supplémentaires à l'utilisateur, auquel ce dernier peut répondre. L'utilisateur ou l'agent du centre peut mettre fin à la communication à tout moment.

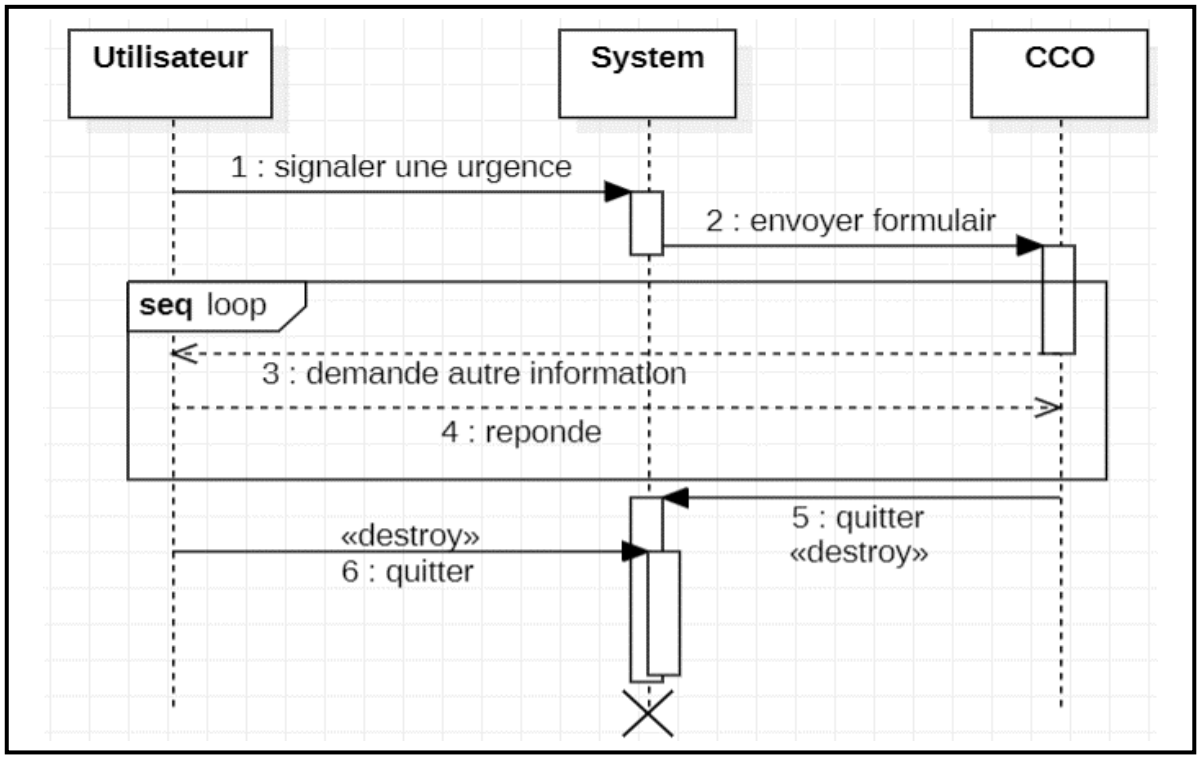


Figure 18 : Diagramme de séquence pour signaler une urgence.

La Figure 19 illustre un diagramme de séquence pour la mobilisation d'une ambulance après avoir signalé un cas. Le centre de contrôle sélectionne une ambulance disponible en fonction de la situation.

Ensuite, le système envoie un message au conducteur de l'ambulance contenant les détails de l'urgence. Le conducteur de l'ambulance répond à l'appel et se dirige vers le lieu de l'urgence. Une fois sur place, le conducteur de l'ambulance remplit un rapport détaillé et l'envoie au centre de contrôle.

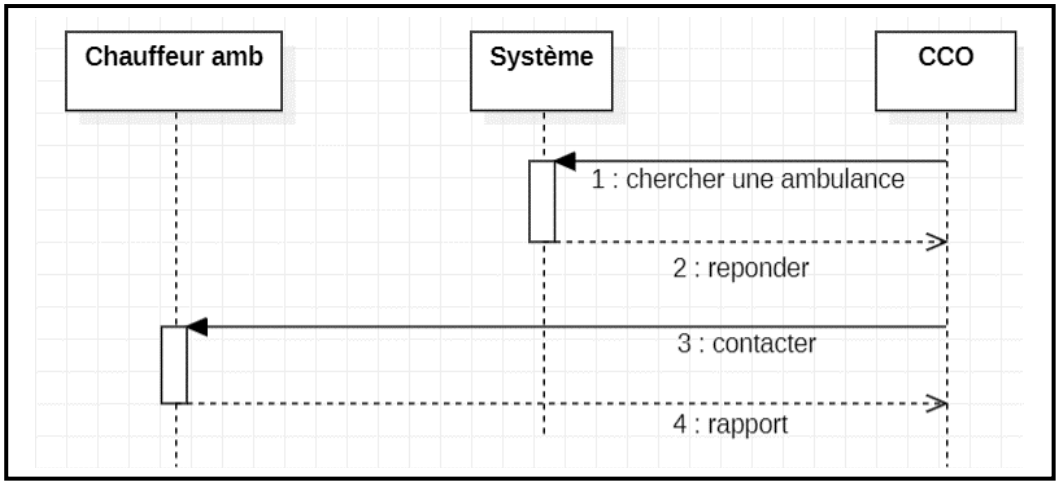


Figure 19 : Diagramme de séquence pour mobiliser une ambulance.

La Figure 20 montre Diagramme de séquence à vérifier contacter les hôpitaux. En fonction de la gravité de l'urgence et de la localisation de l'accident, le système sélectionne un hôpital approprié.

Ensuite, le système envoie un message ou appelle l'hôpital pour informer de l'urgence et préparer l'équipe médicale. L'hôpital confirme la réception du message ou de l'appel, et peut également demander des informations supplémentaires sur la situation.

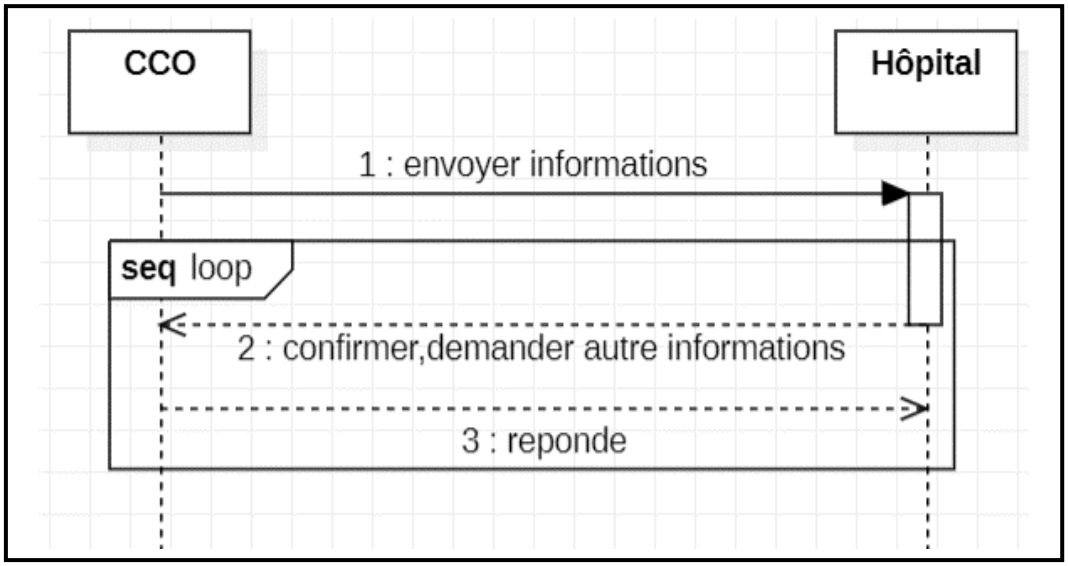


Figure 20 : Diagramme de séquence représente pour contacter les hôpitaux.

La figure 21 montre le diagramme de séquence pour l'opérateur d'ambulance contactant l'opérateur du centre d'appels, L'opérateur d'ambulance appelle CCO pour fournir des informations sur l'urgence ou demander de l'aide, cette interaction peut également inclure le partage de détails sur l'emplacement, l'état de la patiente ou toute autre information pertinente pour faciliter l'envoi de l'ambulance.

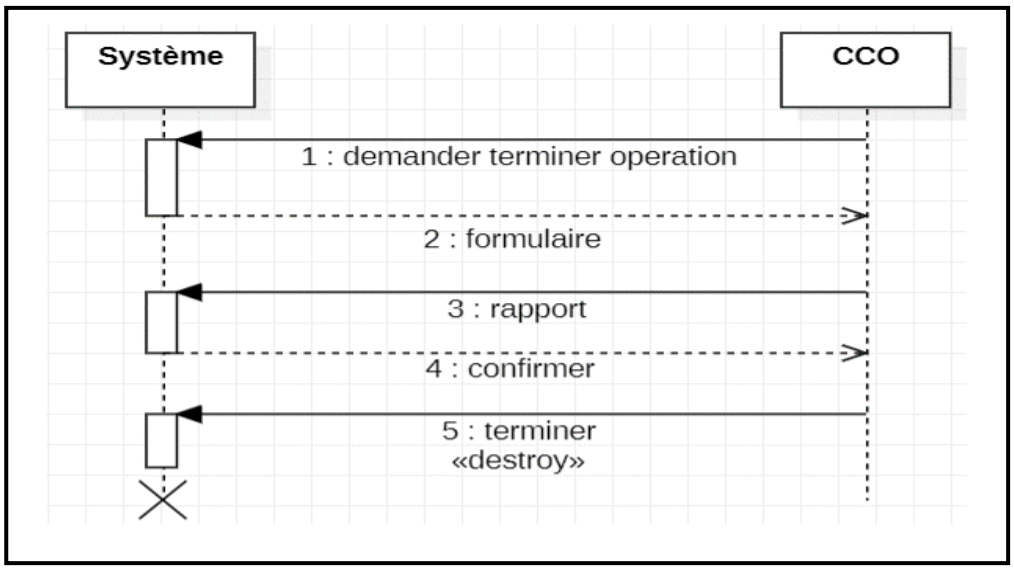


Figure 21 : Diagramme de séquence pour terminer l'intervention

Les Figures 22, 23 et 24 montrent respectivement les diagrammes de séquence pour la gestion des ambulances, des utilisateurs et des hôpitaux.

L'admin du système détermine l'opération à effectuer (ajouter, modifier ou supprimer). Le système affiche alors le formulaire correspondant à la tâche sélectionnée. L'admin du système remplit le formulaire et le renvoie au système pour vérifier les informations fournies. Si les informations sont valides le système confirme la réussite de l'opération à l'admin. Si les informations ne sont pas valides le système affiche un message d'erreur et demande des corrections.

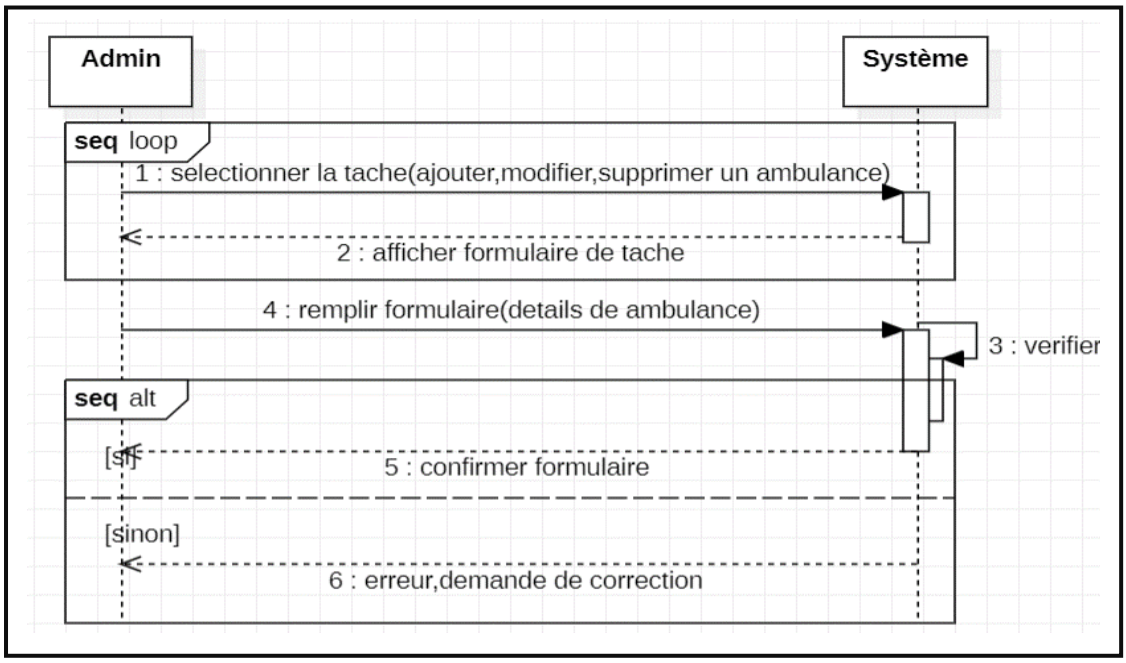


Figure 22 : Diagramme de séquence de gérer les ambulances.

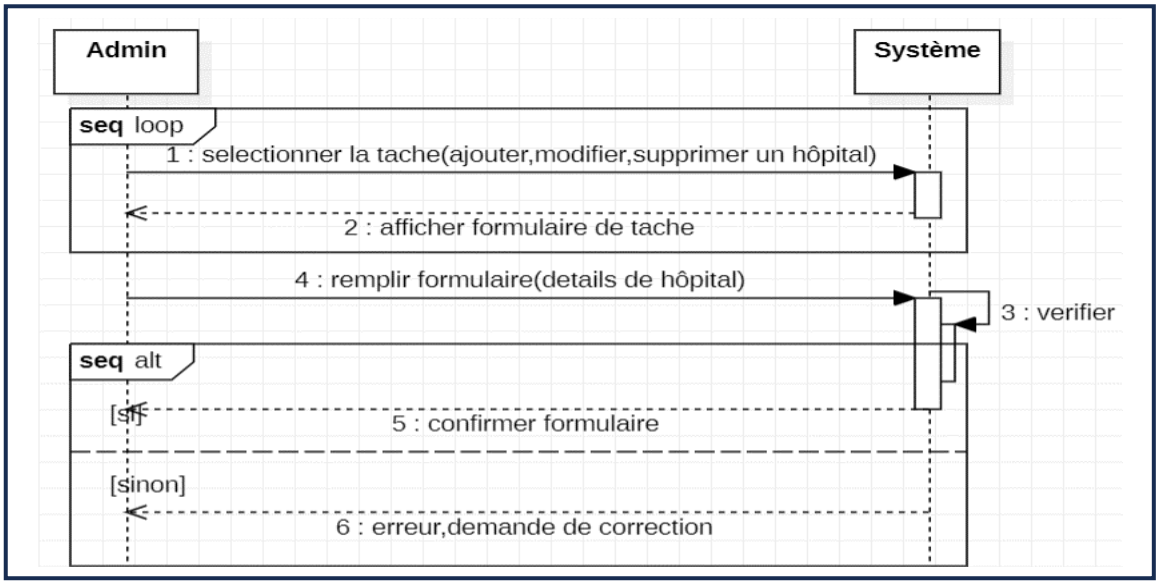


Figure 23 : Diagramme de séquence de gérer les hôpitaux.

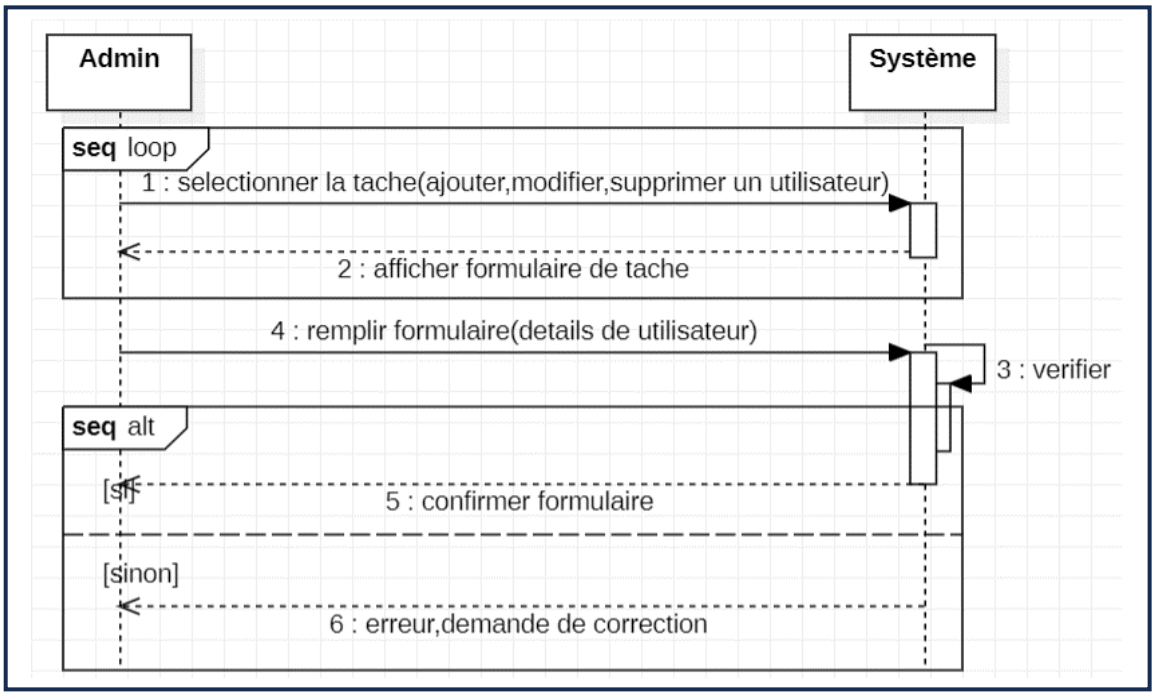


Figure 24 : Diagramme de séquence de gérer les utilisateurs.

3.7. Diagramme de classe :

Un diagramme de classe est un type de diagramme de structure statique qui décrit un système en montrant les classes du système, les propriétés de conception, les opérations (ou méthodes) et les relations entre les objets.

La Figure 25 montre les relations interclasses pour système médical pour l'appel d'ambulances spécialisées

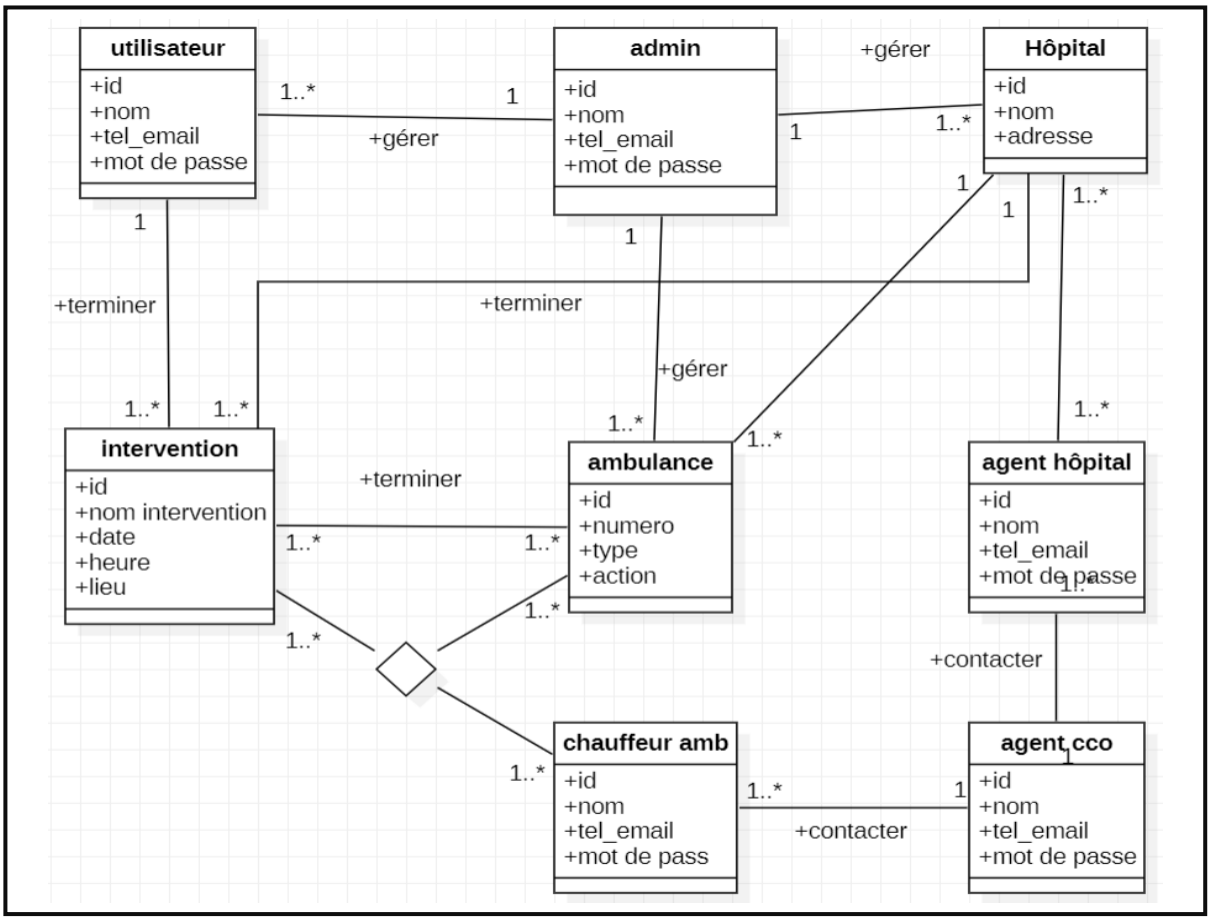


Figure 25 : Diagramme de classe.

4. L'environnement de développement :

4.1. Visual Studio code :

C'est un éditeur du code source développé par Microsoft pour Windows, Linus et MacOs, qui prend immédiatement en charge presque tous les principaux langages de programmation. Plusieurs d'entre eux sont inclus par défaut, par exemple JavaScript, Type Script, CSS et HTML, mais d'autres extensions de langage peuvent être trouvées et téléchargées gratuitement à partir de VS Code Marketplace.

Il a été présenté lors de la conférence des développeurs Build d'avril 2015 comme un éditeur de code multiplateforme **[36]**.

4.2. HTML :

(HyperText Markup Language) est un langage de balisage utilisé sur le Web pour définir la structure des pages. Il se compose de trois éléments principaux :

- Hypertexte : Il s'agit de texte, souvent accompagné d'éléments tels que des images, qui est organisé de manière à connecter des éléments pertinents entre eux.

- Markup : HTML agit comme un guide de style pour composer tout ce qui doit être affiché, que ce soit sur support papier ou électronique. Il permet de structurer le contenu en utilisant des balises et des attributs pour spécifier la présentation et le formatage.

- Language : HTML est un langage compris et interprété par les systèmes informatiques. Il fournit une syntaxe claire et définie pour décrire la structure et le contenu des pages Web, ce qui permet aux navigateurs Web de les afficher correctement **[37]**.

4.3. CSS :

Un langage informatique qui décrit la présentation des documents HTML et XML. CSS devient couramment utilisé dans le développement Web et bien pris en charge par les navigateurs web. Les standards définissant CSS sont publiés par le World Wide Web Consortium (W3C) **[38]**.

4.4. Javascript :

Java Script est un langage de programmation principalement utilisé pour créer des pages web interactives. Ce langage, incorporé dans un document HTML, n'est pas visible dans la fenêtre du navigateur. Il est à améliorer le langage html : en effet, il permet d'exécuter des commandes du côté client (c'est-à-dire ay niveau du navigateur web et non du serveur web). Ce code qui exécuté par le navigateur web est utile pour toutes les interactions du client sur la page web. Il permet d'améliorer la présentation et l'interactivité des pages web.**[39]**

4.5. Php :

Le PHP, pour Hypertext Preprocessor, désigne un langage de script, utilisé principalement pour la conception de sites web dynamiques. Il s'agit d'un langage de programmation sous licence libre qui peut donc être utilisé par n'importe qui de façon totalement gratuite.**[40]**

5. Système de gestion de base des donnés :

5.1. PhpMyAdmin :

PhpMyAdmin est un outil logiciel gratuit écrit en php, destiné à gérer l'administration de MySQL sur le web, PhpMyAdmin prend en charge une large gamme d'opérations sur MySQL et MariaDB. Les opérations fréquemment utilisées (gestion des bases de données, des tableaux, des colonnes, des relations, des index, des utilisateurs, des autorisations, etc.) peuvent être effectuées via l'interface utilisateur, alors que vous avez toujours la possibilité d'exécuter directement une instruction SQL.**[41]**

5.2. MySQL :

MySQL est une base de données relationnelle libre qui a vu le jour en 1995 et très employée sur le web, souvent en association avec PHP (langage) et Apache (serveur web).MySql fonctionne indifférent sur tous les systèmes d'exploitation (Windows, Linux, Mac OS notamment). Le principe d'une base de données relationnelle est d'enregistrer les informations dans des tables qui représentent des regroupements de données par sujets (table des produits, table d'utilisateur par exemple). Les tables sont reliées entre elles par des relations.**[42]**

6. Les logiciels de développement utilisés :

Parmi les logiciels dans le cadre de la réalisation de la plateforme, nous distinguons :

6.1. XAMPP :

XAMPP est un ensemble des logiciels permettant de mettre en place un serveur Web local, un serveur FTP et un serveur de messagerie électronique. Il s'agit d'une distribution des logiciels libres (X (cross) Apache MySQL Perl PHP) offrant une bonne souplesse d'utilisation, réputée pour son installation simple et rapide. Ainsi, il est à la portée d'un grand nombre de personnes puisqu'il ne requiert pas de connaissances particulières et fonctionne, de plus sur les systèmes d'exploitation les plus répandus.**[43]**

6.2. Star UML :

Est un outil de modélisation logicielle open source qui prend en charge UML (Unified Modeling Language). Il est basé sur UML version 1.4, fournit onze types de diagrammes différents et accepte la notation UML 2.0. Il soutient activement l'approche MDA (Model Driven Architecture) en supportant le concept de profil UML et en permettant de générer du code plusieurs langues.**[44]**

7. Présentation des interfaces de notre système :

❖ Cette interface représente la page home de notre application.



Figure 26 : Interface accueil.

❖ Cette interface utilisée pour l'authentification.

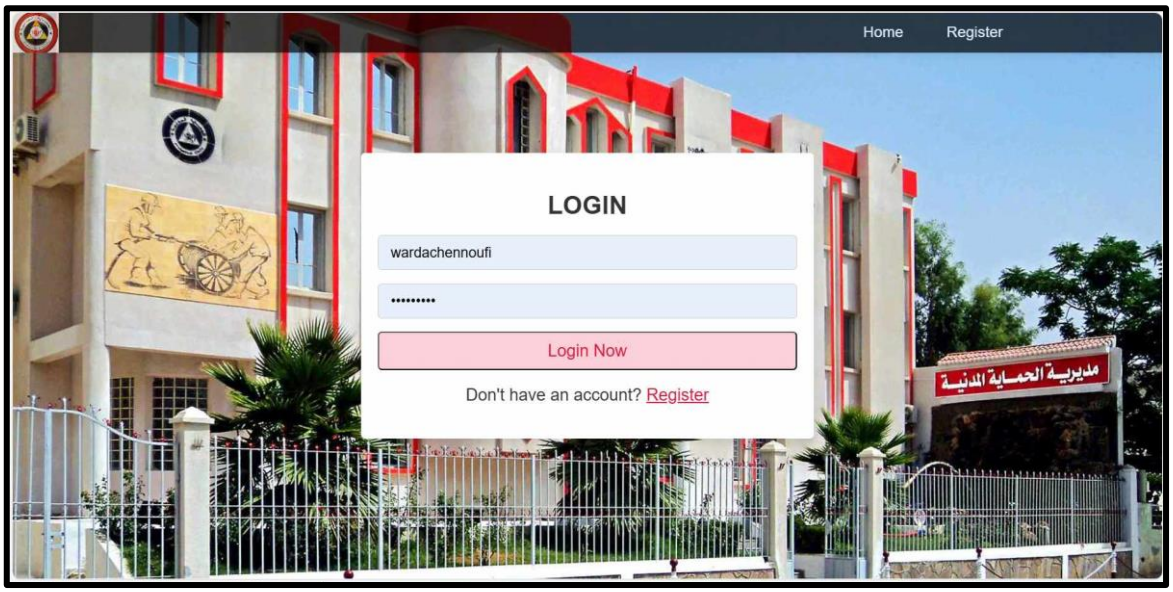


Figure 27 : Interface de se connecter.

❖ Cette interface permet d'inscription.

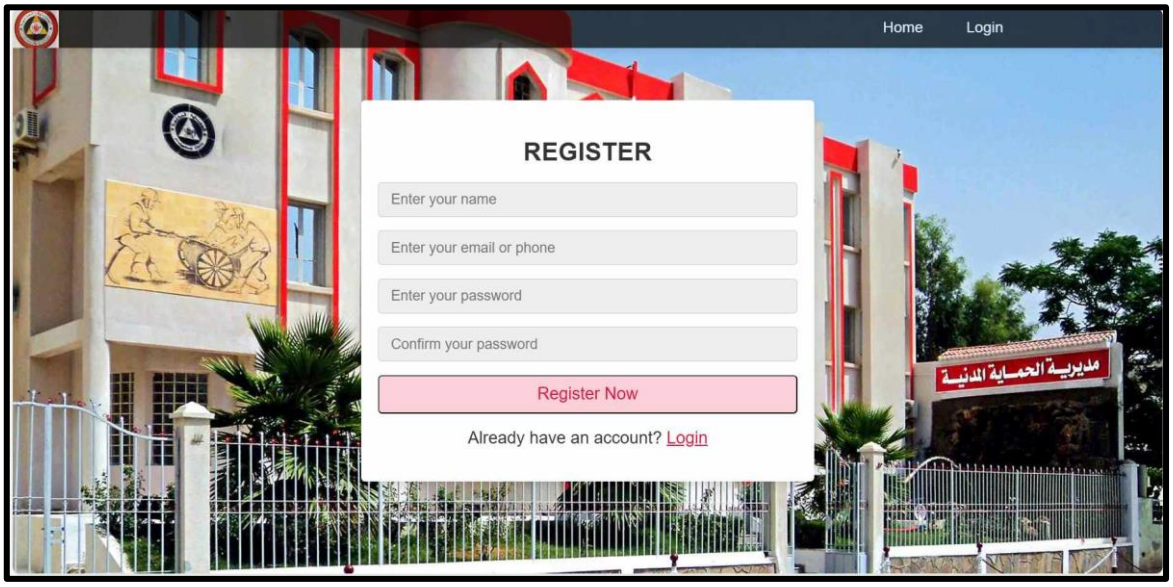


Figure 28 : Interface de l'inscription.

❖ L'interface d'utilisateur pour signaler une urgence médicale.



Figure 29 : Interface pour signaler une urgence.

❖ L'interface de centre de contrôle opérationnel pour gérer les différentes opérations.

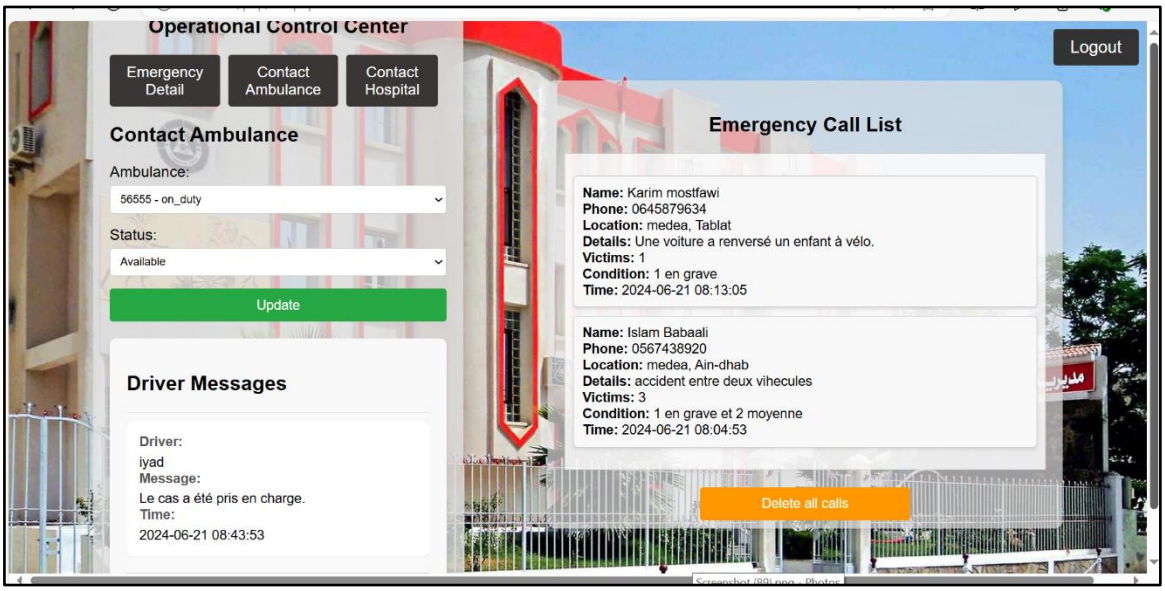


Figure 30 : Interface de CCO.

❖ L'interface de l'espace chauffeur pour contacter le CCO

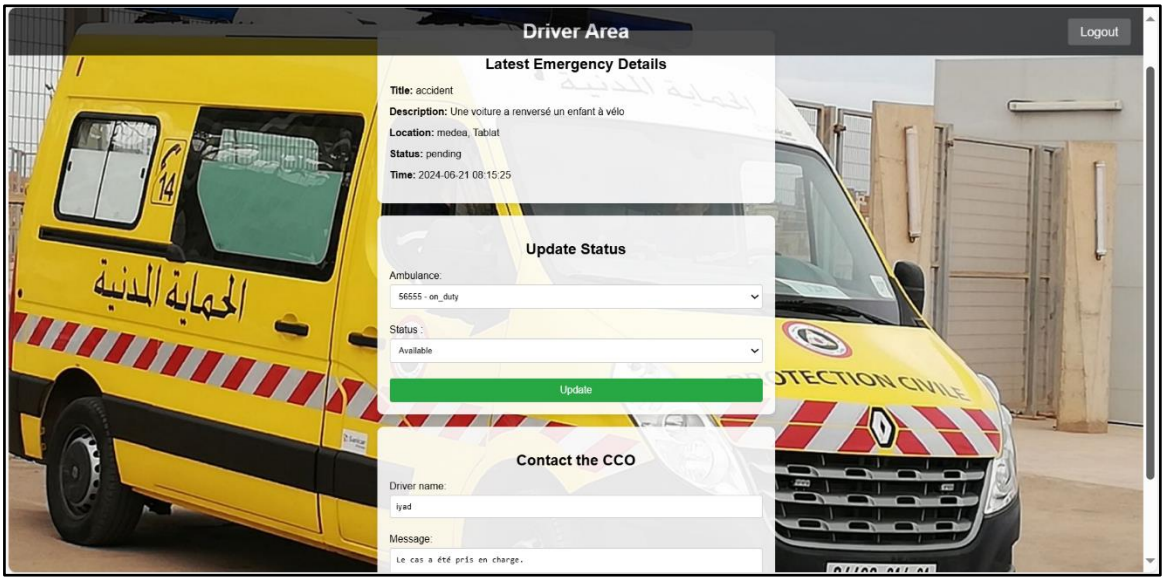


Figure 31 : Interface de l'ambulance.

❖ L'interface de l'admin de system qui gérer les ambulances, les utilisateurs et les hôpitaux.

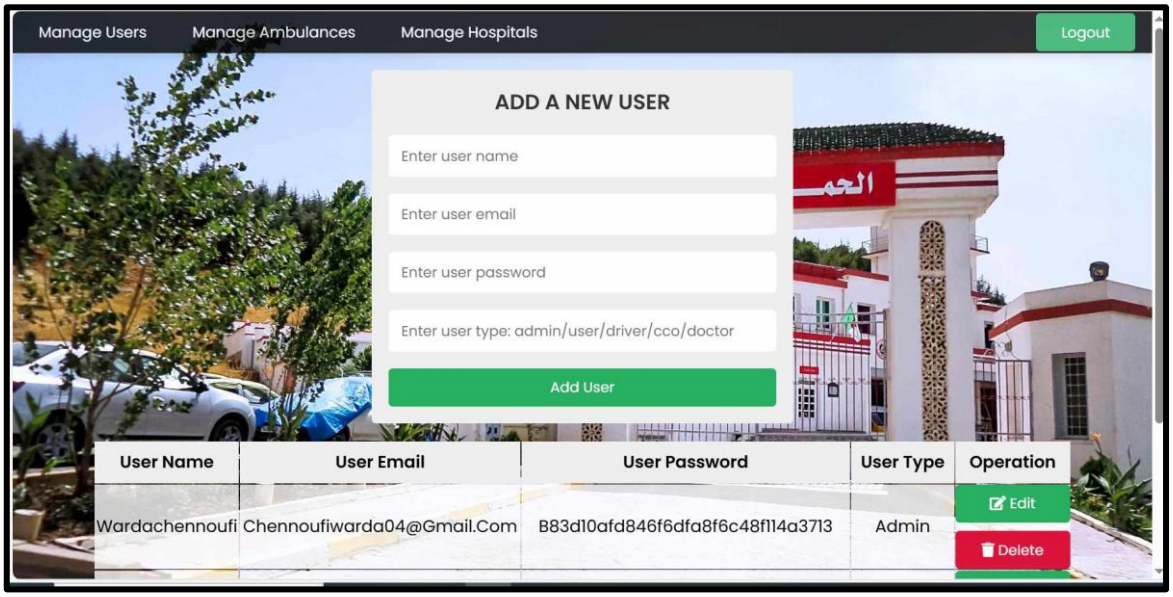


Figure 32 : Interface gérer les utilisateurs.

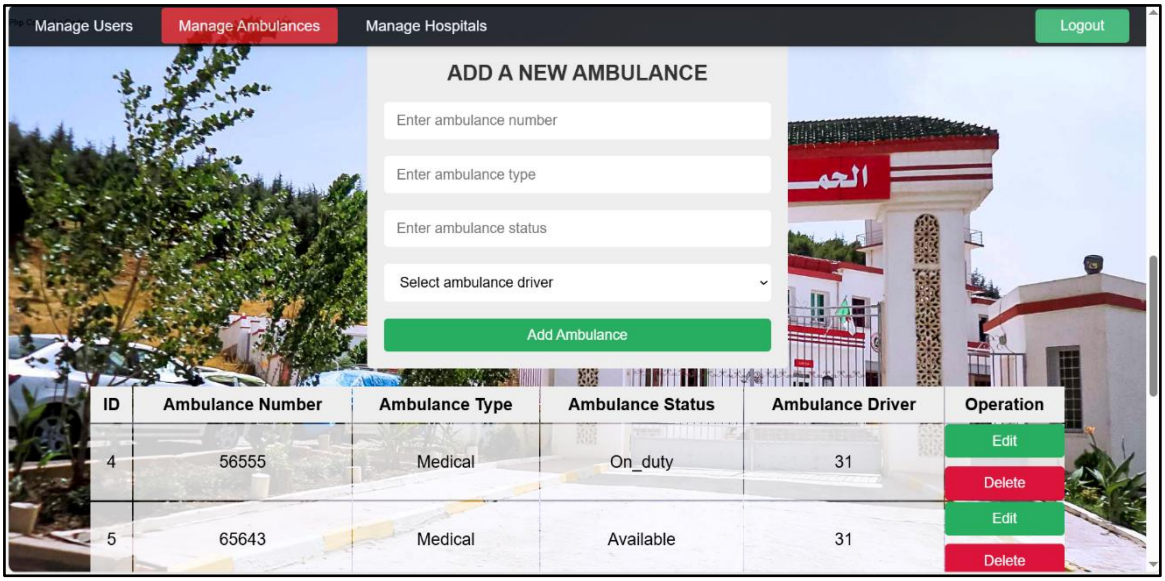


Figure 33 : Interface gérer les ambulances.

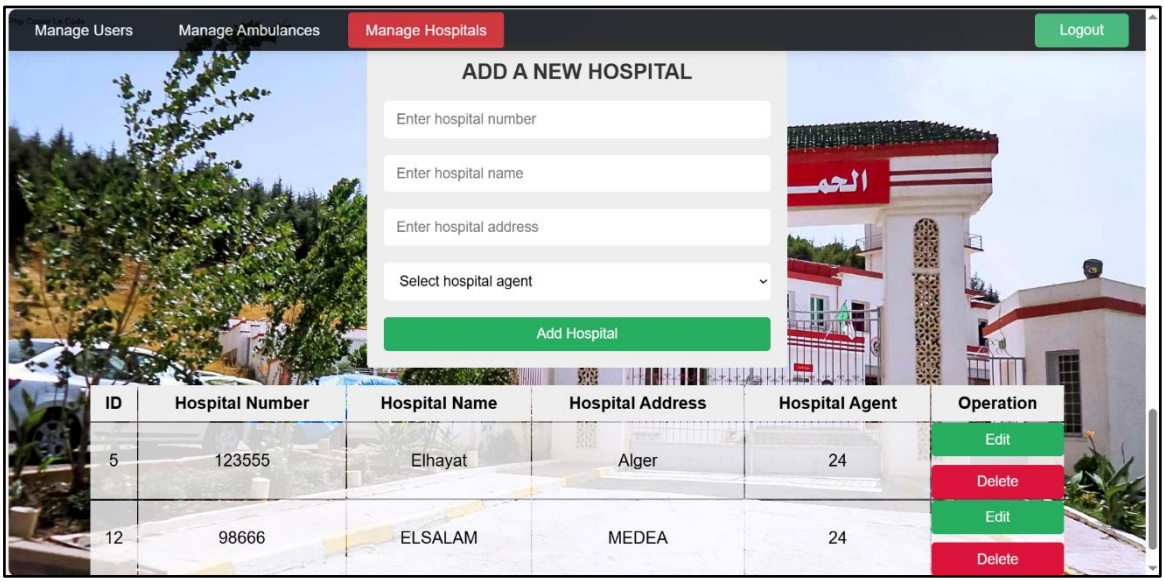


Figure 34 : Interface gérer les hôpitaux.

❖ Interface de l'hôpital pour la réception des informations sur le patient.



Figure 35 : Interface de l'hôpital.

8. Conclusion:

Ce chapitre a présenté en détail la conception d'un système médical pour l'appel d'ambulances spécialisées en fonction du type d'urgence médicale. Après avoir introduit la problématique et la motivation derrière ce système, son schéma fonctionnel a été décrit, expliquant les différents composants clés tels que le centre de réception des appels, la base de données des ambulances, les algorithmes d'IA, le système de navigation et la connexion avec les hôpitaux.

La phase de conception a ensuite été abordée, incluant les diagrammes d'architecture, de cas d'utilisation, de séquence et de classes. Ces diagrammes ont permis de visualiser les interactions entre les différents acteurs, les flux de données et les fonctionnalités du système.

Enfin, des maquettes des interfaces utilisateur ont été fournies, illustrant l'apparence et les fonctionnalités prévues pour les différents acteurs comme les citoyens, le personnel du centre de contrôle, les ambulanciers et les administrateurs et les Hôpitaux.

Ce chapitre a jeté les bases solides de la conception d'un système innovant visant à optimiser la réponse aux urgences médicales en déployant les ressources spécialisées appropriées de manière efficace et rapide.

CONCLUSION GENERALE

La réalisation de ce mémoire a permis d'explorer en profondeur le domaine des ambulances médicales et leur impact potentiel sur les services médicaux d'urgence. L'étude a démontré que l'intégration des technologies avancées telles que l'Internet des objets (IoT), les capteurs médicaux et l'intelligence artificielle (IA) dans les ambulances peut transformer significativement la manière dont les services d'urgence sont fournis.

L'implantation de capteurs médicaux dans les ambulances permet un suivi en temps réel de l'état des patients, assurant ainsi une meilleure préparation des équipes médicales avant l'arrivée à l'hôpital. De plus, l'utilisation de systèmes de navigation médicals et de bases de données spécialisées pour les ambulances permet d'optimiser les temps de réponse et de garantir que les ressources adéquates sont déployées en fonction de la nature de l'urgence.

L'étude a également mis en lumière les avantages opérationnels apportés par ces technologies. Le cloud computing et le GPS jouent un rôle crucial en renforçant l'efficacité des opérations et en facilitant la prise de décisions éclairées. Dans un contexte où chaque minute compte, ces avancées technologiques peuvent véritablement faire la différence entre la vie et la mort.

Cependant, l'adoption de ces technologies n'est pas sans défis. Les questions de sécurité des données, de confidentialité, et de coûts de mise en œuvre doivent être soigneusement considérées. Il est également essentiel de former adéquatement le personnel médical à l'utilisation de ces nouvelles technologies pour maximiser leur efficacité.

En conclusion, les ambulances médicales représentent une solution prometteuse pour améliorer les soins médicaux d'urgence. L'intégration de système médical médical pour appeler des ambulances spécialisées en fonction de la nature de l'urgence médicale peut considérablement améliorer les résultats pour les patients en fournissant des soins spécialisés plus rapidement et de manière plus efficiente. Les perspectives futures incluent une recherche continue pour surmonter les défis actuels et pour explorer de nouvelles façons d'intégrer la technologie afin de sauver des vies.

Ce mémoire espère contribuer à la sensibilisation et à la promotion de l'innovation technologique dans le domaine des services médicaux d'urgence, en ouvrant la voie à de nouvelles recherches et développements qui pourront transformer la manière dont les urgences médicales sont gérées.

REFERENCES

[1]: R. A. Khan and A.-S. K. Pathan, "The state-of-the-art wireless body area sensor networks: A survey," International Journal of Distributed Sensor Networks, vol. 14, no.4, p. 1550147718768994, 2018. Doi: https://doi.org/10.1177/1550147718768994

[2]: Samir Bouldjadj, « Sureté de fonctionnement des réseaux de capteurs médicaux », Novembre 2020, DOI : 10.13140/RG.2.2.20860.62084, https://www.researchgate.net/publication/362542008

[3]: Min Chen, Sergio Gonzalez, Athanasios Vasilakos, Huasong Cao and Victor C. M. Leung, "Body Area Networks: A Survey", Mob. Netw. Appl. Journal, 2011.

[4] : Samir Bouldjadj, « Sureté de fonctionnement des réseaux de capteurs médicaux », Novembre 2020, DOI : 10.13140/RG.2.2.20860.62084, https://www.researchgate.net/publication/362542008

[5]: R. A. Khan and A.-S. K. Pathan, "The state-of-the-art wireless body area sensor networks: A survey," International Journal of Distributed Sensor Networks, vol. 14, no. 4, p.1550147718768994, 2018. Doi: https://doi.org/10.1177/1550147718768994

[6] B. Latré, B. Braem, I. Moerman, C. Blondia, and P. Demeester, "A survey on wireless body area networks," Wireless networks, vol. 17, no. 1, pp. 1-18, 2011. doi: http://dx.doi.org/10.1007/s11276-010-0252-4

[7]: Q. Gao et al., "Highly stretchable sensors for wearable biomedical applications," Journal of materials science, vol. 54, no. 7, pp. 5187-5223, 2019.

[8]: H. Cao, V. Leung, C. Chow, and H. Chan, "Enabling technologies for wireless body area networks: A survey and outlook," IEEE Communications Magazine, vol. 47, no. 12, pp. 84-93, 2009

[9]: M. Chen, S. Gonzalez, A. Vasilakos, H. Cao, and V. C. M. Leung, "Body area networks: A survey," Mobile networks and applications, vol. 16, no. 2, pp. 171-193, 2011

[10]: R. Zhang and J. Yu, Energy-Efficient Algorithms and Protocols for Wireless Body Sensor Networks. Springer International Publishing, 2019.

[11]: S. Movassaghi, M. Abolhasan, J. Lipman, D. Smith, and A. Jamalipour, "Wireless body area networks: A survey," IEEE Communications surveys & tutorials, vol. 16, no. 3, pp. 1658-1686, 2014. Doi: http://dx.doi.org/10.1109/SURV.2013.121313.00064

[12]: Kyung Sup Kwak, Sana Ullah, and Niamat Ulla, "An Overview of IEEE 802.15.6 Standard", 3rd International Symposium on Applied Sciences in Biomedical and Communication Technologies (ISABEL), pages: 1-6, 2010.

[13]: Nashwan Ghaleb Al-Thobhani," Using WBANs in Healthcare Services", September 2022, https://www.researchgate.net/publication/363840865

[14]: Thèse par Ali MAKKE pour obtenir le grade de docteur de l'Université Paris Descartes Spécialité : Informatique et Réseaux Détection d'attaques dans un système WBAN de surveillance médicale à distance.

[15]: Ullah, K., Shah, M. A., & Zhang, S. (2016). Effective ways to use Internet of Things in the field of medical and smart health care. In 2016 International Conference on Médical Systems Engineering (ICISE) (pp. 372-379). IEEE.

[16]: Al-Khafajiy, M., Baker, T., Asim, M., Gochoo, M., & Deravi, F. (2020). Wearable sensing for ambulatory monitoring. In Sensors for Health Monitoring (pp. 1-28). Artech House.

[17]: Karagiannis, V., Chatzimisios, P., Vazquez-Gallego, F., & Alonso-Zarate, J. (2015). A survey on application layer protocols for the internet of things. Transaction on IoT and Cloud Computing, 3(1), 11-17.

[18]: Boby, R. M., Sankar, K., & Jose, A. (2020). IoT based smart ambulance system using MQTT protocol. In 2020 International Conference on Data Science and Engineering (ICDSE) (pp. 1-6). IEEE.

[19]: Mamra, P., & Raja, K. (2022). Towards the adoption of IoMT and digital health technologies in ambulance services: A systematic literature review. Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing, 1-18.

[20]: Steinhubl, S. R., Mehta, N. K., & Ebner, G. S. (2016). The emerging field of mobile health. MobiHealth News, 15.

[21]: Abo-Zahhad, M., Ahmed, S. M., & Elnahas, O. (2014). A wireless emergency telemedicine system for patients monitoring and diagnosis. International Journal of Telemedicine and Applications, 2014.

[22]: Ullah, K., Shah, M. A., & Zhang, S. (2016). Effective ways to use Internet of Things in the field of medical and smart health care. In 2016 International Conference on Médical Systems Engineering (ICISE) (pp. 372-379). IEEE.

[23]: Al-Khafajiy, M., Baker, T., Asim, M., Gochoo, M., & Deravi, F. (2020). Wearable sensing for ambulatory monitoring. In Sensors for Health Monitoring (pp. 1-28). Artech House.

[24]: Karagiannis, V., Chatzimisios, P., Vazquez-Gallego, F., & Alonso-Zarate, J. (2015). A survey on application layer protocols for the internet of things. Transaction on IoT and Cloud Computing, 3(1), 11-17.

[25]: Boby, R. M., Sankar, K., & Jose, A. (2020). IoT based smart ambulance system using MQTT protocol. In 2020 International Conference on Data Science and Engineering (ICDSE) (pp. 1-6). IEEE.

[26]: Mamra, P., & Raja, K. (2022). Towards the adoption of IoMT and digital health technologies in ambulance services: A systematic literature review. Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing, 1-18.

[27]: Steinhubl, S. R., Mehta, N. K., & Ebner, G. S. (2016). The emerging field of mobile health. MobiHealth News, 15.

[28]: Abo-Zahhad, M., Ahmed, S. M., & Elnahas, O. (2014). A wireless emergency telemedicine system for patients monitoring and diagnosis. International Journal of Telemedicine and Applications, 2014.

[29]: Frehner, B. (2021). Improving patient care through connected ambulances. Network Computing, 32(1), 36-39.

[30]: Ahmed T. Alhasani, Ameer H. Ali, Mohammed Abdulmahdi, Laith Ali Abdul-Rahaim," IoT System of Medical Equipment Monitoring and Ambulance Tracking", July 2023, https://www.researchgate.net/publication/376721439

[31]: Tugay Akca, Ozgur Koray Sahingoz, Mucahid Tozal, Emre Koçyiğit," Médical Ambulance Management System in Smart Cities", September 2020, https://www.researchgate.net/publication/346851617

[32]: Akanksha Mhadolkar, Anish Tipnis," SMART AMBULANCE PATIENT MONITORING SYSTEM", VSearch 2020, ISBN: 978-93-5473-120-40

[33]: Yeong Mang Sen, Firkhan Ali Hamid Ali," Design and Development of Go-Ambulance System based on IoT Technology", 2023, https://scholar.google.com/scholar?hl=ar&as_sdt=0%2C5&q

[34]: Amreen Ayesha, Dr. C. Komalavalli," Smart Ambulance: A Comprehensive IoT and Cloud-Based System Integrating Fingerprint Sensor with Medical Sensors for Real-time Patient Vital Signs Monitoring", 2023, https://ijisae.org/index.php/IJISAE/article/view/4299

[35]: Ayesha, A. & Chakravarthi, K. (2023). Smart Ambulances for IoT Based Accident Detection, Tracking and Response. Journal of Computer Science, 19(6), 677-685. https://doi.org/10.3844/jcssp.2023.677.685

[36]: Visual Studio Code - Code Editing. Redefined. https://code.visualstudio.com/ (consulté le 15 oct. 2020)

[37]: Kolade Chris. What is HTML ? Definition and Meaning. https://www.freecodecamp.org/news/what-is-html-definition-and-meaning/. Consulté le 11 mai 2023.

[38]: "Ionic - Cross-Platform Mobile App Development." https://ionicframework.com/ (consulté le 14 oct. 2020).

[39]: https://www.gralon.net/articles/internet-et-webmaster/creation-site-internet/article- javascript--presentation-et-applications-1776.htm

[40]:https://www.journaldunet.fr/web-tech/dictionnaire-du-webmastering/1203597-php-hypertext-preprocessor-definition/

[41]: https://www.phpmyadmin.net/

[42]:http://www.mosaique-info.fr/glossaire-web-referencement-infographie-multimedia-informatique/m-glossaire-informatique-et-multimedia/448-mysql-definition.html

[43]: https://fr.wikipedia.org/wiki/XAMPP

[44]: https://matthieu-brucher.developpez.com/tutoriels/conception/staruml/