

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA  
RECHERCHE SCIENTIFIQUE**



**UNIVERSITE DE BLIDA 01**

**Département d'Informatique**



**MEMOIRE DE FIN D'ETUDES**

**Pour l'obtention du diplôme Master en Informatique**

**Option : Système Informatique et Réseaux.**

**THEME :**

**Proposition d'un système monitoring des  
patients transportés en urgence par ambulance**

**Réalisé par :**

SAIDOUN Imad Eddine

SAHRANE Missoum Mohamed Amine

**Membres de jury :**

Mme. ABED Hafida

Mme. HADJ HENNI Malika

Mr. TIBERKAK Allal

Mr. OUELD KHAOUA Mohamed

Président

Examineur

Promoteur

Co-Promoteur

**Blida, 2023.**

## **Remerciement**

À l'issue de ce travail, nous devons tout d'abord remercier Dieu qui nous a donné la force et le courage de poursuivre nos études et d'atteindre ce stade, ainsi que nos parents qui nous ont grandement soutenus tout au long de notre parcours. Un grand merci à notre Co-promoteur Professeur Oueld Khaoua Mohamed et à notre promoteur Docteur Tiberkak Allal, qui nous ont énormément aidés et soutenus, et qui nous ont permis d'atteindre ce niveau. Nous leur sommes reconnaissants pour leurs excellents conseils, ainsi que pour le temps qu'ils ont passé avec nous et leur patience. Sans eux, nous n'aurions pas pu réaliser ce modeste travail, et nous les remercions de nous avoir fait confiance. Nous tenons également à remercier les membres du jury qui ont eu l'honneur d'examiner ce travail. Enfin, nous renouvelons nos remerciements à tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin dans la réalisation de ce travail, en n'oubliant pas les enseignants qui ont contribué à notre formation.

## Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

A mes très chers parents, que nulle dédicace ne puisse exprimer mes sincères sentiments, Pour leur patience illimitée, leur encouragement continu, leur aide, en témoignage de mon profond amour et respect pour leurs grands sacrifices.

À la mémoire de mon cher oncle Mourad, que Dieu ait son âme en vaste paradis.

À mon frère « Islam » et ma sœur que j'ai de la chance de les avoir à mes côtés. Leur bienveillance, leur compréhension et leur amour inconditionnel sont des cadeaux précieux qui m'ont aidé à me sentir en sécurité et soutenue. Leur présence dans ma vie est d'une valeur inestimable.

À mes chers grands parents.

À mon oncle Boualem et mes oncles, et mes tantes et mes cousins spécialement Labbaci Hamza.

À mon cher binôme Imad Eddine.

À tous mes amis, pour leurs sincère amitié, leurs soutien permanent me remonte le moral et leurs conseils m'incitent à relever les défis.

**Sahrane Amine**

## Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

A mes très chers parents, que nulle dédicace ne puisse exprimer mes sincères sentiments, Pour leur patience illimitée, leur encouragement continu, leur aide, en témoignage de mon profond amour et respect pour leurs grands sacrifices.

Leur bienveillance, leur compréhension et leur amour inconditionnel sont des cadeaux précieux qui m'ont aidé à me sentir en sécurité et soutenue. Leur présence dans ma vie est d'une valeur inestimable.

À mon frère « loay » et ma sœur que j'ai de la chance de les avoir à mes côtés. Leur bienveillance, leur compréhension et leur amour inconditionnel sont des cadeaux précieux qui m'ont aidé à me sentir en sécurité et soutenue. Leur présence dans ma vie est d'une valeur inestimable.

À mes chers grands parents.

À mes oncles et mes tantes et mes cousins.

À mon cher binôme Amine.

À tous mes amis, pour leurs sincère amitié, leurs soutien permanent me remonte le moral et leurs conseils m'incitent à relever les défis.

**SAIDOUN Imad-Eddine**

## Résumé

L'informatique est désormais omniprésente dans notre vie quotidienne, et aucun domaine n'est plus crucial que celui de la santé pour exploiter pleinement ces connaissances. C'est pourquoi nos efforts se concentrent spécifiquement sur ce secteur. Dans cette optique, notre attention est particulièrement portée sur l'amélioration de la prise en charge des patients à bord des ambulances durant leur transfert vers l'hôpital. Ce mémoire se focalise sur l'amélioration de la communication en temps réel entre l'hôpital et l'ambulance en utilisant la technologie WebRTC. Notre objectif est proposé une solution qui garantisse une couverture réseau continue en utilisant plusieurs périphériques mobiles avec différents opérateurs mobiles. Cette solution permettrait au système de basculer efficacement d'un périphérique mobile à un autre, afin d'offrir une qualité de service supérieure.

**Mots clés :** ambulance, hôpital, WebRTC, couverture réseau, périphériques mobile, opérateurs, basculement entre périphériques mobile, qualité service.

## ملخص

أصبح مجال الإعلام الآلي الآن منتشر في كل مكان في حياتنا اليومية، ولا يوجد مجال أكثر أهمية من الرعاية الصحية للاستفادة من هذه المعرفة. هذا هو السبب في أننا وجهنا بحثنا في هذا القطاع المحدد. ركزنا جهودنا على تحسين طريقة رعاية المرضى في سيارات الإسعاف في طريقهم إلى المستشفى. تعتمد هذه الأطروحة على تحسين الاتصال في الوقت الفعلي بين المستشفى وسيارة الإسعاف أثناء نقل المرضى باستخدام تقنية WebRTC، هدفنا هو اقتراح حل يضمن استمرارية في تغطية الشبكة عن طريق استعمال عدة هواتف تعتمد على شبكات هواتف مختلفة. هذا الحل يسمح بالانضمام بالتبديل بشكل فعال من جهاز إلى آخر ، من أجل تقديم جودة أعلى للخدمة.

**كلمات مفتاحية :** سيارات الإسعاف, مستشفى, WebRTC , هواتف نقالة, شبكات الهاتف, التبديل بين الاجهزة, تغطية الشبكة, جودة الخدمة.

## **Abstract**

Computing is now ubiquitous in our daily lives, and there is no field more critical than healthcare to fully leverage this knowledge. That is why our efforts are specifically focused on this sector. With this in mind, our attention is particularly devoted to improving patient care on ambulances during their transfer to the hospital. This thesis focuses on enhancing real-time communication between the hospital and the ambulance using WebRTC technology. Our objective is to propose a solution that ensures continuous network coverage by utilizing multiple mobile devices with different mobile operators. This solution would enable the system to seamlessly switch between mobile devices, there by offering superior quality of service.

**Keywords :** ambulance, hospital, WebRTC, network coverage, mobile devices, mobile operators, switch between mobile devices, quality of service.

# Table des matières

Introduction générale .....	1
Structure de mémoire.....	2
I. Chapitre I : État de l’art.....	3
I.1 Introduction.....	3
I.2 Généralité.....	3
I.2.1 Télémédecine.....	3
I.2.2 Télésurveillance médicale .....	4
I.2.3 Avantages de télésurveillance .....	4
I.2.4 Informations Médicales Capturées via la Télésurveillance .....	5
I.2.5 Outils de la télésurveillance.....	6
I.3 Travaux de télésurveillance dans l’ambulance .....	7
I.3.1 E-Ambulance .....	7
I.3.2 Service de santé mobile à base des réseaux 5G.....	8
I.3.3 Santé mobiles assurée par le réseau 5G.....	10
I.3.4 Etude sur la santé mobile et les réseaux 5G .....	12
I.4 Discussion.....	13
I.5 Conclusion .....	14
II. Chapitre II : Conception .....	15
II.1 Introduction.....	15
II.2 Solution proposée.....	15
II.3 Conception UML .....	17
II.3.1 Diagramme de cas d’utilisation .....	18
II.3.2 Diagrammes de séquence .....	20
II.3.3 Diagramme de classes .....	27
II.4 Conclusion .....	27
III. Chapitre III : Implémentation .....	28



III.1	Introduction .....	28
III.2	Outils de développement .....	28
III.2.1	Base de données .....	28
III.2.2	WebRTC .....	29
III.2.3	Web Sockets.....	29
III.2.4	HTML .....	30
III.2.5	CSS .....	30
III.2.6	JavaScript.....	30
III.3	Environnement de développement .....	30
III.3.1	Node.js .....	30
III.3.2	Visual Studio.....	31
III.3.3	XAMPP.....	31
III.4	Interfaces de l'application .....	31
III.4.1	La page d'authentification .....	31
III.4.2	Page administrateur.....	34
III.4.3	Interface de l'ambulancier .....	36
III.4.4	Interface de service d'admission.....	40
III.5	Conclusion.....	40
	Conclusion générale .....	41
	Bibliographie .....	43

## Liste des Figures

Figure 1 : Architecture de système l'E-Ambulance. ....	8
Figure 2 : Architecture du réseau 5G pour les ambulances. ....	10
Figure 3 : Système proposé basé sur la compression intelligente. ....	11
Figure 4 : Architecture globale du système proposée. ....	16
Figure 5 : Architecture de communication P2P utilisent WebRTC. ....	17
Figure 6 : Diagramme de cas d'utilisation du système. ....	18
Figure 7 : Diagramme de séquence d'authentification. ....	20
Figure 8 : Diagramme de séquence « Ajouter utilisateur ». ....	21
Figure 9 : Diagramme de séquence « Modifier utilisateur ». ....	22
Figure 10 : Diagramme de séquence « Supprimer utilisateur ». ....	22
Figure 11 : Diagramme de séquence « Ambulancier ». ....	23
Figure 12 : Diagramme de séquence « collecter les informations d'état du patient ». ....	24
Figure 13 : Diagramme de séquence « Ouvrir une connexion WebRTC ». ....	24
Figure 14 : Diagramme de séquence « Basculement entre les périphérique ». ....	25
Figure 15 : Diagramme de séquence « Echange de données ». ....	26
Figure 16 : Diagramme de classes. ....	27
Figure 17 : WebRTC. ....	29
Figure 18 : Fenêtre d'authentifier dans le système. ....	32
Figure 19 : Message affiché pour le manque d'informations d'authentification. ....	32
Figure 20 : Message affiché quand le mot de passe est incorrect. ....	33
Figure 21 : Message affiché quand le matricule est incorrect. ....	33
Figure 22 : Interface d'administrateur. ....	34
Figure 23 : Interface de formulaire d'ajouter un utilisateur. ....	34
Figure 24 : Interface de formulaire de Modifier utilisateurs. ....	35
Figure 25 : Avant la Suppression d'utilisateur. ....	35
Figure 26 : Après la suppression d'utilisateur. ....	36
Figure 27 : Formulaire de patient. ....	36
Figure 28 : Vidéos streaming. ....	37
Figure 29 : Envoie et recevoir des messages. ....	37
Figure 30 : Localisation de l'ambulance. ....	38
Figure 31 : Basculement entre les périphériques (résultat 1). ....	39
Figure 32 : Basculement entre les périphériques (résultat 2). ....	39

Figure 33 : Interface de service d'admission(géolocalisation, vidéo streaming et chat). ..... 40  
Figure 34 : Interface de service d'admission(formulaire du patient). ..... 40

## **Table de tableau**

Tableau 1 : Comparaison entre les travaux. .... 13

## **Abréviation**

**DDS** : Data Distribution Service.

**GPS** : Global Positioning System.

**EMBB** : Enhanced Mobile Broadband.

**URLLC** : Ultra Reliable Low Latency Communication.

**MMTC** : Massive Machine-Type Communication.

**PLR** : Packet Loss Rate.

**UML** : Unified Modeling Language.

**MySQL** : My Structured Query Language.

**P2P** : Peer-to-Peer.

**SGBD** : Système de Gestion de Base de Données.

**WEBRTC** : Web Real Time Communications.

**W3C** : World Wide Web Consortium.

**HTTP** : Hyper Text Transfer Protocol.

**HTML** : Hyper Text Mark-up Language.

**CSS** : Cascading Style Sheets.

**ECG** : Electro Cardio Gramme.

**RTT** : Round Trip Time.

**IDE** : Environnement de Développement Intégré.

**QOE** : Qualité of Expérience.

**QOS** : Qualité of Service.

**VOIP** : Voice Over Internet Protocol.

**IETF** : Voice Over Internet Protocol.

**SDP** : Session description protocole.

**WiFi** : Wireless Fidelity.

**WiMAX** : Worldwide Interoperability for Microwave Access.

# Introduction générale

De nos jours, le monde connaît une avance technologique considérable dans tous les domaines, largement attribuable à l'informatique. L'informatique est une science qui se consacre à l'étude des techniques de traitement automatique de l'information, et elle joue un rôle crucial dans le développement de la télémédecine. Cependant, si l'on posait la question "Qu'est-ce que l'informatique médicale ?" à des médecins, des informaticiens ou des scientifiques d'autres disciplines, il est peu probable qu'on obtienne des perspectives unifiées. Les réponses varieraient en fonction des applications et des techniques spécifiques à l'informatique médicale.

La diversité de perspectives s'explique par le développement particulier de l'informatique, qui est né de la technique. Initialement fondée sur la science, la technique était étrangère à son objectif principal, le traitement de l'information. Les différents domaines d'application de l'informatique en médecine comprennent les banques d'information et de connaissances, les systèmes d'information hospitaliers, les réseaux de soins et les systèmes d'information de santé, l'informatisation des dossiers médicaux, l'aide à la décision médicale et les systèmes experts, ainsi que le traitement des signaux et des images médicales.

Notre objectif principal est d'explorer comment assurer la protection des patients dans le contexte de la télésurveillance. Généralement, lorsque les ambulanciers se rendent chez un patient, ils le transportent vers l'hôpital. Une fois arrivé à l'hôpital, le patient subit de multiples tests médicaux, dont certains auraient pu être effectués en amont pendant le trajet vers l'hôpital.

Après avoir surmonté toutes les difficultés pour arriver à l'hôpital à temps, le médecin responsable peut décider de ne pas admettre le patient en raison de problèmes de saturation, de manque de personnel ou même de ressources médicales insuffisantes. Malheureusement, ces problèmes peuvent parfois entraîner des conséquences irréversibles, telles que le décès du patient. Souvent, la principale cause de ces problèmes réside dans le manque de moyens de communication entre l'hôpital et l'ambulance.

La communication en temps réel entre l'hôpital et l'ambulance est importante dans le but de réduire la gravité des patients transportés. Malheureusement, ce défi n'a pas pu être surmonté

en raison de la mobilité d'ambulance, ce qui entraîne des difficultés à assurer une couverture réseau disponible et stable à tout moment, quelle que soit la position d'ambulance.

Après l'émergence des technologies mobiles, de nombreuses applications ont été développées dans différents domaines. Cependant, nous avons envisagé d'utiliser ces technologies pour créer une plateforme en ligne et en temps réel qui utilise plusieurs opérateurs mobiles. Ce système permettrait de basculer entre les opérateurs afin d'assurer une couverture réseau disponible, améliorant ainsi la communication entre les ambulances et les hôpitaux pour éviter les complications et les pertes humaines. Cette plateforme bénéficie non seulement aux patients, mais aussi au personnel médical et aux ambulanciers. Son objectif principal est d'informer le service de réception à l'hôpital de toutes les ressources disponibles, facilitant ainsi la tâche du personnel médical et des ambulanciers.

### **Structure de mémoire**

Le reste de notre mémoire s'articule autour de trois chapitres et la conclusion :

- *Chapitre 1* : Représente un état de l'art sur la télésurveillance dans le contexte de la télémédecine, principalement la télésurveillance du patient transporté par l'ambulance. A la fin de ce chapitre, nous donnerons une vue sur les différents projets et systèmes réalisés dans le domaine de la télésurveillance du patient transporté par l'ambulance, une comparaison est faite entre les systèmes étudiés pour détecter leurs points forts et leurs points faibles.

- *Chapitre 2* : Nous présenterons dans le deuxième chapitre notre solution proposée. Ainsi, nous avons proposé une modélisation à base d'UML pour notre système, en mettant en avant un modèle UML qui présente l'architecture ainsi que les composant du système proposé.

- *Chapitre 3* : Dans ce chapitre, nous allons aborder la réalisation du système proposé, son implémentation, les résultats des tests réalisés et leurs interprétations.

- Finalement, ce mémoire est achevé par une conclusion générale qui présente un récapitulatif des principales contributions de notre recherche, ainsi que nos perspectives pour l'avenir de ce projet

# Chapitre I : État de l'art

## I.1 Introduction

Dans divers endroits du monde, de nombreux projets indépendants sont en cours sur le sujet de la télésurveillance médicale des patients transportée par ambulance. Ces projets ont pour objectif de développer des approches novatrices pour améliorer la prise en charge médicale à distance. Le présent chapitre a pour but de souligner la diversité des concepts et des objectifs abordés par ces différents projets. Nous nous appuyerons sur des exemples concrets de travaux de recherche en cours pour illustrer cette diversité. Les projets engagés se concentrent sur divers aspects, tels que la surveillance des signes vitaux, la gestion des maladies chroniques, la détection précoce des complications, la promotion de l'autonomie des patients, la prévention des hospitalisations inutiles, et bien d'autres encore. Cette variété témoigne de l'ampleur des possibilités offertes par la télésurveillance médicale et met en évidence les différentes voies explorées pour améliorer les soins de santé à distance.

## I.2 Généralité

La télémédecine et la télésurveillance médicale utilisent des technologies de l'information et de la communication pour améliorer les soins de santé. La télémédecine facilite la communication à distance entre patients et professionnels de santé, tandis que la télésurveillance permet de surveiller l'état de santé des patients à distance qui sont porté par ambulance. Ces approches offrent de nombreux avantages et utilisent divers outils technologiques et différents types de donnés.

### I.2.1 Télémédecine

Télémédecine est le nom moderne de l'utilisation des systèmes d'information et de communication dans les soins de santé utilisant les technologies de l'information modernes telles que l'Internet et les portails électroniques, pour connecter les patients ou les professionnels de santé (médecin, infirmière, etc.). A des fins médicales, de diagnostic, de décision, de soins et de traitement dans le respect des règles de déontologie médicale, ou pour publier des informations médicales [1]. Elle remet ainsi en cause une partie de la pratique

médicale, mais représente un enjeu considérable pour l'amélioration des conditions de soin et de vie de beaucoup de personnes [2].

### **I.2.2 Télésurveillance médicale**

Télésurveillance médicale est un domaine de la santé qui utilise les technologies de communication à distance pour surveiller à distance l'état de santé des patients, recueillir des données médicales et fournir des soins médicaux à distance. Cela permet aux patients de recevoir des soins et un suivi médical sans avoir à se rendre physiquement dans un établissement de santé. La télésurveillance médicale peut inclure des dispositifs portables, tels que des moniteurs de tension artérielle, des glucomètres, des capteurs de fréquence cardiaque, des oxymétries de pouls, etc., qui envoient les données médicales à distance à un professionnel de la santé pour l'analyse et le suivi de l'état du patient. Les consultations médicales peuvent également être réalisées via des visioconférences, permettant aux médecins de voir et de parler aux patients à distance [3].

Ce domaine de la santé offre plusieurs avantages, tels que la réduction des déplacements des patients, la facilité d'accès aux soins médicaux, le suivi régulier des patients atteints de maladies chroniques, et une meilleure gestion des soins de santé dans les régions éloignées ou mal desservies.

### **I.2.3 Avantages de télésurveillance**

Télésurveillance médicale apporte des avantages importants qui contribuent à améliorer les résultats médicaux, à réduire les coûts et à offrir des soins plus efficaces et plus personnalisés, parmi ces avantages on cite :

- *Amélioration de la qualité des soins* : la télésurveillance permet à l'équipe médicale de surveiller les patients en temps réel, de détecter rapidement tout changement dans leur état de santé et d'agir en conséquence pour fournir des soins plus précis et plus rapides.
- *Réduction des délais d'interventions médicales* : en utilisant la géo localisation et la gestion de flotte, de tel façons que les ambulances peuvent être dirigées rapidement vers les sites d'urgence, réduisant ainsi les temps de réponse et améliorant les résultats pour les patients.
- *Amélioration de la coordination des soins* : la télésurveillance permet aux équipes médicales de communiquer en temps réel avec les médecins spécialistes, les hôpitaux et les centres de contrôle des urgences pour une meilleure coordination des soins médicaux.



- *Amélioration de la satisfaction des patients* : grâce à une meilleure qualité des soins et une réponse plus rapide aux urgences, les patients peuvent être satisfaits des services fournis par les ambulances équipées de télésurveillance [4].

### **I.2.4 Informations Médicales Capturées via la Télésurveillance**

Il y a différents types de données, mais celles utilisées pour évaluer l'état du patient et repérer l'emplacement de l'ambulance sont les suivantes.

#### **a) Signes Vitaux**

Les signes vitaux sont des mesures cliniques qui fournissent des informations sur les fonctions corporelles essentielles d'un patient, telles que la fréquence cardiaque, la pression artérielle, la fréquence respiratoire et la température corporelle. Ces signes vitaux sont utilisés pour évaluer l'état de santé général d'un patient, et fournir des informations sur la réponse du corps aux traitements. Les signes vitaux sont souvent mesurés dans un environnement clinique, hôpital, une clinique ou une ambulance, par des professionnels de la santé. Les signes vitaux peuvent également être mesurés à domicile par des patients atteints de maladies chroniques qui ont besoin de surveiller leur état de santé régulièrement. Les signes vitaux sont des mesures importantes pour les professionnels de la santé pour évaluer rapidement la santé d'un patient et déterminer si une intervention médicale est nécessaire [5].

#### **b) Échographe**

Echographie est une technique d'imagerie médicale couramment utilisée pour visualiser les organes et les tissus internes du corps humain. Cette technique repose sur l'utilisation d'ondes sonores à haute fréquence qui sont émises par une sonde placée sur la peau du patient. Les ondes sonores sont réfléchies par les tissus du corps et sont ensuite captées par la sonde, qui les convertit en images en temps réel [6].

#### **c) Géo localisation**

La géo localisation est une technologie qui permet de déterminer l'emplacement géographique d'un objet (par exemple un véhicule) à l'aide de signaux GPS ou de réseaux de téléphonie mobile. Dans le cas des ambulances, la géo localisation peut être utilisée pour suivre la position de l'ambulance en temps réel, dont l'objectif est d'améliorer la coordination des soins de santé en permettant aux professionnels de la santé de suivre l'emplacement des ambulances et de communiquer plus efficacement avec elles. De plus, la géo localisation peut être utilisée pour améliorer la planification des itinéraires d'ambulance en temps réel en

fonction des conditions de circulation actuelles, permettant ainsi une réponse plus rapide aux urgences médicales [7].

### **d) Vidéo en ligne**

Vidéo en ligne peut également être utilisé dans les ambulances pour fournir des soins de santé à distance. Cette technique permet aux professionnels de la santé située à distance de visualiser les patients dans l'ambulance en temps réel et de fournir des conseils sur les soins à administrer. Comme elle peut également être utilisé pour transmettre des images médicales en temps réel aux professionnels de la santé situés dans un hôpital [8].

### **I.2.5 Outils de la télésurveillance**

Télésurveillance fait référence à l'utilisation de technologies et d'outils pour surveiller à distance des personnes, des lieux ou des objets. Les principaux outils utilisés sont :

#### **a) Ambulances**

Ambulance est un véhicule spécialement équipé pour transporter des patients malades ou blessés vers un établissement de santé le plus proche depuis le lieu de l'urgence. Les ambulances sont souvent équipées de matériel médical d'urgence, tels que des défibrillateurs, des respirateurs, des médicaments et du matériel de diagnostic, pour fournir des soins médicaux aux patients pendant le transport. Les ambulances sont souvent équipées de gyrophares et de sirènes pour signaler leur présence sur la route et faciliter leur passage dans le trafic. Les ambulances sont également équipées de radios pour communiquer avec les hôpitaux et les autres services d'urgence [9].

#### **b) Capteurs biomédicaux**

Les capteurs jouent un rôle important dans les ambulances modernes en permettant de collecter des données vitales sur les patients en temps réel pendant le transport. Les données collectées par les capteurs peuvent aider les équipes médicales à surveiller l'état des patients et à prendre des décisions de traitement plus éclairées. Les capteurs utilisés dans les ambulances peuvent inclure des capteurs de fréquence cardiaque, de saturation en oxygène, de pression artérielle, de température corporelle, Ces capteurs peuvent être intégrés aux équipements médicaux de l'ambulance, tels que les défibrillateurs, les respirateurs et les moniteurs de signes vitaux. Les données collectées par les capteurs seront transmises en temps réel à un système de surveillance centralisé, où elles peuvent être analysées par des professionnels de la santé pour aider à guider les décisions de traitement [10].

### c) Caméras

Les caméras de télésurveillance dans les ambulances sont des dispositifs de sécurité utilisés pour surveiller et enregistrer les activités à l'intérieur de l'ambulance. Ces caméras peuvent être installées à des emplacements stratégiques à l'intérieur des véhicules, permettant ainsi de capturer des images et des vidéos en temps réel [11].

### I.3 Travaux de télésurveillance dans l'ambulance

Cette section est consacrée à l'examen des travaux de recherche les plus importants dans la littérature, par rapport au domaine de la télésurveillance des patients transportés par ambulances.

#### I.3.1 E-Ambulance

Le résultat de l'étude dans [12] présente une architecture de système E-Ambulance proposée, visant à fournir une surveillance de la santé et des réponses automatiques pour sauver des vies et optimiser les soins de santé. Le modèle comprend plusieurs unités, avec un middleware DDS [13] qui prend sa place dans la plupart des unités pour contrôler la communication et gérer la complexité et l'hétérogénéité des systèmes.

Comme montre la Figure 1, l'unité du réseau de capteurs utilise des capteurs biométriques (par exemple capteur d'oxymètre de pouls) qui peuvent être attachés au corps d'un patient à l'intérieur pour collecter des informations de santé en temps réel, ces informations sont ensuite envoyées à une unité de prise de décision automatisée à l'intérieur de l'ambulance via technologies sans fil telles que le Wi-Fi, ou à un décideur distant dans un centre médical via la passerelle. Les données sont enregistrées dans des bases de données médicales et peuvent être utilisées pour l'analyse ultérieure. Des applications de surveillance de la santé permettent de déclencher des réponses appropriées (alertes ou suggestions destinées au personnel paramédical à l'intérieur des ambulances). Le système comprend également des autres actionneurs, comme les systèmes de positionnement global (GPS) qui fournissent des informations de localisation avec des horodatages sur les déplacements de l'ambulance pendant son trajet vers l'hôpital, et des dispositifs d'affichage.

Les chercheurs qui ont proposé l'E-Ambulance ont évalué les performances du système en mesurant la latence et le débit de communication sans fil, en comparant différents profils de qualité de service pour déterminer le plus adapté au contexte médical. Les résultats ont montré que DDS était performant et répondait aux exigences médicales.

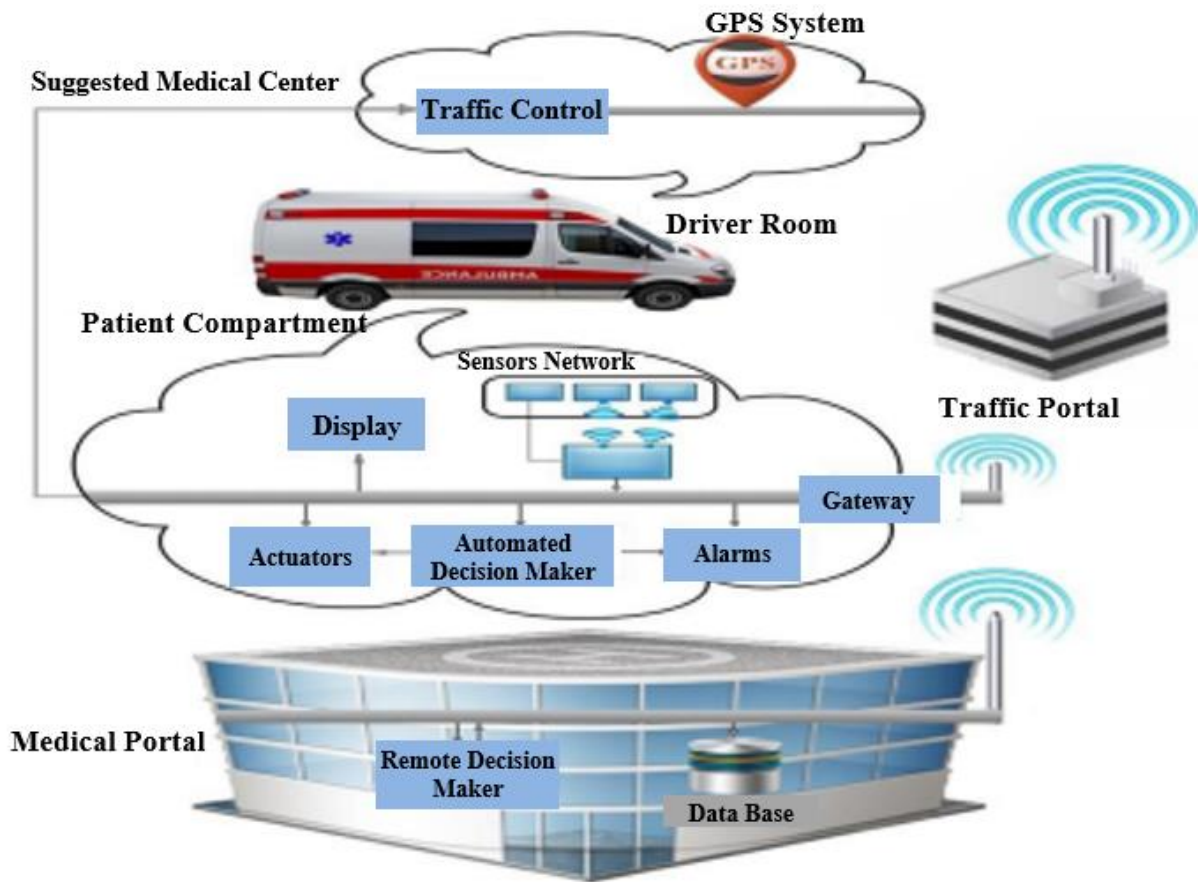


Figure 1 : Architecture de système l'E-Ambulance.

### I.3.2 Service de santé mobile à base des réseaux 5G

Avec le commencement de l'ère de la 5G, l'utilisation des caractéristiques de la 5G, telles que la vitesse élevée, la faible latence et la grande capacité de connexion, peut transformer l'ambulance en une plateforme d'information mobile, ce qui permettra d'optimiser considérablement l'ensemble du processus de soins pré hospitaliers dans l'ambulance. L'application de la technologie 5G dans les services de santé mobiles d'urgence pré hospitaliers présente un potentiel important pour améliorer l'efficacité et garantir une transmission fiable tout au long du processus de soins pré hospitaliers. Les avancées rapides des communications sans fil et les avantages prometteurs des réseaux 5G, tels qu'un débit de données plus élevé, une latence réduite, une connectivité accrue et une optimisation du réseau, suscitent des interrogations sur la manière dont ces technologies peuvent être exploitées pour améliorer les soins pré hospitaliers.

Dans ce contexte, l'article [14] présente une architecture globale d'un cadre de services de santé mobiles 5G pour les ambulances. L'objectif est de permettre aux médecins à l'hôpital d'assister à distance et de guider l'équipe d'ambulanciers pour fournir les premiers soins médicaux aux patients à l'intérieur de l'ambulance.

L'architecture proposé se base sur le découpage de réseau dans l'ambulance intelligente pour garantir une transmission fiable des données essentielles d'urgence. En combinant les capacités des réseaux 4G et 5G, cette approche permet d'assurer une couverture réseau continue et des services en temps réel, ce qui se traduit par une gestion plus efficace des équipements médicaux à bord des véhicules d'urgence et des consultations à distance de haute qualité. En adoptant une méthode de couverture réseau convergée 4/5G, la continuité des applications est assurée, notamment la transmission en temps réel des données médicales critiques provenant des équipements embarqués dans les véhicules d'urgence, ainsi que les consultations audio et vidéo en haute définition. De plus, grâce à la technologie de découpage de réseau, il est possible d'allouer de manière efficace et ciblée les ressources réseau nécessaires pour répondre aux besoins spécifiques des situations d'urgence comme illustré dans la Figure 2. En utilisant des canaux dédiés de haute qualité, le réseau d'urgence 5G assure une connexion privilégiée pour les véhicules d'urgence, permettant ainsi des transferts de patients plus rapides et des soins d'urgence plus efficaces. Cette approche offre également la possibilité de personnaliser le déploiement du réseau en fonction des besoins spécifiques de chaque situation d'urgence, garantissant ainsi une transmission fluide et fiable des données médicales critiques.

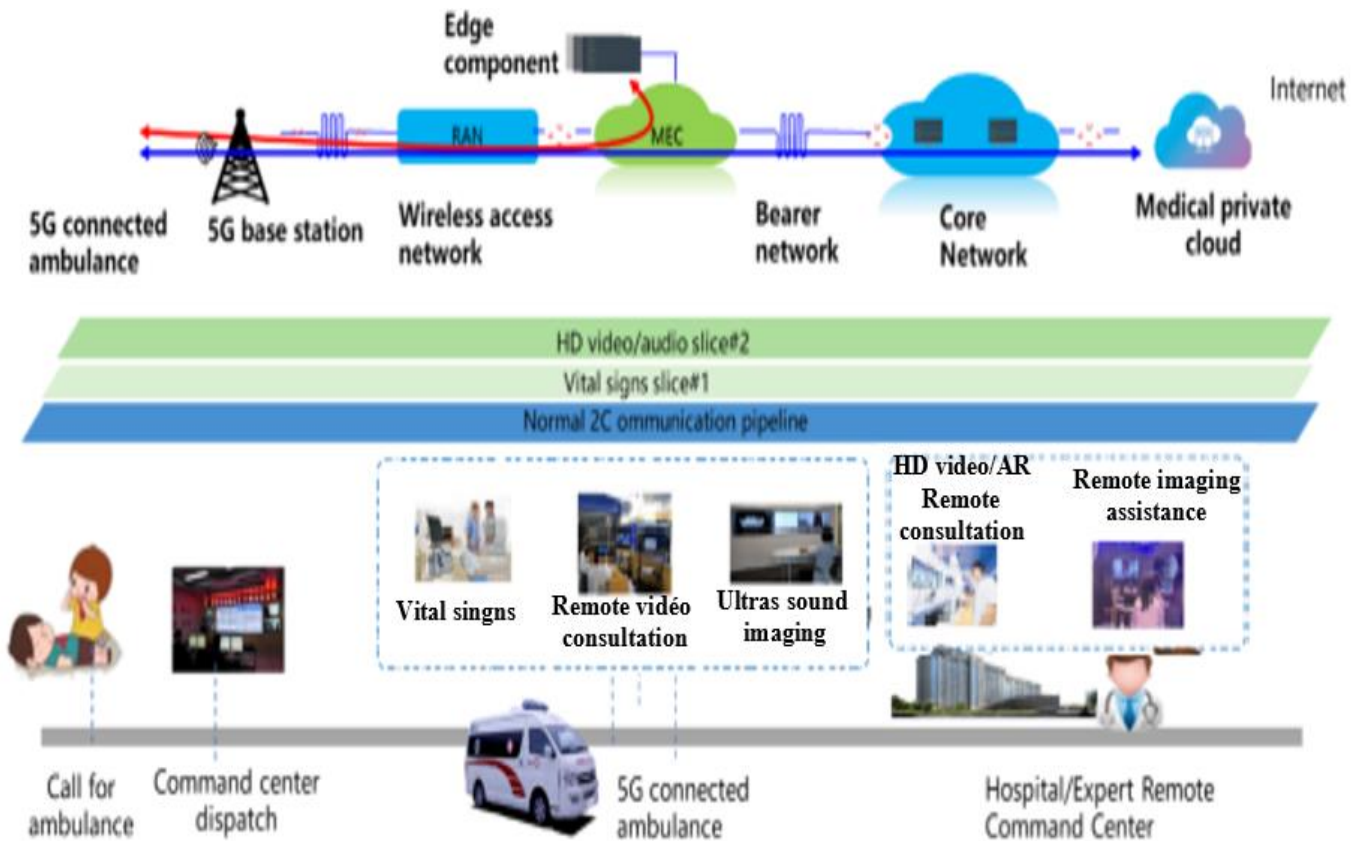


Figure 2 : Architecture du réseau 5G pour les ambulances.

### I.3.3 Santé mobiles assurée par le réseau 5G

Selon l'étude piloté par Muhammad Arslan Usman et al. Présenté dans [15], les soins de santé mobiles, tels que la télésurveillance des patients, la prestation de soins de santé à distance, la télémédecine et la télé chirurgie, ont suscité un intérêt considérable de l'industrie et du milieu universitaire. Les essais réussis de télé chirurgie à distance basée sur le réseau cellulaire ont augmenté la demande en débits de données élevés, faible latence, efficacité spectrale élevée et ultra-fiabilité. La technologie de communication sans fil de cinquième génération (5G NR) est devenue une réalité dans de nombreux pays, offrant une connectivité massive, une faible latence, des débits de données élevés et une ultra-fiabilité. Les trois cas d'utilisation uniques du 5G, à savoir l'amélioration de la large bande mobile (eMBB), la communication ultra-fiable à faible latence (URLLC) et la communication massive de type machine (mMTC), ont le potentiel de répondre aux besoins modernes en résidence, commerce et industrie.

Le modèle proposé pour une ambulance connectée avec la technologie 5G est présenté dans la Figure 3. Ce projet vise à établir une connectivité bidirectionnelle entre les ambulances et les hôpitaux en exploitant les cas d'utilisation de l'eMBB et de l'URLLC de la

5G. Les ambulances peuvent se connecter au réseau 5G de deux manières différentes : soit par une connexion directe avec une station de base de macro-cellule, soit en étant équipées de leur propre station de base, créant ainsi un environnement de petite cellule. Dans les deux cas, le découpage de réseau sera utilisé pour optimiser les performances en fonction de l'eMBB ou de l'URLLC. La connectivité transparente entre les ambulances et les hôpitaux comprendra la transmission de vidéos d'échographie, la diffusion en direct de vidéos du patient à l'intérieur de l'ambulance, les mesures des signes vitaux et un mécanisme de rétroaction ou de guidage de la part des médecins à distance, la partie la plus vitale de ce cadre proposé est la compression intelligente basée sur QoE (la qualité de l'expérience d'utilisateur), qui garantira une compression optimisée des flux multimédias tout en maintenant une qualité diagnostique élevée et une faible consommation de données. De plus, avec cette connectivité bidirectionnelle, les médecins pourront fournir des conseils et des retours à l'équipage de l'ambulance.

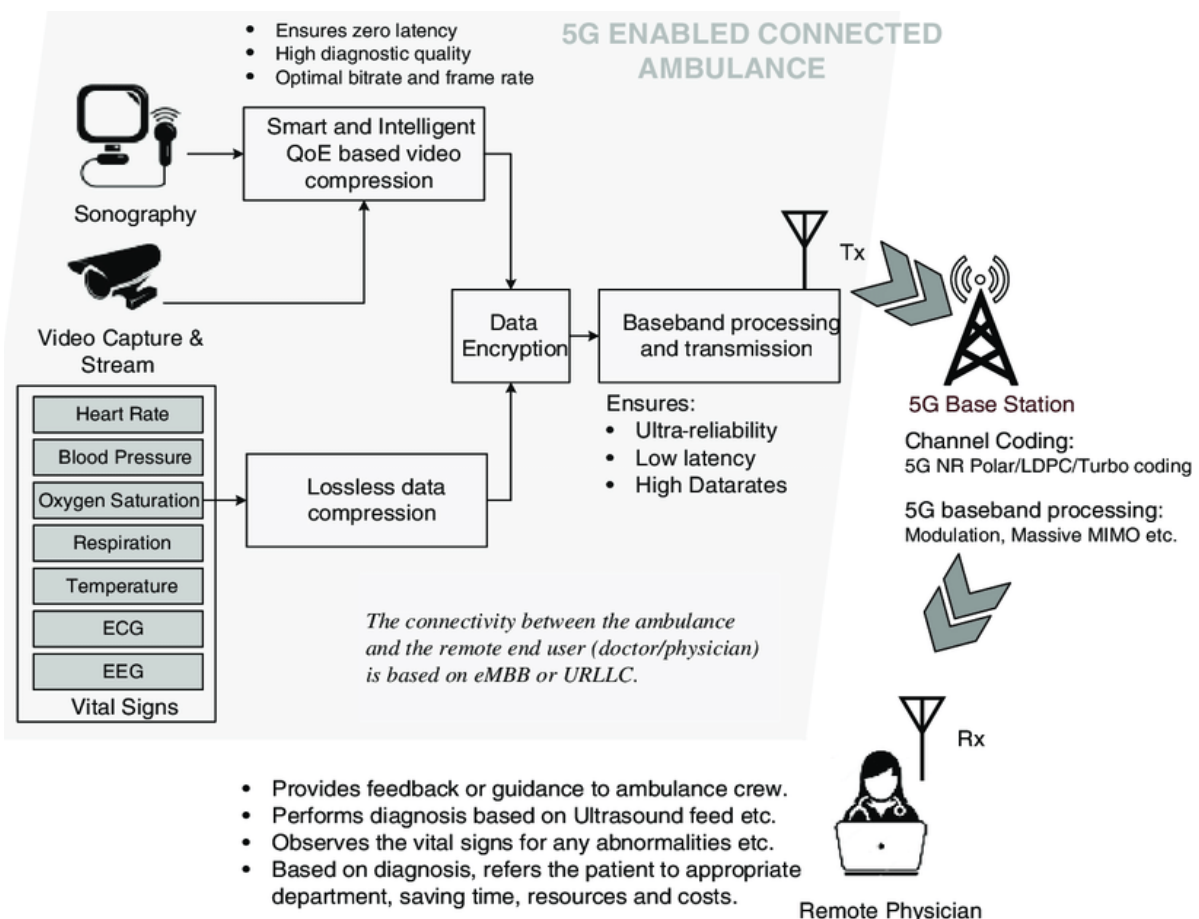


Figure 3 : Système proposé basé sur la compression intelligente.

### I.3.4 Etude sur la santé mobile et les réseaux 5G

Dans [16], les auteurs ont présenté une étude sur la santé mobile et les réseaux 5G, qui peut être aidé à concevoir d'une ambulance connectée. La santé mobile ou m-santé, qui est un domaine en évolution qui utilise les technologies sans fil et les réseaux pour améliorer la qualité de vie des patients, en offrant un accès aux soins de santé à n'importe où et à tout moment. Cependant, avec l'augmentation du nombre des personnes connectées aux réseaux sans fil dans le monde, les applications de m-santé pourraient être affectées par l'afflux de trafic, ce qui nécessite des innovations supplémentaires pour faire face aux niveaux élevés de trafic de données.

Actuellement, près de 3,6 milliards de personnes dans le monde, soit environ 85% de la population mondiale, sont connectées aux réseaux mobiles et sans fil. Cette connectivité massive a entraîné une augmentation considérable du trafic de données, ce qui pose un défi majeur pour les applications de santé mobile (m-santé). En effet, ces applications doivent partager les mêmes ressources sans fil avec d'autres applications populaires telles que le streaming vidéo interactif, les jeux en ligne et les réseaux sociaux, qui génèrent une demande élevée en bande passante. Cette situation crée un environnement partagé où la concurrence pour les ressources sans fil peut compromettre les performances des applications de m-santé et affecter la qualité des services offerts aux utilisateurs.

Les "petites cellules" sont une solution possible à ce défi, offrant une communication omniprésente entre les gens, les machines et les services demandés, sans avoir besoin de déployer une macro cellule supplémentaire coûteuse. Les petites cellules sont considérées comme une partie intégrante des réseaux 5G et sont susceptibles de révolutionner les systèmes de santé mobile en offrant de meilleures perspectives pour les applications de santé mobile. Le déploiement de petites cellules dans l'infrastructure sans fil pour la m-santé offrirait de QoS et QoE élevées pour les patients et les professionnels de la santé sur les appareils portables, même dans les zones densément peuplées où la qualité du signal est souvent mauvaise.

L'axe de recherche principal de cette étude est l'analyse de QoS pour l'échographie dans les réseaux hétérogènes, comprenant une macro cellule et une petite cellule mobile. L'étude utilise des indicateurs de performance tels que le débit, le taux de perte de paquets et le délai pour évaluer les performances de la petite cellule mobile pour les vidéos à ultrasons.



Ce projet présente une utilisation pertinente de la 5G en santé pour la transmission de flux échographie médicaux entre une ambulance en mouvement et un hôpital en utilisant les réseaux mobiles à petites cellules. Les résultats montrent que l'utilisation de petites cellules mobiles pour l'application de streaming échographie offre des avantages significatifs en termes de performance par rapport au réseau macro cellulaire classique.

#### I.4 Discussion

D'après les travaux présentés dans le domaine de la télésurveillance et suivi des ambulances, nous avons réalisé une étude approfondie de ce domaine. Après une comparaison (Tableau 1) ont abouti au résultat que tous les types de données nécessaires à la télésurveillance d'un patient transporté par ambulance sont traités par les quatre travaux. Ces travaux utilisent le réseau cellulaire (4G, 5G) comme moyen de communication entre l'ambulance et l'hôpital. Dans le projet [12], les auteurs ont inclus le middleware DDS pour gérer l'hétérogénéité entre les éléments du système, et ils ont intégré la fonctionnalité de suivi de l'emplacement de l'ambulance et de contrôle du trafic. Le projet [14] propose le découpage du réseau en multicanal comme solution pour allouer de manière efficace et ciblée les ressources réseau nécessaires pour répondre aux besoins spécifiques des situations d'urgence. Par contre, le projet [15] se concentre sur la technologie de compression de données, telle que la compression vidéo basée sur la qualité d'expérience (smart and Intelligent QoE based vidéo compression) et la compression sans perte de données (lossless data compression), afin d'assurer une compression optimisée des flux multimédias tout en maintenant une qualité diagnostique élevée et une faible consommation de données. Le dernier projet [16] propose l'utilisation de petites cellules comme solution pour révolutionner les systèmes de santé mobiles. Généralement, l'architecture utilisée dans le domaine de la télésurveillance est de type pair-à-pair, ce qui garantit une communication en temps réel. Les chercheurs de ces projets évaluent leurs systèmes selon un critère important, le taux de perte de paquets, qui correspond au pourcentage de paquets perdus lors de leur envoi.

**Tableau 1 : Comparaison entre les travaux.**

Les critères de Comparaison	[12]	[14]	[15]	[16]
Communication sans fil	Réseau cellulaire (3G, 4G et 5G), Wi MAX	Réseau cellulaire(5G)	Réseau cellulaire(5G)	Réseau cellulaire(5G)
Type de	Tous	Tous	Tous	Tous

<b>données</b>				
<b>La technologie discutée</b>	DDS middleware	Le découpage de réseau 5G basé sur eMBB ou URLLC	Compression intelligente basée sur la QoE	Les petites cellules mobiles
<b>Architecture des réseaux</b>	Pair-à-pair	Pair-à-pair	Pair-à-pair	Pair-à-pair
<b>Temps réel</b>	Oui	Oui	Oui	Oui
<b>PLR (taux de perte de paquets)</b>	Faible Perte des données est acceptable	Faible Perte des données est acceptable, mais pour les audio elle devrait être plus faible	Fiabilité 99.99%	PLR égale à 14% si le nombre d'utilisateurs est maximal dans l'ambulance
<b>Hétérogénéité</b>	Oui	Non	Non	Oui
<b>Suivre l'emplacement d'ambulance</b>	Oui	Non	Non	Non
<b>Trafic management</b>	Oui	Non	Non	Non
<b>Tolérance à la discontinuité de couverture</b>	<b>Non</b>	<b>Non</b>	<b>Non</b>	<b>Non</b>

Cependant, une observation essentielle issue des travaux précédents est que le critère d'assurance de couverture réseau n'a pas été suffisamment pris en compte, ce qui peut expliquer le manque de disponibilité du réseau à certains endroits.

### I.5 Conclusion

En conclusion, dans ce chapitre de l'art nous avons présenté une vue générale sur la télémédecine et la télésurveillance ainsi les types de données utiliser lors de communication entre ambulance et hôpital. Nous avons présenté aussi des outils importants pour pouvoir surveiller et capter l'état de santé de patient dans l'ambulance.

Dans la littérature, des projets ont été mises en œuvre afin d'améliorer le domaine de la télésurveillance des patients dans l'ambulance. Dans ce chapitre, nous avons brièvement présenté quelques-uns de ces projets dans le but de mener une étude comparative visant à résoudre les manquants de la télésurveillance des patients à bord des ambulances. À ce niveau, nous avons démontré que le problème d'assurer la continuité de la couverture réseau n'est pas pris en compte. Par conséquent, nous allons concentrer nos efforts sur la résolution de ce problème.

# Chapitre II : Conception

## II.1 Introduction

Ce chapitre se concentre sur notre solution proposée, en exposant les fonctionnalités clés. Nous allons utiliser des diagrammes UML pour faciliter la compréhension de son fonctionnement. Cette approche permettra de présenter une vision claire et précise de notre solution et de ses avantages potentiels dans le domaine de la gestion des utilisateurs et de la communication entre l'ambulance et l'hôpital.

## II.2 Solution proposée

La solution proposée consiste à mettre en place un système de monitoring en temps réel des patients transportés par ambulance, en utilisant l'environnement Web. Ce système adopte une architecture pair à pair pour garantir la transmission en temps réel des données.

Les fonctionnalités clés de ce système comprennent l'authentification des utilisateurs et la détection de leur type (ambulancier, hôpital et administrateur) pour leur fournir une page spécifique correspondant à chaque utilisateur et ces besoins. L'administrateur est en mesure de gérer les utilisateurs en ajoutant, supprimant ou modifiant leurs informations.

Le système permet également à l'ambulancier l'envoi de données telles que les informations personnelles et les paramètres de santé du patient, afin que les médecins puissent les consulter à distance. Une messagerie est intégrée pour faciliter la communication directe entre les différents acteurs impliqués (ambulancier, service d'admission à l'hôpital).

La géo localisation est une fonctionnalité essentielle, permettant au service d'admission de suivre en temps réel l'emplacement de l'ambulance et de connaître le moment précis où elle atteint l'hôpital. Cette information permet à l'hôpital de se préparer à accueillir le patient.

Pour une surveillance plus poussée, le système offre également la possibilité de faire un appel audio et vidéos, permettant ainsi de visualiser ce qui se passe dans l'ambulance et de surveiller l'évolution de l'état physique du patient.

Cependant, afin de garantir le bon fonctionnement du système proposé, une connexion fiable est nécessaire. Selon ce qui est présenté dans l'architecture globale de système (Figure 5), une solution a été proposée pour assurer une continuité de la connexion en basculant entre

des périphériques mobiles. Les périphériques (A, B, et C) qui sont connecté à des opérateurs différents partagent une connexion comme des points d'accès dans l'ambulance.

Le PC d'ambulance se connecte à l'un des trois périphériques, il reste connecté tant que la qualité de services offerts par l'opérateur de ce périphérique est acceptable ( $RTT < 500$ ), autrement il connecte aux autres périphériques à tour de rôle. Lorsque le PC est connecté à un des périphériques via Wi-Fi, ce périphérique essaie de se connecter au serveur WebSocket (PC) toutes les 100 ms jusqu'à ce que la connexion soit établie. Après cela, lorsque le périphérique est connecté au serveur WebSocket, il recueille des informations sur la couverture réseau (type de réseau, RTT, débit, etc.), puis il transmet ces informations au serveur WebSocket à chaque changement.

Le serveur WebSocket utilise les informations reçues pour décider s'il doit basculer vers un autre périphérique disponible (si  $RTT > 500$  ms) ou maintenir la connexion actuelle, dans l'objectif d'assurer une connexion stable à tout moment entre d'ambulance et l'hôpital. Dans le cas où la qualité de services offerts par les trois opérateurs n'est pas suffisante le serveur WebSocket enregistre les données nécessaires de patient localement.

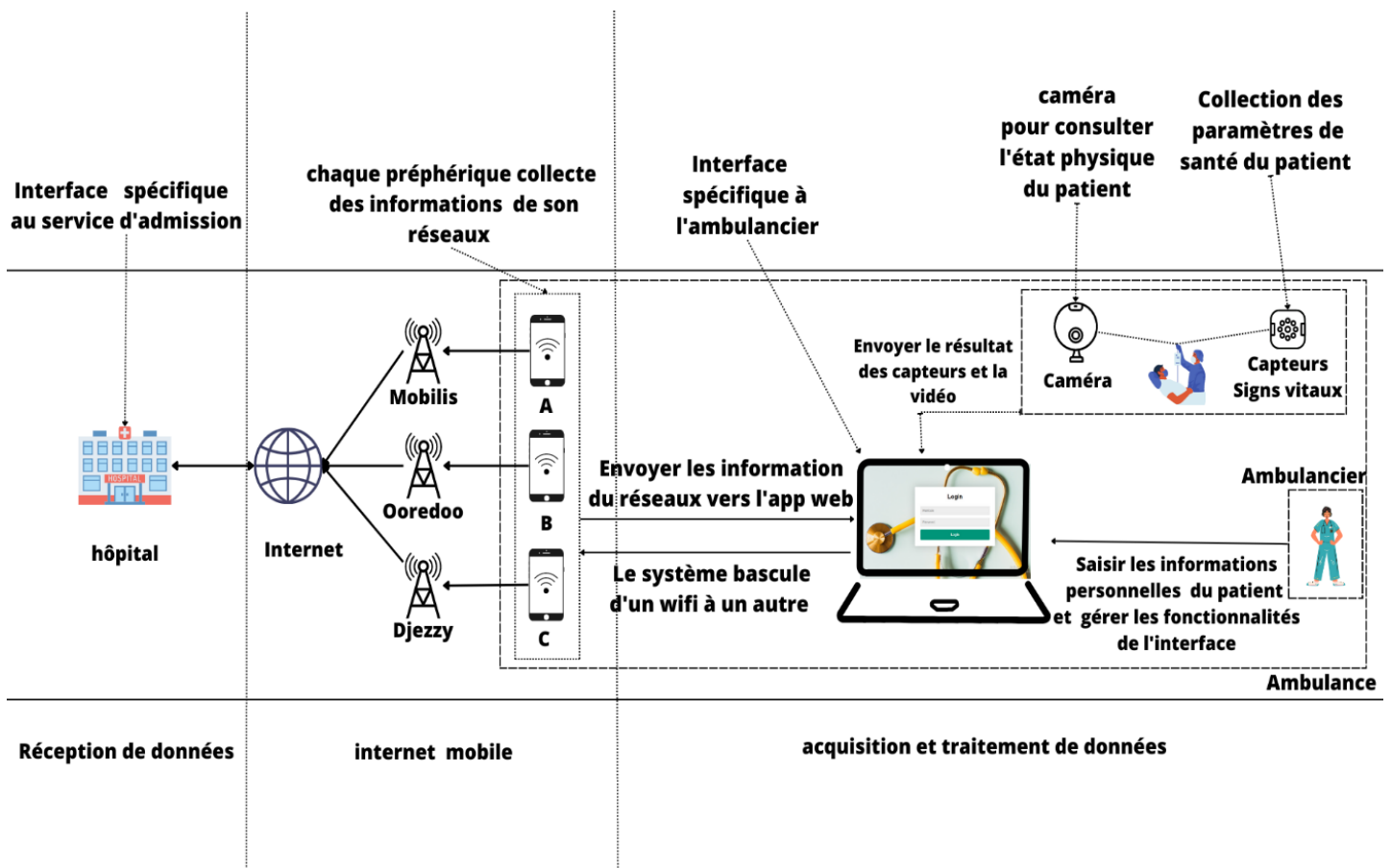


Figure 4 : Architecture globale du système proposée.

Pour établir une connexion en utilisant la technologie WebRTC entre les deux pairs D (représente l'ambulance) et E (représente l'hôpital) selon la Figure 4, le processus implique l'envoi d'une offre SDP (la description de la connexion proposée par l'ambulance) par le pair D au serveur de signalisation, qui la transfère ensuite au pair E. Le pair E, à son tour, génère une réponse SDP (la description de la connexion choisie par le pair E) et l'envoie au serveur de signalisation, qui la transmet à son tour au pair D. En utilisant les descriptions SDP reçues, les deux pairs configurent leur connexion. Une fois qu'ils ont échangé leurs ICE candidates (les paramètres réseaux des connexions), la connexion soit établie, ce qui leur permet de commencer à échanger des flux de médias en temps réel, les canaux WebRTC (Vidéo, Audio, et Donnée). Chaque fois, qu'il y aurait de perte de connexion, les deux pairs refaire la même chose chaque 200 ms jusqu'à ce que la connexion soit établie à nouveau.

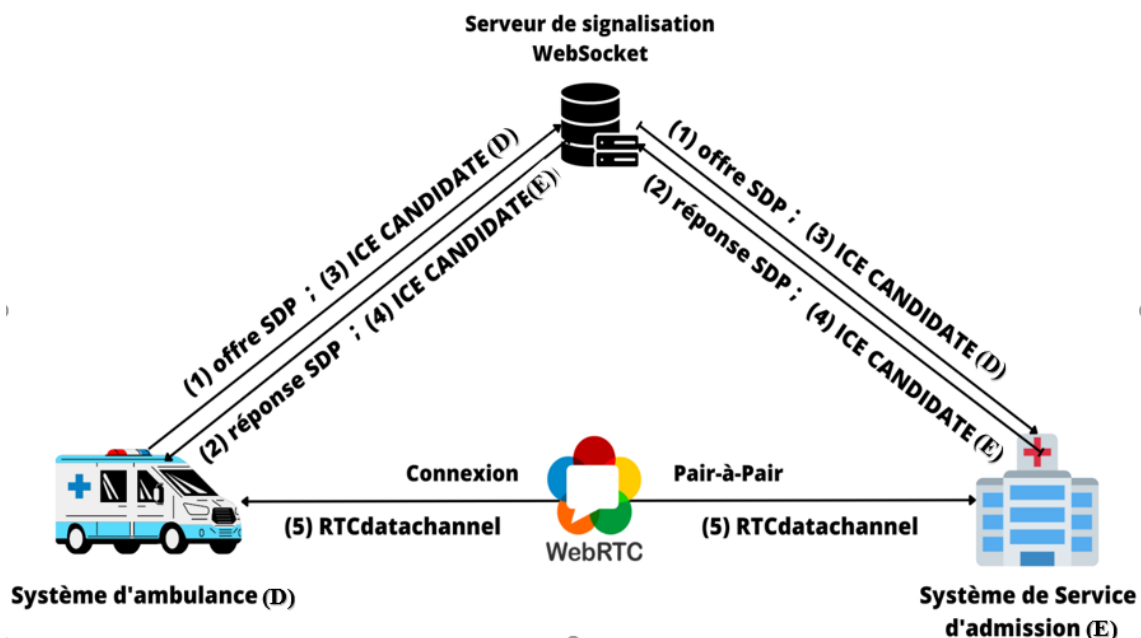


Figure 5 : Architecture de communication P2P utilisant WebRTC.

### II.3 Conception UML

UML se définit comme un langage de modélisation graphique et textuel destiné à comprendre et à définir des besoins, spécifier et documenter des systèmes, esquisser des architectures logicielles, concevoir des solutions et communiquer des points de vue. Il véhicule en particulier :

- Les concepts des approches par objets : classe, instance, classification, etc.
- Intégrant d'autres aspects : associations, fonctionnalités, événements, états, séquences, etc.
- Les diagrammes UML représentent deux vues différentes du modèle d'un système :

- **Vue statique** : Met l'accent sur la structure statique du système en utilisant des objets, des attributs, des opérations et des relations. Elle inclut les diagrammes de classes.
- **Vue dynamique** : Met l'accent sur le comportement dynamique du système en montrant les collaborations entre les objets et les changements des états internes des objets [17].

Pour la modélisation des besoins, nous utilisons les diagrammes UML suivant : Diagramme de cas d'utilisation, diagramme de séquence, diagramme de classes.

### II.3.1 Diagramme de cas d'utilisation

Un diagramme de cas d'utilisation est une représentation graphique des interactions possibles d'un utilisateur avec le système. Un diagramme de cas d'utilisation montre différents cas d'utilisation et différents acteurs (types d'utilisateurs). Il est souvent accompagné par d'autres types de diagrammes (diagramme de séquence, diagramme de classes). Les cas d'utilisation sont représentés par des cercles ou des ellipses. Les acteurs sont souvent représentés par des figures en stick [18].

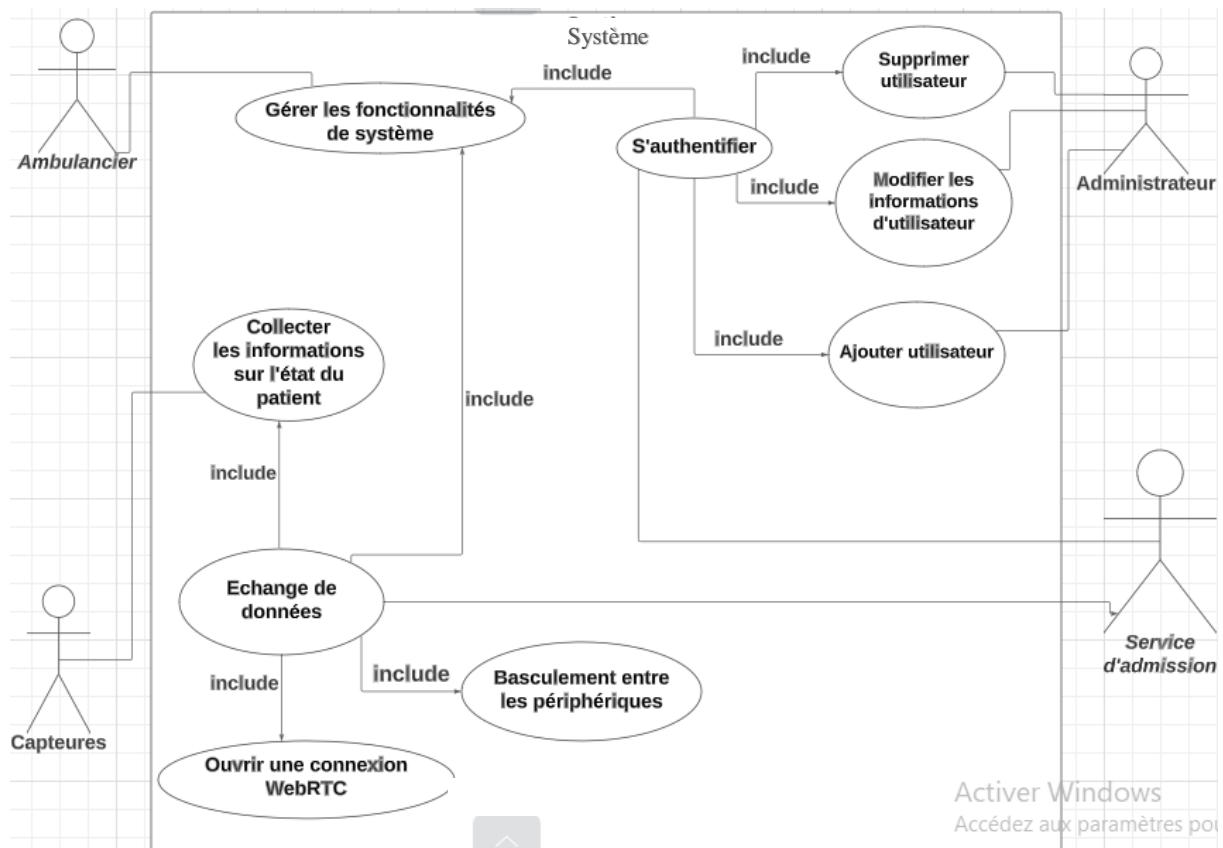


Figure 6 : Diagramme de cas d'utilisation du système.

### II.3.1.1 Acteurs et leurs rôles

Les acteurs sont des entités externes qui interagissent avec le système, comme une personne humaine ou une machine. Une même personne (ou machine) peut jouer plusieurs rôles dans un système, c'est pourquoi les acteurs doivent surtout être décrits par leur rôle, ce rôle décrit les besoins et les capacités de l'acteur. L'activité du système a pour objectif de satisfaire les besoins de l'acteur. Les acteurs du système proposé et leurs rôles sont :

- *Ambulancier* : c'est la personne responsable d'interagir avec l'interface de système dans l'ambulance.
- *Capteur* : collecter les paramètres de santé d'un patient et les envoyer vers le système.
- *Administrateur* : la personne qui gère les utilisateurs de système (ajouter, supprimer, modifier des informations des utilisateurs).
- *Service d'admission* : le service qu'interagir avec l'interface de système dans l'hôpital.

### II.3.1.2 Cas d'utilisation

Les cas d'utilisation modélisent un service rendu par le système, il expérimente les interactions entre les acteurs et le système. Suivant les cas d'utilisation des différents acteurs de notre système.

- *Authentifier* : utilisateur s'authentifier au système afin de saisir le matricule et le mot de passe.
- *Collecter les informations sur l'état du patient* : lorsque le patient est dans l'ambulance, les capteurs collectent les paramètres du patient (comme la tension artérielle, température, fréquence cardiaque, etc.).
- *Gérer les fonctionnalités de système* : l'ambulancier peut interagir avec l'interface de système d'ambulance (déclencher appel, GPS, etc.).
- *Basculement entre les périphériques* : le système d'ambulance bascule entre les périphériques pour assurer une connexion.
- *Ouvrir une connexion WebRTC* : le système utilise la technologie WebRTC pour ouvrir une connexion en temps réel avec le service d'admission.
- *Gérer les utilisateurs* : administrateur gère le système avec des fonctionnalités comme ajouter utilisateur, modifier les informations d'utilisateur, supprimer l'utilisateur, etc.
- *Echange de données* : le système d'ambulance peut envoyer les données collecter une fois que la connexion entre ambulance et service d'admission est établit

### II.3.2 Diagrammes de séquence

Diagramme de séquence est un outil de modélisation utilisé dans le domaine de l'ingénierie logicielle pour représenter chronologiquement les interactions entre les objets d'un système. Il permet de visualiser les étapes séquentielles des messages échangés entre les objets pendant l'exécution d'un scénario ou d'une fonctionnalité spécifique [19].

#### II.3.2.1 Diagramme de séquence d'authentification

L'authentification d'un utilisateur dans le système représenté par (Figure 7) débute par la saisie de son matricule et de son mot de passe. Le système vérifie ensuite si les informations saisies sont vides. S'il y a une absence de saisie, un message d'erreur est affiché, invitant l'utilisateur à fournir les informations requises. Si les informations saisies sont présentes, le système vérifie leur validité dans la base de données. En cas d'invalidité de l'une des informations, un message d'erreur est affiché, informant l'utilisateur de l'erreur. En revanche, si les informations saisies sont valides, le système affiche une interface spécifique à l'utilisateur, lui permettant d'accéder à ses fonctionnalités spécifiques.

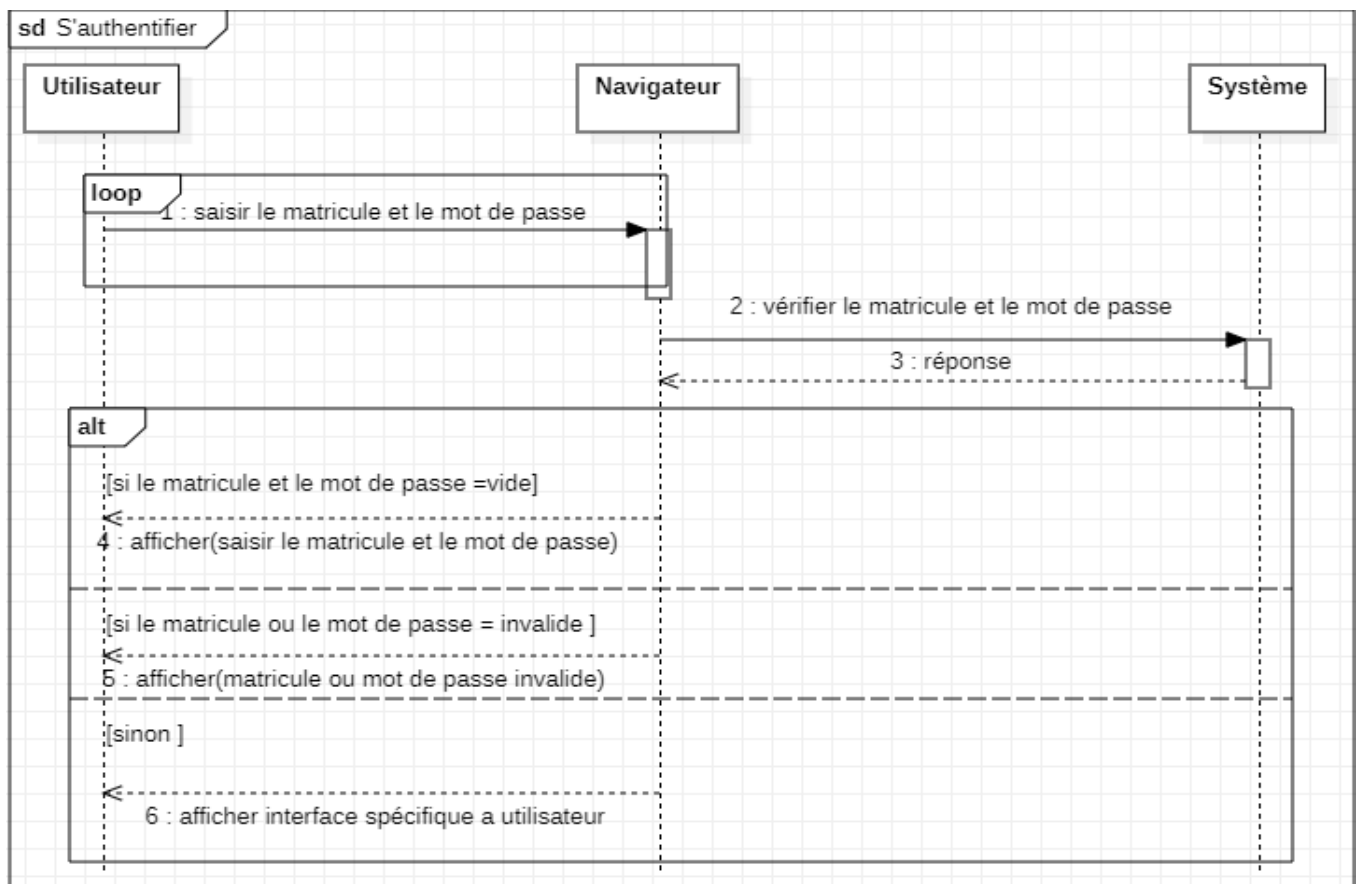


Figure 7 : Diagramme de séquence d'authentification.



### II.3.2.2 Diagramme de séquence « Ajouter d'utilisateur »

Lorsque l'administrateur se connecte au système, il y a la possibilité d'ajouter de nouveaux utilisateurs en cliquant sur l'option "Ajouter un utilisateur" comme illustre (Figure 8). Après avoir rempli le formulaire affiché et cliqué sur le bouton "Ajouter", le système vérifie dans la base de données si l'utilisateur existe déjà. Si l'utilisateur existe, un message d'erreur s'affiche indiquant que l'utilisateur existe déjà. Sinon, le nouvel utilisateur est ajouté et un message s'affiche pour informer l'administrateur que l'utilisateur est ajouter.

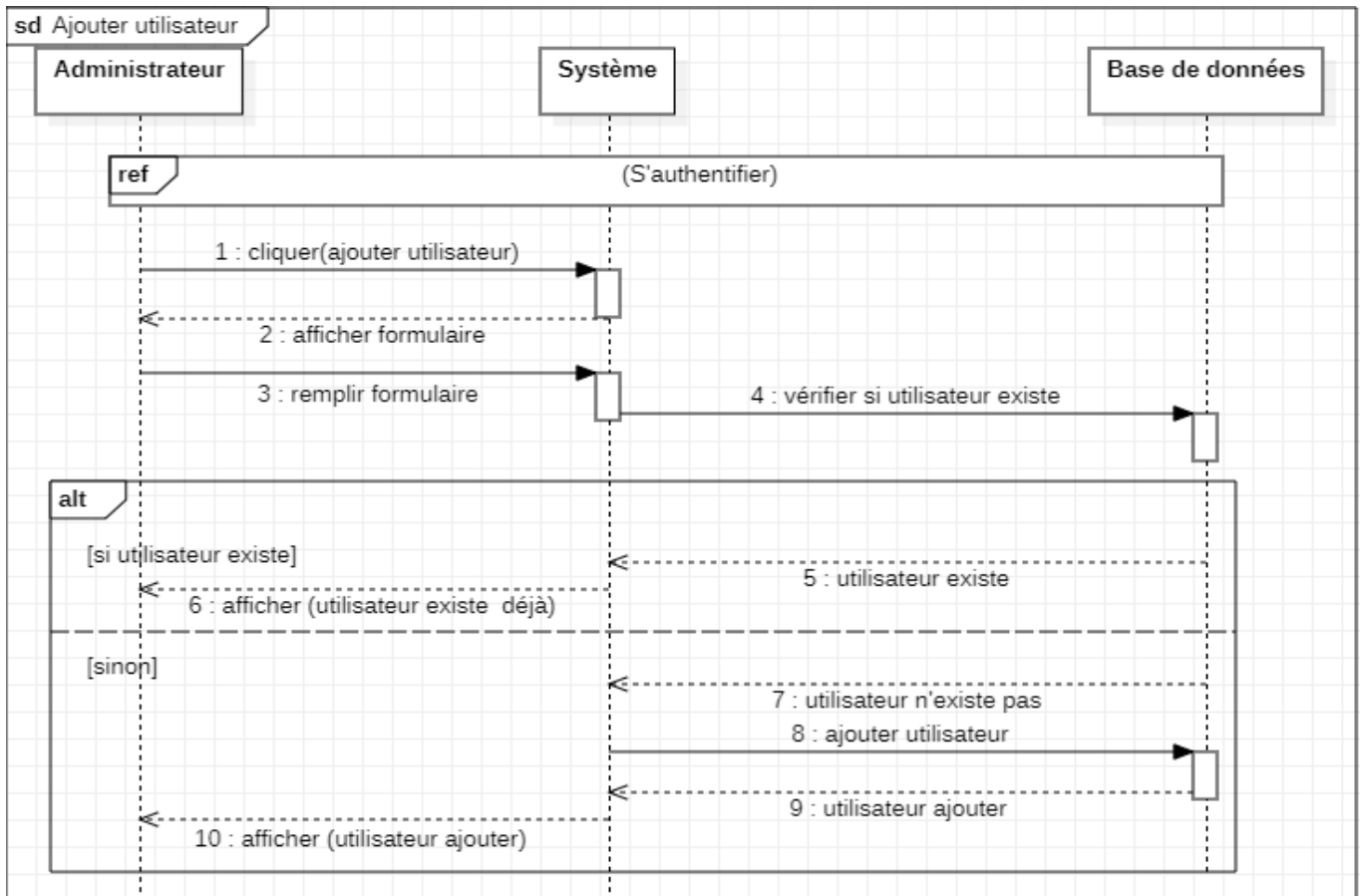


Figure 8 : Diagramme de séquence « Ajouter utilisateur ».

### II.3.2.3 Diagramme de séquence « Modifier utilisateur »

Lorsque l'administrateur se connecte au système (Figure 9), il a la possibilité de modifier les informations d'un utilisateur en sélectionnant l'option "Modifier l'utilisateur". Après avoir rempli le formulaire et cliqué sur "Modifier", les informations seront mises à jour et un message s'affiche pour informer l'administrateur que les informations d'utilisateur sont modifier.

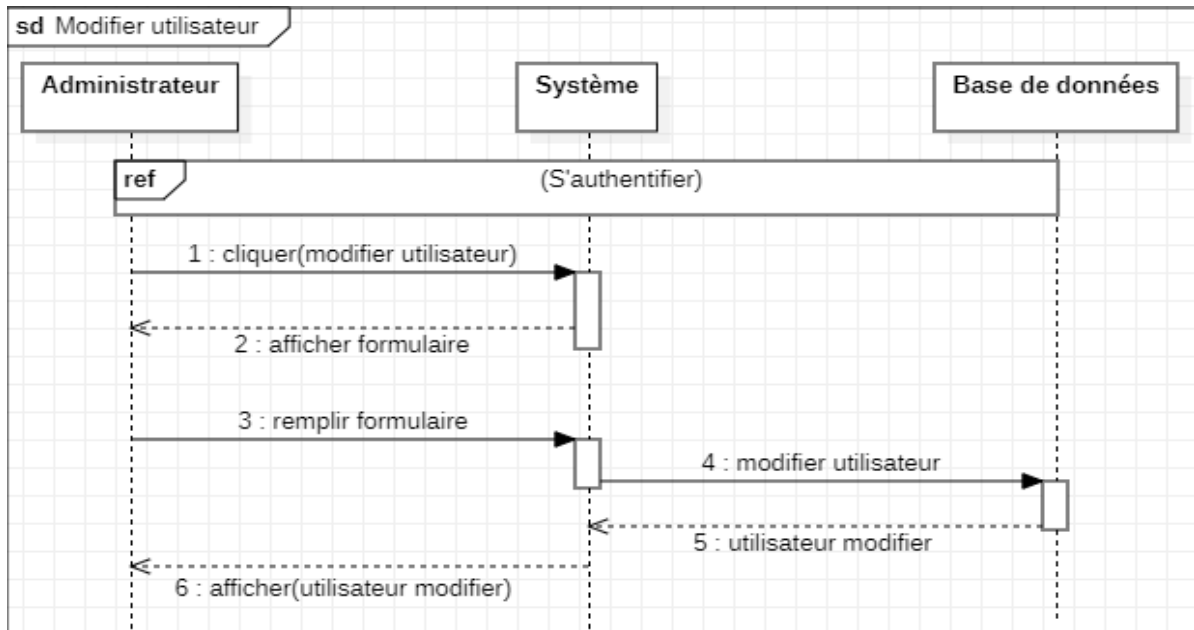


Figure 9 : Diagramme de séquence « Modifier utilisateur ».

### II.3.2.4 Diagramme de séquence « Supprimer utilisateur »

Lorsque l'administrateur se connecte au système (Figure 10), il a la possibilité de supprimer un utilisateur en cliquant sur l'option "Supprimer". Une fois l'utilisateur supprimé un message s'affiche pour informer l'administrateur que l'utilisateur est supprimé.

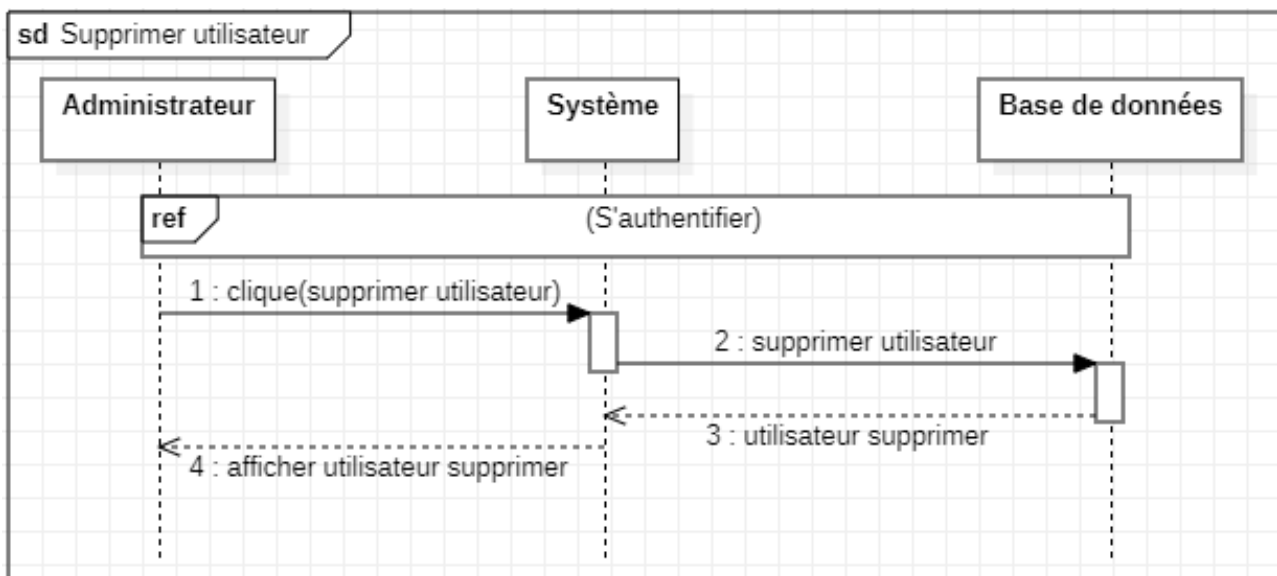


Figure 10 : Diagramme de séquence « Supprimer utilisateur ».

### II.3.2.5 Diagramme de séquence « Gérer les fonctionnalités de système »

Le diagramme de séquence présenté (Figure 11) illustre les fonctionnalités exécutées par l'ambulancier avec le système. Une fois authentifié : (i) l'ambulancier remplit le formulaire du patient qui s'affiche lorsqu'il clique sur le patient, (ii) en cliquant sur "appel", il peut effectuer

un appel audio vidéo, (iii) il peut aussi afficher sa localisation en cliquant sur "géolocalisation" et (iv) envoyer des messages en cliquant sur "messagerie" comme des remarques ou des informations de plus sur l'état du patient.

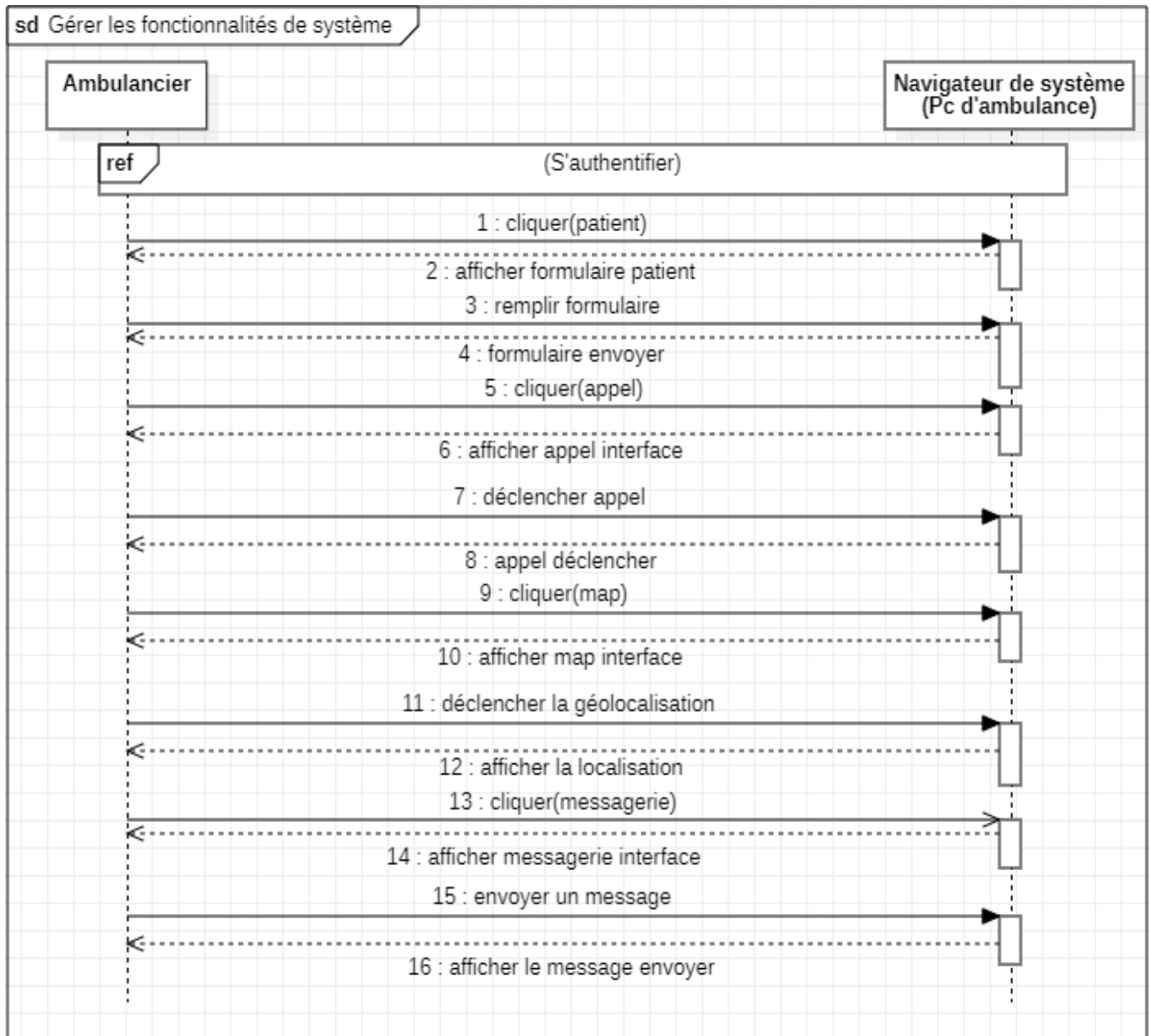


Figure 11 : Diagramme de séquence « Ambulancier ».

### II.3.2.6 Diagramme de séquence « collecter les informations d'état du patient »

Une fois que le patient est pris en charge par l'ambulance, le système demande l'activation des capteurs pour collecter les paramètres de santé du patient tels que l'ECG, la température et la tension. Ces capteurs envoient ensuite les données collectées au système (Figure 12).

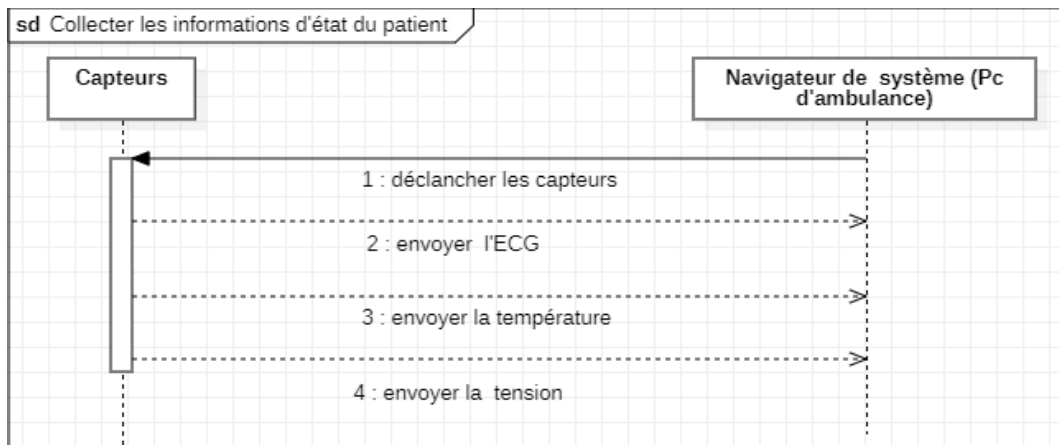


Figure 12 : Diagramme de séquence « collecter les informations d'état du patient ».

### II.3.2.7 Diagramme de séquence « Ouvrir une connexion WebRTC »

Le diagramme de séquence WebRTC représente l'interaction entre les différents pairs impliqués dans une communication en temps réel via le WebRTC. Pour que les pairs puissent ouvrir une connexion WebRTC en temps réel il faut passer par les étapes représentées par (Figure 13).

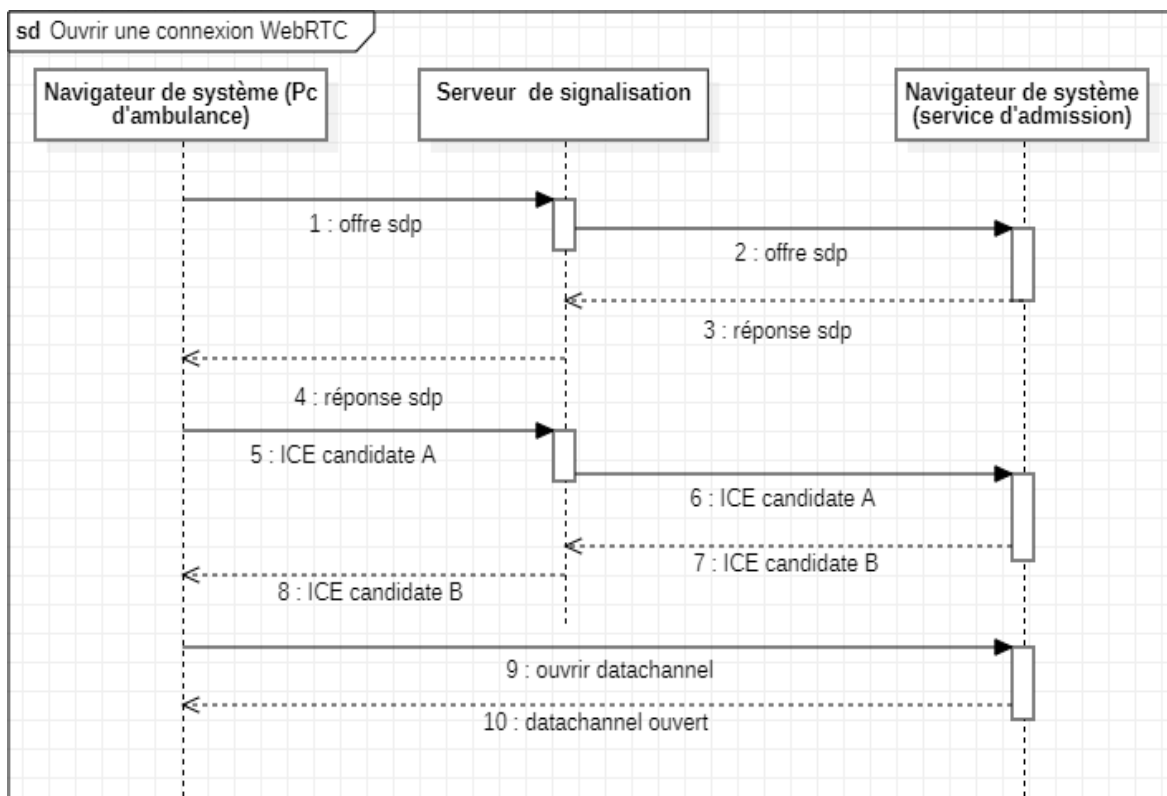
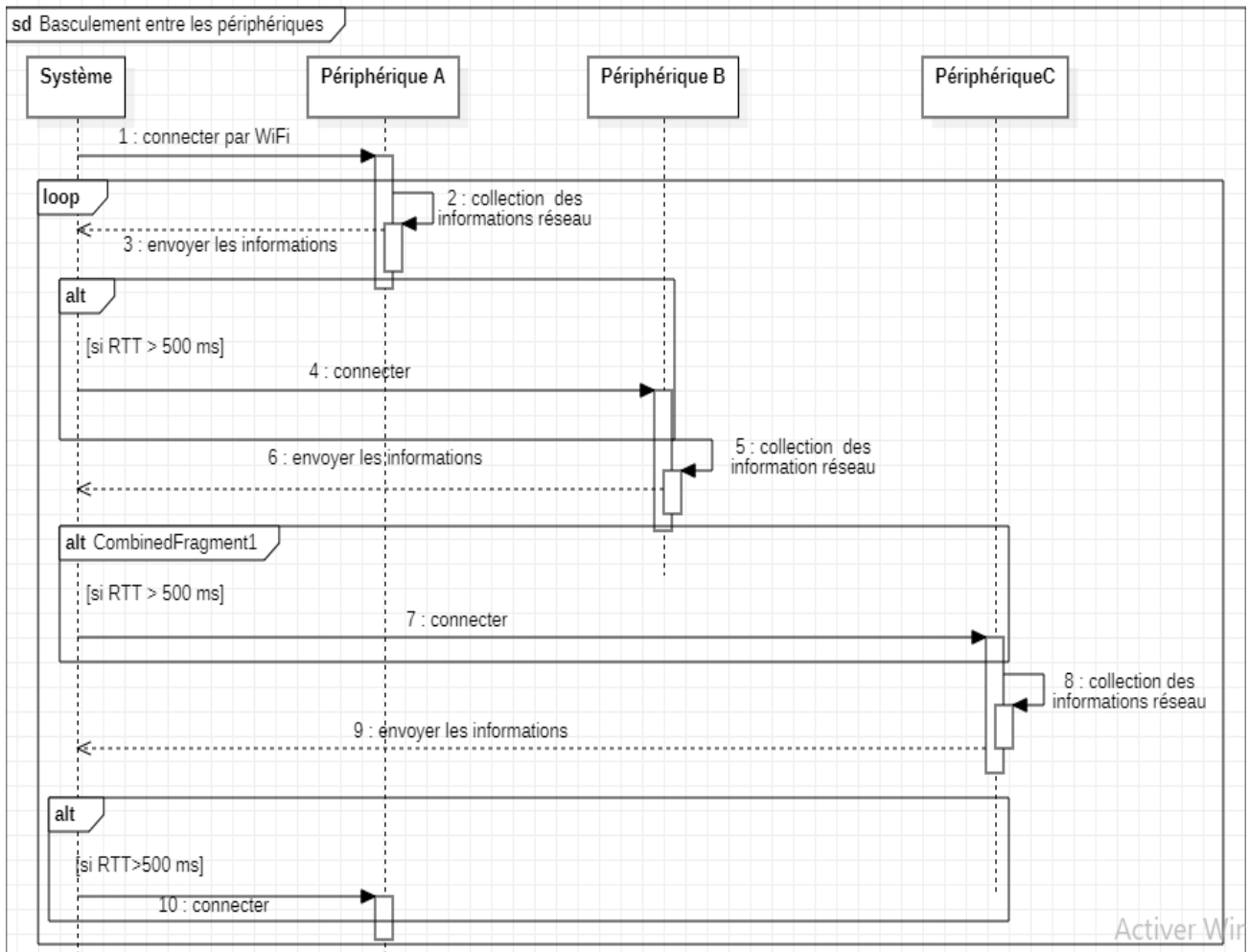


Figure 13 : Diagramme de séquence « Ouvrir une connexion WebRTC ».

### II.3.2.8 Diagramme de séquence « Basculement entre les périphérique »

L'assurance de la couverture réseau est assurée en connectant le système (PC d'ambulance) via le Wi-Fi à l'un des périphériques (A, B et C) qui partage une connexion. Chaque

périphérique connecté au système collecte et envoie des informations pour permettre au système de réaliser des tests par rapport au critère RTT, afin de déterminer s'il doit basculer vers un autre périphérique ou rester connecté au périphérique courant (Figure 14).



**Figure 14 : Diagramme de séquence « Basculement entre les périphérique ».**

### II.3.2.9 Diagramme de séquence « Echange de données ».

Le diagramme de séquence (Figure 15) représente une étape cruciale de notre système, qui est l'envoi de données entre l'ambulance et le service d'admission. Le navigateur de l'ambulance est connecté, tandis que l'ambulancier et le service d'admission s'authentifient dans leur propre navigateur respectif. En utilisant WebRTC, le navigateur de l'ambulance et le navigateur du service d'admission établissent une communication entre eux. L'ambulancier, où les capteurs collectent les informations de santé d'un patient. Ces informations sont ensuite envoyées du navigateur de l'ambulance vers le navigateur du service d'admission, qui les affiche pour que le service d'admission puisse les consulter.

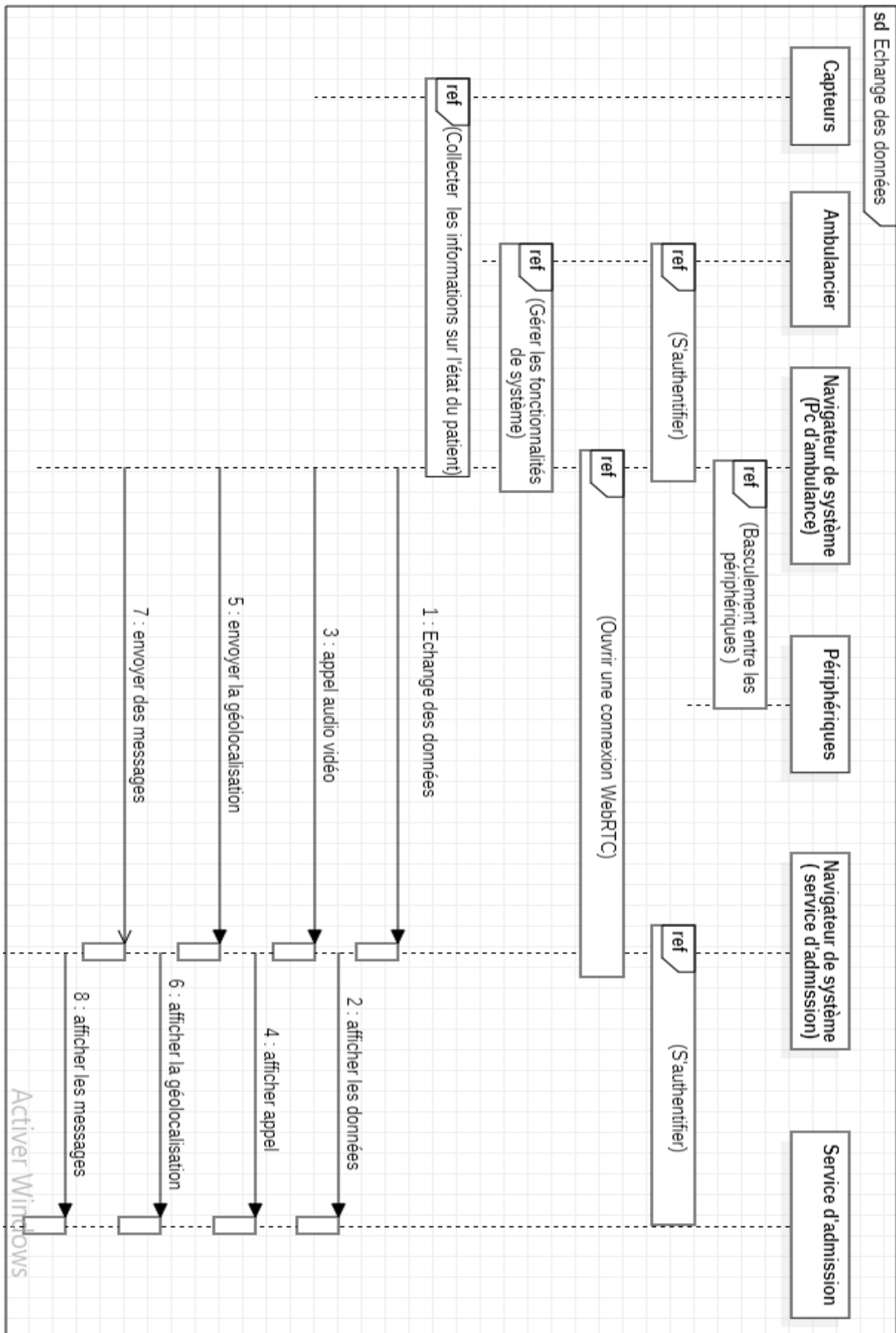


Figure 15 : Diagramme de séquence « Echange de données ».

### II.3.3 Diagramme de classes

Un diagramme de classe est une représentation visuelle de la structure statique d'un système logiciel, mettant l'accent sur les classes, leurs attributs et leurs relations. Il est utilisé pour modéliser les concepts du domaine, les entités du système et les interactions entre elles. Les diagrammes de classe sont largement utilisés dans le développement logiciel pour faciliter la conception, la communication et la documentation des systèmes orientés objet [20].

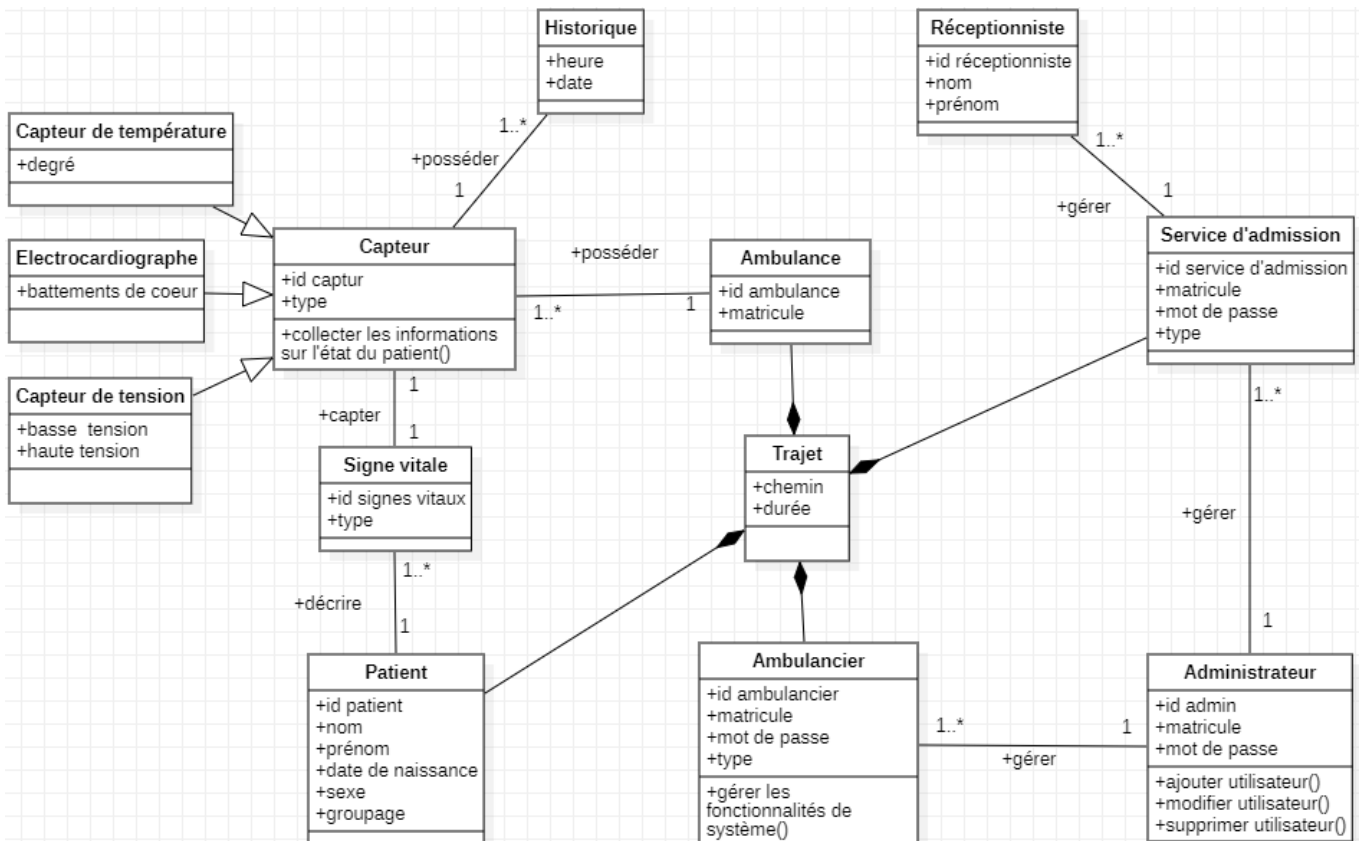


Figure 16 : Diagramme de classes.

### II.4 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté une solution visant à gérer efficacement la disponibilité et la fiabilité d'un réseau Internet afin de faciliter une communication en temps réel entre une ambulance et l'hôpital pendant l'évacuation des patients. De plus, nous avons élaboré une conception détaillée pour notre système afin de mettre en œuvre cette solution de manière pratique et fonctionnelle. Nous avons élaboré un diagramme de cas d'utilisation qui représente une vue générale sur les acteurs et leurs rôles de notre solution proposée. Ensuite, À partir du diagramme de cas d'utilisation, nous avons extrait les diagrammes de séquence correspondants à chaque cas. A la fin nous avons réalisé un diagramme de classes qui illustre notre système proposé.

# Chapitre III : Implémentation

## III.1 Introduction

Ce chapitre consacré à la réalisation et à la mise en place de notre application de télésurveillance médicale des patients au sein d'un établissement hospitalier, nous nous sommes assurés de la disponibilité et de la fiabilité d'Internet. Nous allons présenter les outils de développement que nous avons utilisés, tels que le langage de programmation, le système de gestion de la base de données, et l'environnement Node.js, etc. Enfin, nous détaillerons les interfaces et les principales fenêtres de notre application.

## III.2 Outils de développement

Les outils de développement sont des ressources essentielles utilisées par les professionnels de l'informatique et les développeurs pour créer, tester et déployer des logiciels et des applications. Grâce à ces outils il est possible d'accélérer le processus de développement, améliorer la qualité du code, faciliter la collaboration et résoudre efficacement les problèmes rencontrés lors du développement de logiciels. Les outils de développement jouent un rôle important dans la création de solutions innovantes et dans l'avancement continu de la technologie.

### III.2.1 Base de données

Une base de données est un ensemble organisé de données stockées de manière structurée, géré par SGBD. Elle permet de stocker, organiser, gérer et récupérer efficacement des données, facilitant ainsi l'accès et la manipulation des informations [21].

MySQL est un système de gestion de base de données relationnelle (SGBDR) open source largement utilisé pour stocker, gérer et interroger des données. Il fournit une infrastructure robuste pour la création et la manipulation de bases de données, offrant des fonctionnalités avancées telles que le support de transactions ACID (Atomicité, Cohérence, Isolation, Durabilité), la gestion des utilisateurs et des droits d'accès, ainsi que des fonctionnalités de réplication pour assurer la disponibilité et la redondance des données [22].



### III.2.2 WebRTC

WebRTC est une technologie de communication en temps réel qui permet aux navigateurs Web d'établir des connexions P2P pour la transmission de données audio, vidéo et autres types de données en temps réel, sans avoir besoin de plugins ou d'applications tierces.

WebRTC est un protocole open-source développé par W3C et IETF. Il est intégré dans les navigateurs Web modernes tels que Google Chrome, Mozilla Firefox, Microsoft Edge et d'autres, ce qui permet aux développeurs de créer des applications de communication en temps réel directement dans le navigateur sans nécessiter de téléchargements ou d'installations supplémentaires.

WebRTC offre des fonctionnalités de communication en temps réel, telles que la diffusion de médias, le partage d'écran, le chat vidéo et la voix sur IP (VoIP), ce qui en fait une solution idéale pour les applications de communication en ligne, de collaboration en temps réel, de jeux en ligne et d'autres types d'applications nécessitant une communication en temps réel entre les utilisateurs [23].

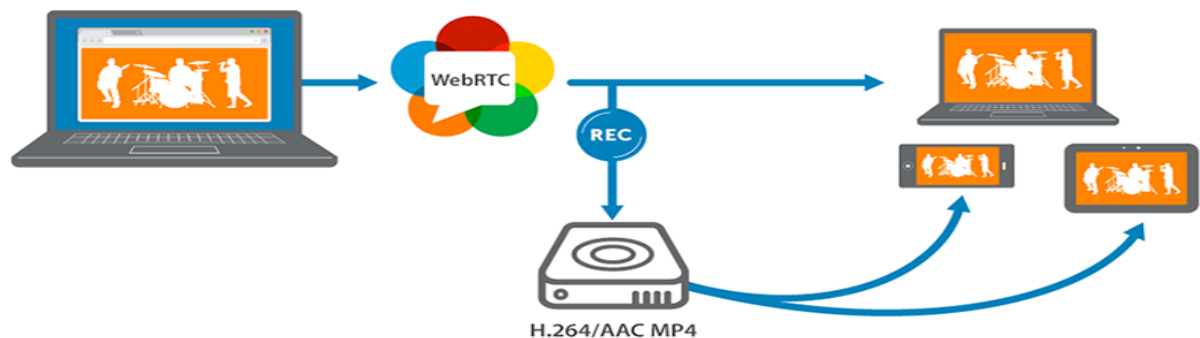


Figure 17 : WebRTC.

### III.2.3 Web Sockets

Le Web Sockets est une technologie de communication bidirectionnelle en temps réel entre un client et un serveur via un navigateur Web. Les Web Sockets permettent l'établissement d'une connexion persistante entre le client et le serveur, permettant ainsi une communication en temps réel et efficace, avec une latence minimale et une consommation de bande passante réduite par rapport à d'autres méthodes de communication basées sur HTTP.

Les Web Sockets sont basés sur un protocole de communication standard appelé Web Socket Protocol, qui est défini par IETF. Les Web Sockets sont intégrés dans les navigateurs Web modernes et sont pris en charge par la plupart des langages de programmation côté

serveur, ce qui permet aux développeurs de créer des applications Web interactives et en temps réel avec une communication bidirectionnelle entre le client et le serveur.

Les Web Sockets sont utilisés dans une large gamme d'applications Web, notamment les chats en ligne, les jeux en ligne, les tableaux de bord en temps réel, les applications de collaboration en temps réel et bien d'autres. Ils offrent une alternative efficace et performante pour les applications nécessitant une communication en temps réel entre le client et le serveur [24].

### **III.2.4 HTML**

HTML est le langage universel utilisé sur les pages Web lisibles par tous les navigateurs Web. Ce langage fonctionne suivant l'assemblage et la combinaison de balises permettant de structurer et donner l'apparence voulue aux données textes, images et multimédias suivant la mise en page voulue [25].

### **III.2.5 CSS**

CSS est un langage informatique utilisé sur l'internet pour mettre en forme les pages HTML. Ainsi, les feuilles de style, aussi appelé les pages CSS, comprennent du code qui permet de gérer le design d'une page en HTML [26].

### **III.2.6 JavaScript**

JavaScript est un langage de programmation de haut niveau, interprété et orienté objet, principalement utilisé pour développer des applications Web interactives. Il est conçu pour être exécuté côté client, c'est-à-dire dans le navigateur Web de l'utilisateur, et permet d'ajouter des fonctionnalités dynamiques et interactives aux sites Web [27].

## **III.3 Environnement de développement**

IDE est un ensemble d'outils logiciels utilisés par les développeurs pour écrire, tester et déboguer des applications.

### **III.3.1 Node.js**

Node.js est un environnement d'exécution côté serveur qui permet aux développeurs de créer des applications réseau évolutives en utilisant JavaScript. Il repose sur le moteur JavaScript V8 de Google et adopte un modèle de programmation asynchrone et basé sur des événements. Node.js offre une grande efficacité pour la manipulation des entrées/sorties et la gestion de nombreuses connexions simultanées, ce qui en fait une plateforme populaire pour les applications Web et les services réseau [28].

### **III.3.2 Visual Studio**

Visual Studio est un environnement de développement intégré (EDI) développé par Microsoft. Il propose un ensemble complet d'outils et de fonctionnalités pour le développement logiciel, permettant aux développeurs d'écrire, de déboguer et de déployer des applications sur différentes plates-formes. [29]

Visual Studio offre un large éventail d'outils et de fonctionnalités qui nous a permet de travailler plus rapidement et efficacement. Ces fonctionnalités comprennent des capacités d'achèvement automatique de code, de refactorisation, de navigation intelligente et de débogage avancé. Grâce à ces fonctionnalités, nous avons peut gagner du temps en écrivant du code de manière plus rapide et précise, en identifiant et en corrigeant les erreurs plus facilement.

### **III.3.3 XAMPP**

XAMPP est un ensemble de logiciels open source qui permet de créer un environnement de développement local pour la création et le test de sites web dynamiques. L'acronyme XAMPP représente les logiciels inclus dans le package :

Apache : un serveur web qui permet d'héberger et de servir des pages web.

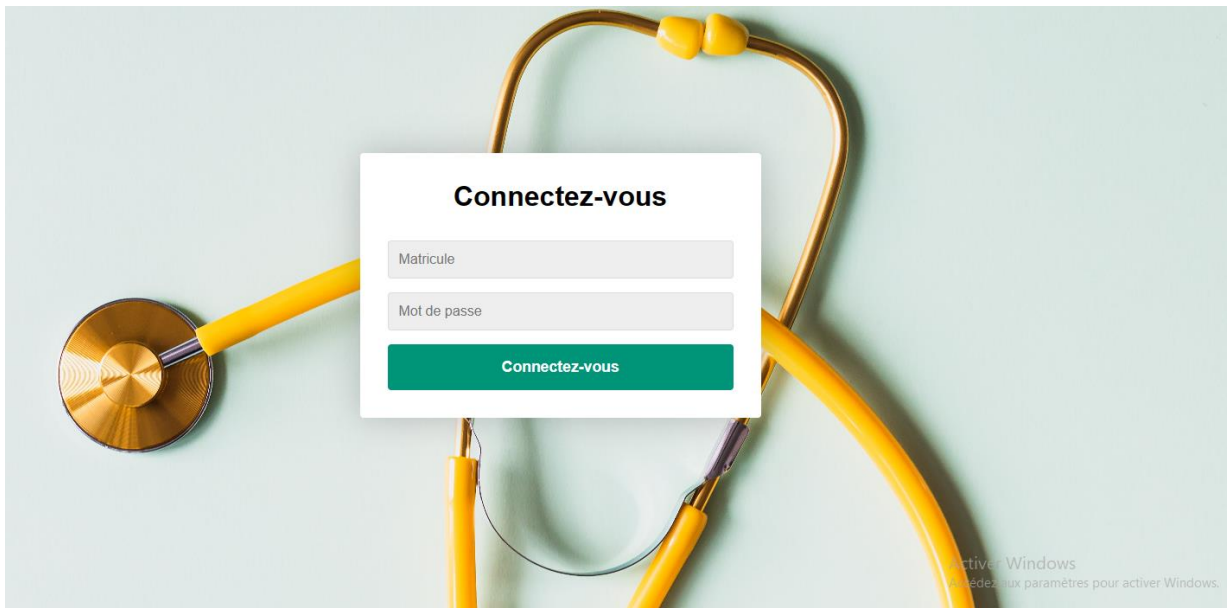
MySQL : un système de gestion de base de données relationnelle (SGBDR) permettant de stocker et de gérer les données utilisées par les applications web. [30]

## **III.4 Interfaces de l'application**

Cette partie décrit et explique comment notre système fonctionne en utilisant des capteurs d'écran pour les fonctionnalités les plus important de notre système.

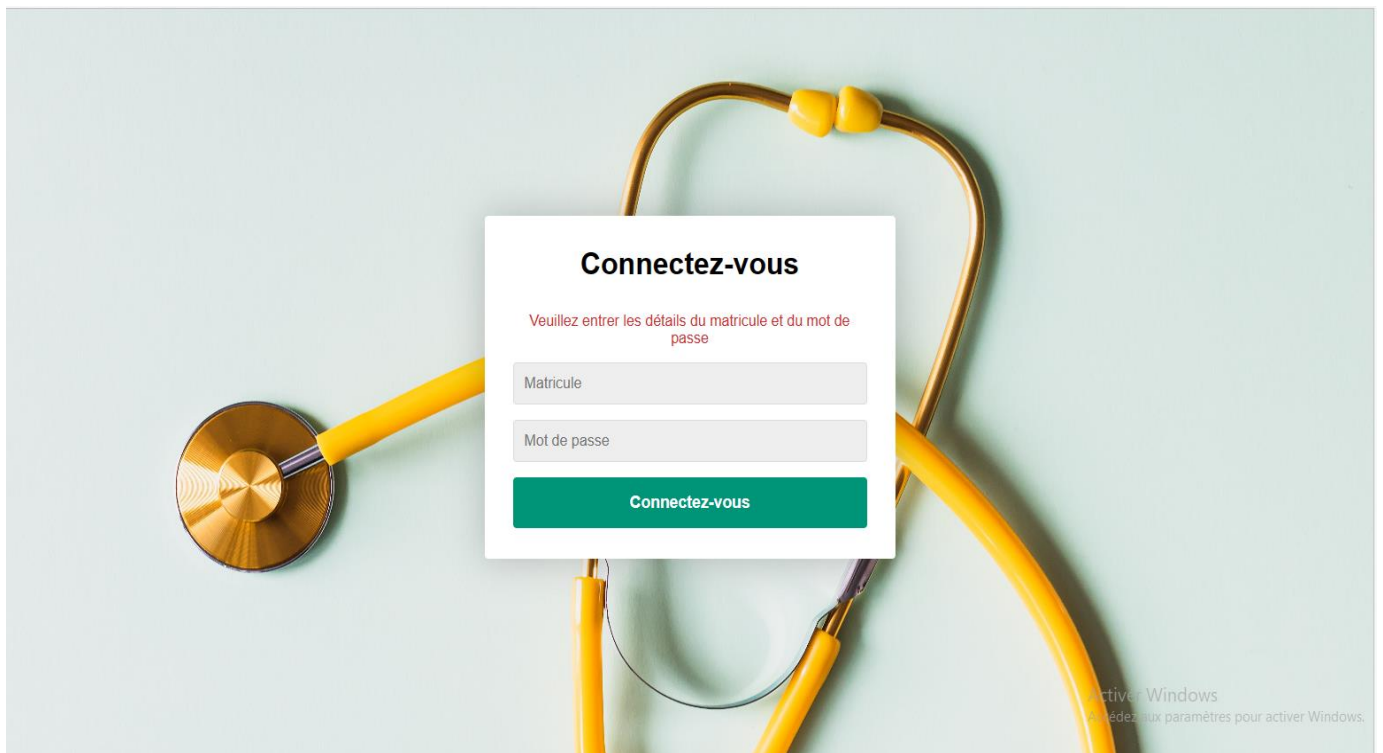
### **III.4.1 La page d'authentification**

Au lancement de notre application, un formulaire s'affiche à l'écran, il nous demandera d'introduire le matricule et le mot de passe d'authentification pour accéder au d'autres pages.



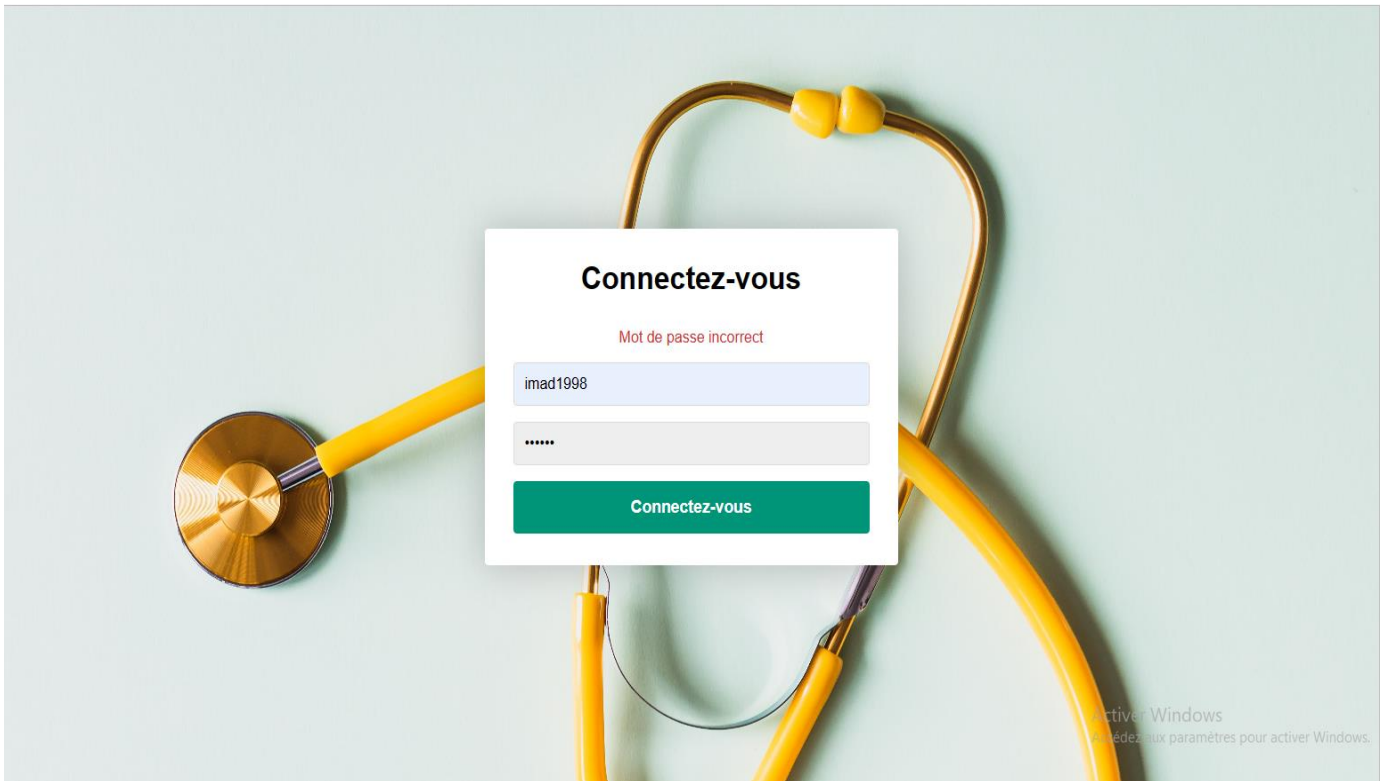
**Figure 18 : Fenêtre d'authentifier dans le système.**

Lorsque nous n'introduisons ni le matricule ni le mot de passe.



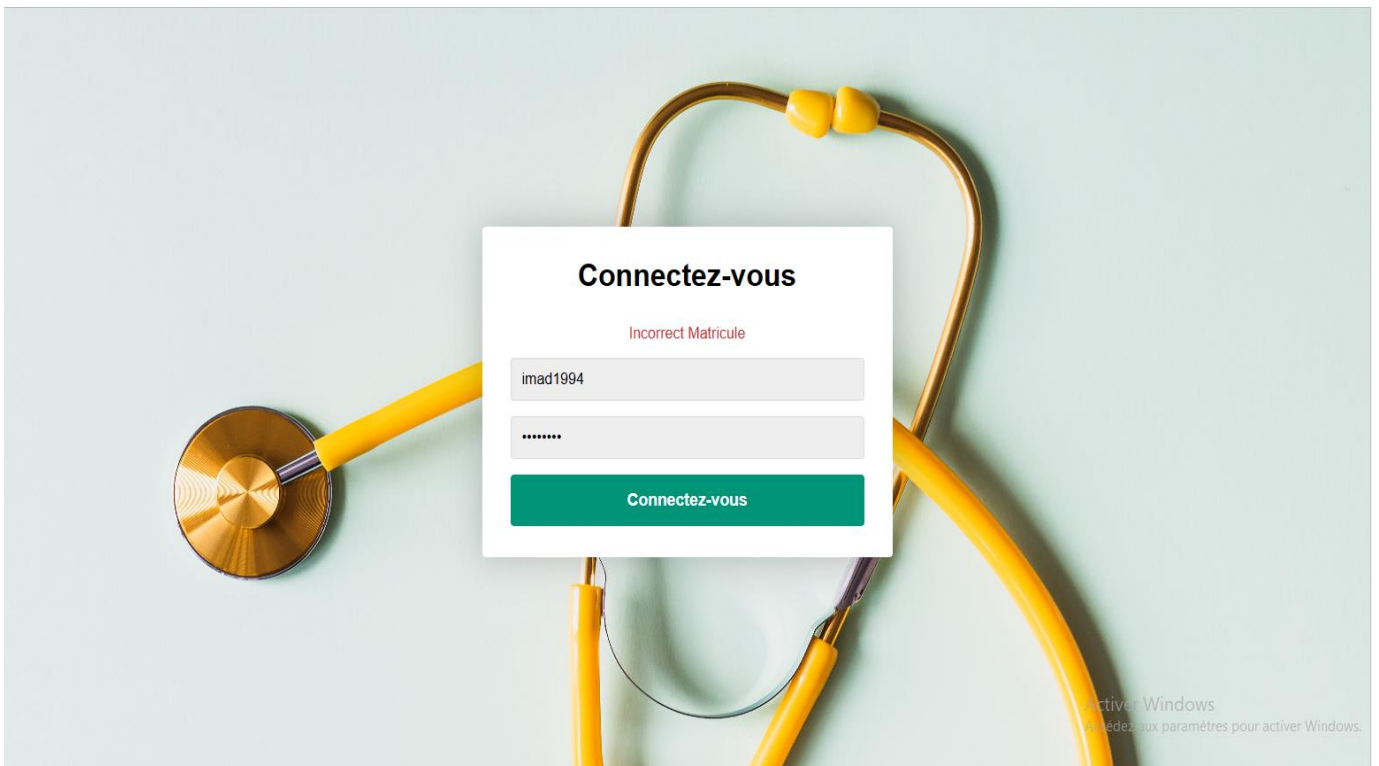
**Figure 19 : Message affiché pour le manque d'informations d'authentification.**

Lorsque le mot de passe introduit est incorrect l'application affiche un message.



**Figure 20 : Message affiché quand le mot de passe est incorrect.**

Lorsque le matricule introduit est incorrect l'application renvoi un message.



**Figure 21 : Message affiché quand le matricule est incorrect.**

### III.4.2 Page administrateur

Après saisir le matricule et le mot de passe valide est qui convient à l'administrateur l'application affiche cette page qui contient un Dashboard qui affiche les informations des utilisateurs.

Tableau de bord Déconnexion

## Tableau de bord

[Ajouter un utilisateur](#)

ID	Matricule	Mot de passe	Type		
1	imad1998	mot de passe	Admin	<a href="#">Éditer</a>	<a href="#">Supprimer</a>
2	amine1998	mot de passe	ambulance	<a href="#">Éditer</a>	<a href="#">Supprimer</a>
4	kolea42003	kolea42003	Hopital	<a href="#">Éditer</a>	<a href="#">Supprimer</a>
5	Alger	Alger	Hopital	<a href="#">Éditer</a>	<a href="#">Supprimer</a>
25	Blida	Blida	Hopital	<a href="#">Éditer</a>	<a href="#">Supprimer</a>

**Figure 22 : Interface d'administrateur.**

Administrateur peut ajouter des utilisateurs, il saisit leurs informations tel que le matricule, mot de passe et type (administrateur, ambulance, hôpital).

Tableau de bord Déconnexion

## Ajouter un utilisateur

Succès! utilisateur ajouté [x](#)

**Figure 23 : Interface de formulaire d'ajouter un utilisateur.**

Administrateur peut modifier les informations d'utilisateur.

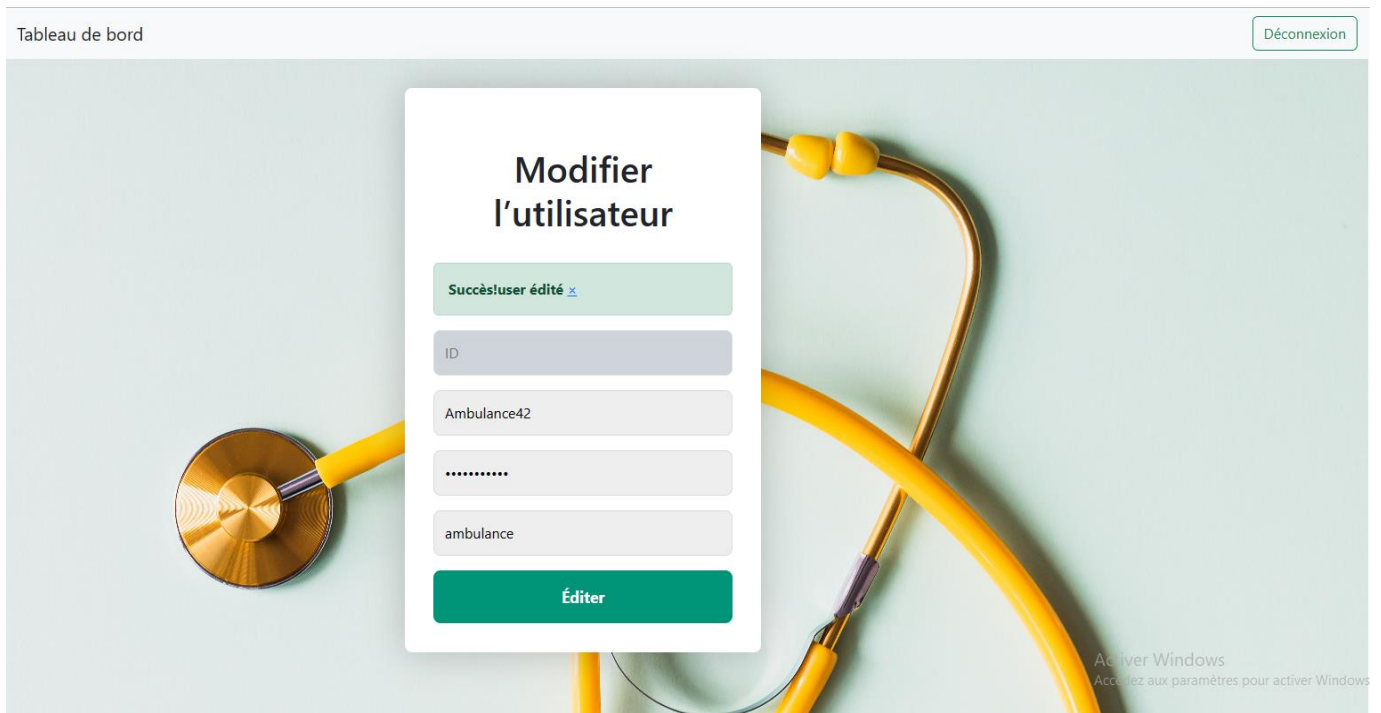


Figure 24 : Interface de formulaire de Modifier utilisateurs.

Administrateur peut supprimer des utilisateurs.

Tableau de bord Déconnexion

**Tableau de bord**

[Ajouter un utilisateur](#)

ID	Matricule	Mot de passe	Type		
1	imad1998	mot de passe	Admin	<a href="#">Éditer</a>	<a href="#">Supprimer</a>
2	amine1998	mot de passe	ambulance	<a href="#">Éditer</a>	<a href="#">Supprimer</a>
4	kolea42003	kolea42003	Hopital	<a href="#">Éditer</a>	<a href="#">Supprimer</a>
5	Alger	Alger	Hopital	<a href="#">Éditer</a>	<a href="#">Supprimer</a>
25	Blida	Blida	Hopital	<a href="#">Éditer</a>	<a href="#">Supprimer</a>
26	Ambulance42	ambulance42	ambulance	<a href="#">Éditer</a>	<a href="#">Supprimer</a>

Figure 25 : Avant la Suppression d'utilisateur.

Tableau de bord Déconnexion

### Tableau de bord

Ajouter un utilisateur

ID	Matricule	Mot de passe	Type		
1	imad1998	mot de passe	Admin	Éditer	Supprimer
2	amine1998	mot de passe	ambulance	Éditer	Supprimer
4	kolea42003	kolea42003	Hopital	Éditer	Supprimer
5	Alger	Alger	Hopital	Éditer	Supprimer
25	Blida	Blida	Hopital	Éditer	Supprimer

**Figure 26 : Après la suppression d'utilisateur.**

### III.4.3 Interface de l'ambulancier

Lorsque le patient est porté par l'ambulance, l'ambulancier authentifiera dans le système, l'ambulancier saisit les informations de patient, comme il peut faire un appel audio vidéo, et envoyer des messages à service d'admission. Les données médicales générées par les capteurs tel que l'électrocardiographie et les coordonnées GPS de l'ambulance sont envoyer vers le service d'admission automatiquement et périodiquement.

Voici les pages associées à la page ambulance :

Call Map Chat Patient Logout

Prénom  Nom

Sexe  Homme  Femme

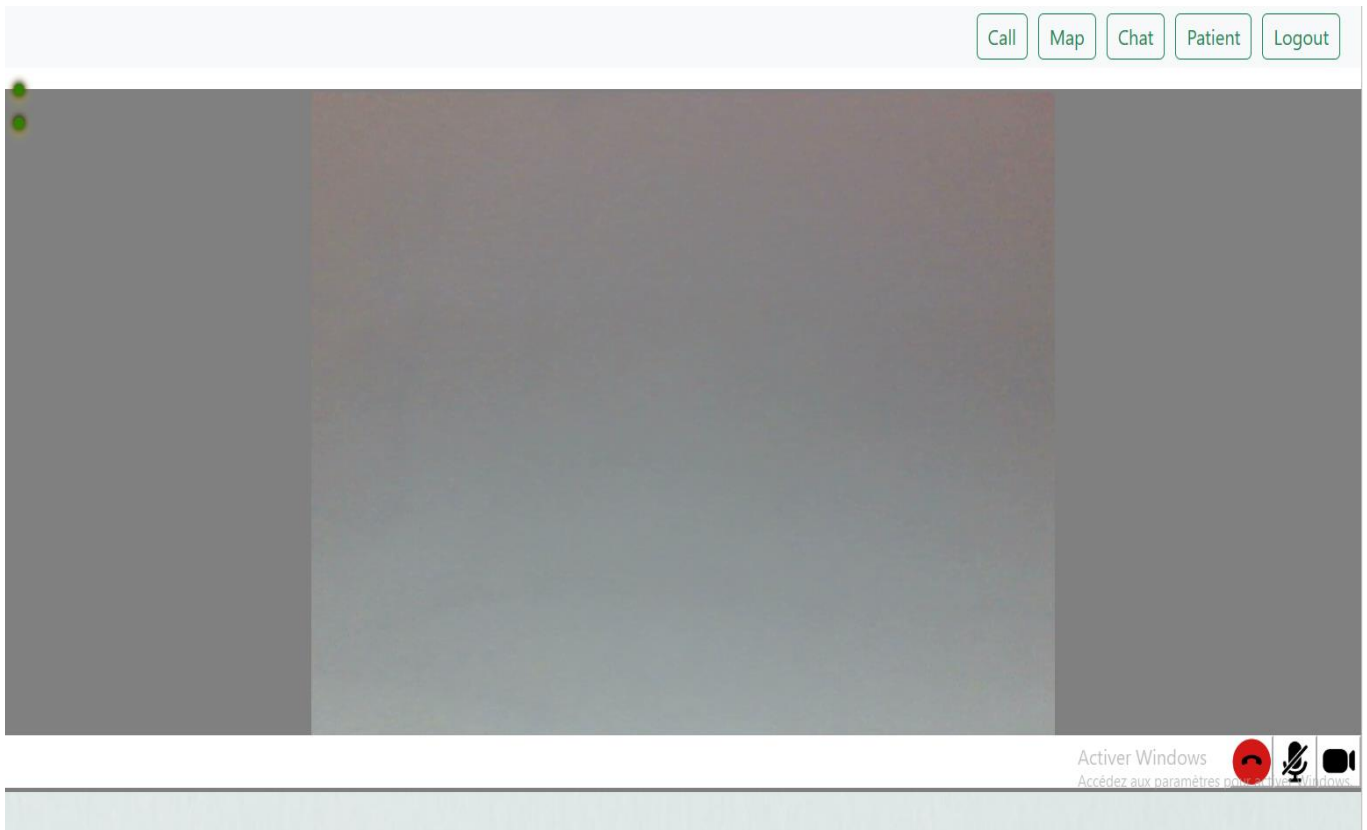
Est-ce qu'il est diabétique ?  Oui  Non

Êtes-vous traité pour une hypertension artérielle ?  Oui  Non

Avez-vous des probleme cardiaque? :  Oui  Non

**Figure 27 : Formulaire de patient.**

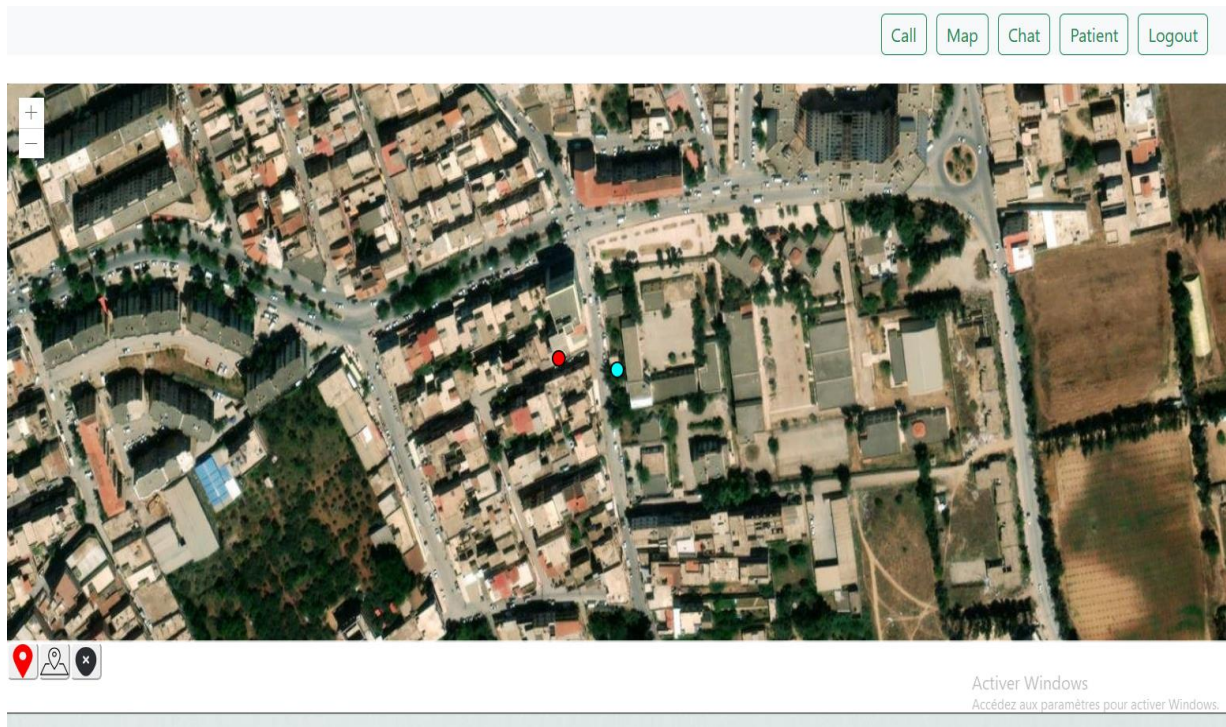




**Figure 28 : Vidéos streaming.**



**Figure 29 : Envoie et recevoir des messages.**



**Figure 30 : Localisation de l'ambulance.**

Notre système est conçu pour collecter les informations du réseau lorsqu'il est connecté à l'un des périphériques mobiles disponibles via le Wifi. Il va décider s'il reste connecté à ce périphérique ou basculer vers un autre à l'aide de ces informations, en particulier le temps de réponse (RTT) du réseau.

Le processus de basculement entre les périphériques consiste à se déconnecter du périphérique actuel et à se connecter à un autre, jusqu'à ce qu'il trouve celui qui répond à la condition requise (le RTT ne dépasse pas la valeur de 500).

```

PROBLEMS  OUTPUT  TERMINAL  DEBUG CONSOLE  COMMENTS

[6/9/2023, 17:49:06[> [net-data] mobile>>
WIFI courant: OPPO A7
rtt: 650 ms
[6/9/2023, 17:49:10[> http/ws server listening on ff
[6/9/2023, 17:49:10[> http/ws server listening on ff
[6/9/2023, 17:49:18[> [mobile_connection] mobile>>SERVER
[6/9/2023, 17:49:18[> [net-data] mobile>>
WIFI courant: OPPO A93
rtt: 300 ms
[6/9/2023, 17:49:19[> [mobile_connection] mobile>>SERVER
[6/9/2023, 17:49:19[> [net-data] mobile>>
WIFI courant: OPPO A93
rtt: 300 ms
[6/9/2023, 17:49:22[> [mobile_connection] mobile>>SERVER
[6/9/2023, 17:49:22[> [net-data] mobile>>
WIFI courant: OPPO A93
rtt: 300 ms
[6/9/2023, 17:49:25[> [mobile_connection] mobile>>SERVER
[6/9/2023, 17:49:25[> [net-data] mobile>>
WIFI courant: OPPO A93
rtt: 0 ms
[6/9/2023, 17:49:27[> http/ws server listening on ff
[6/9/2023, 17:49:27[> http/ws server listening on ff
[6/9/2023, 17:49:27[> http/ws server listening on ff
[6/9/2023, 17:49:27[> http/ws server listening on ff
[6/9/2023, 17:49:27[> http/ws server listening on ff
[6/9/2023, 17:49:27[> http/ws server listening on ff
[6/9/2023, 17:49:27[> http/ws server listening on ff
[6/9/2023, 17:49:27[> http/ws server listening on ff
[6/9/2023, 17:49:27[> http/ws server listening on ff
[6/9/2023, 17:49:27[> http/ws server listening on ff

```

Figure 31 : Basculement entre les périphériques (résultat 1).

```

[6/9/2023, 17:49:27[> http/ws server listening on ff
[6/9/2023, 17:49:27[> http/ws server listening on ff
[6/9/2023, 17:49:28[> [mobile_connection] mobile>>SERVER
[6/9/2023, 17:49:28[> [net-data] mobile>>
WIFI courant: OPPO A7
rtt: 550 ms
[6/9/2023, 17:49:30[> http/ws server listening on ff
[6/9/2023, 17:49:30[> http/ws server listening on ff
[6/9/2023, 17:49:30[> http/ws server listening on ff
[6/9/2023, 17:49:31[> [mobile_connection] mobile>>SERVER
[6/9/2023, 17:49:31[> [net-data] mobile>>
WIFI courant: OPPO A93
rtt: 250 ms
[6/9/2023, 17:49:34[> [mobile_connection] mobile>>SERVER
[6/9/2023, 17:49:34[> [net-data] mobile>>
WIFI courant: OPPO A93
rtt: 250 ms
[6/9/2023, 17:49:37[> [mobile_connection] mobile>>SERVER
[6/9/2023, 17:49:37[> [net-data] mobile>>
WIFI courant: OPPO A93

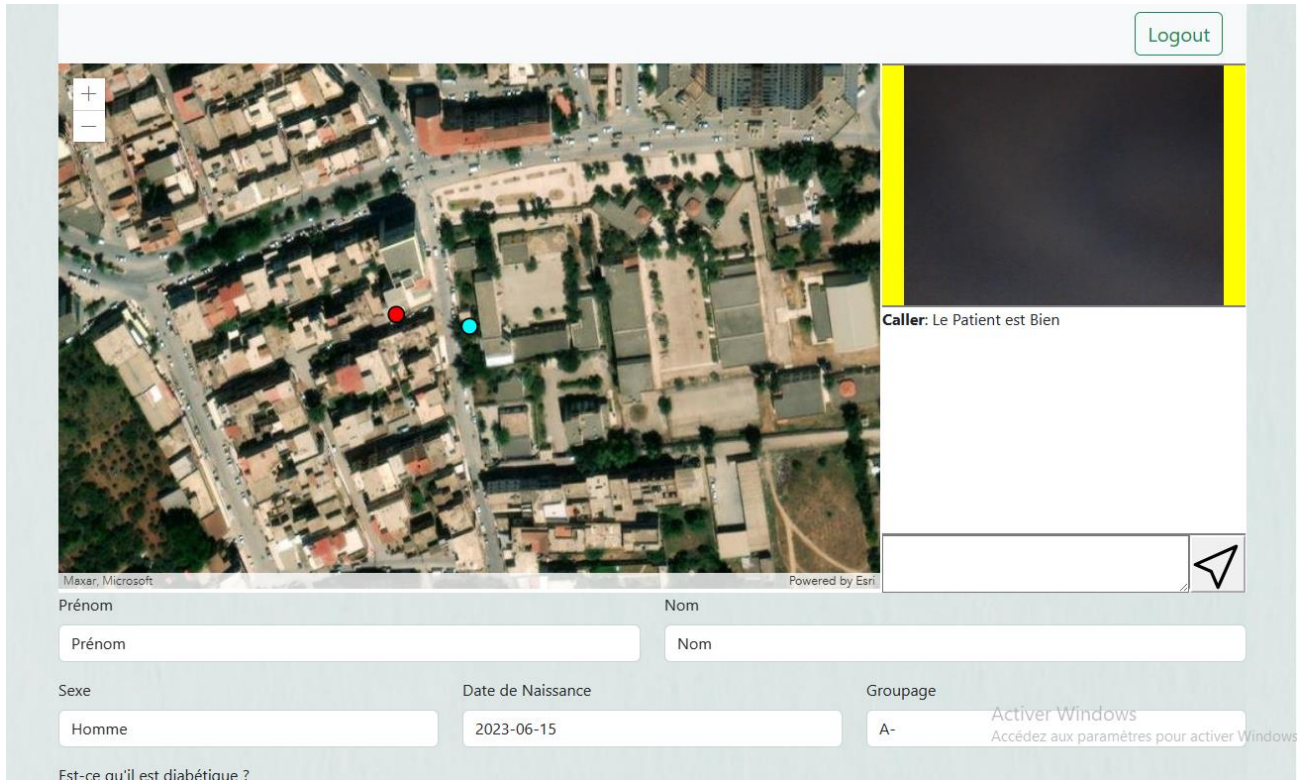
```

Figure 32 : Basculement entre les périphériques (résultat 2).



### III.4.4 Interface de service d'admission

Le réceptionniste de l'hôpital authentifiera dans le système, il reçoit les informations qu'était envoyer par les ambulanciers, il peut envoyer des messages comme il peut aussi consulte le vidéos streaming qu'était lancés par les ambulanciers.



**Figure 33 : Interface de service d'admission(géolocalisation, vidéo streaming et chat).**

This screenshot shows a close-up of the patient information form. It includes the following fields: 'Prénom' (First Name) and 'Nom' (Last Name) text boxes; 'Sexe' (Gender) dropdown menu set to 'Homme'; 'Date de Naissance' (Date of Birth) text box with '2023-06-15'; 'Groupage' (Blood Type) dropdown menu set to 'A-'; and three yes/no questions: 'Est-ce qu'il est diabétique ?' (Is he diabetic?) with 'Oui' selected; 'Êtes-vous traité pour une hypertension artérielle ?' (Are you treated for arterial hypertension?) with 'Oui' selected; and 'Avez-vous des problèmes cardiaques ?' (Do you have heart problems?) with 'Oui' selected.

**Figure 34 : Interface de service d'admission(formulaire du patient).**

### III.5 Conclusion

Au cours de ce chapitre, nous avons présenté l'environnement de développement de la plateforme de suivi des patients dans les ambulances et les outils de travail qu'on a utilisé. Ainsi nous avons donné un aperçu sur la phase d'implémentation de cette plateforme et son principe de fonctionnement. Enfin, nous avons présenté les différentes interfaces d'utilisateur qui illustrent les résultats du test dans un environnement réel.

## Conclusion générale

En tant que projet de fin de cycle de Master en spécialité Systèmes Informatiques et Réseaux, nous avons entrepris la conception et la réalisation d'une plateforme de télésurveillance médicale dans une ambulance. Notre intérêt pour ce thème découle du potentiel qu'il offre pour sauver de nombreuses vies, en particulier en Algérie où il existe un besoin important dans ce domaine.

Pour mener à bien notre projet, nous avons effectué une étude approfondie des recherches existantes dans le domaine de la télésurveillance médicale dans une ambulance. Cette étude nous a permis d'identifier les lacunes dans les approches existantes et de proposer des solutions adaptées aux conditions spécifiques de l'Algérie.

Nous avons réussi à définir notre solution qui est un système permettant de prendre en charge un patient dans l'ambulance en communiquant en temps réel les informations de celui-ci vers l'hôpital. Pour réaliser cette opération, nous avons établi une connexion Wi-Fi entre trois périphériques appartenant à différents opérateurs et un PC (serveur Web Socket). Ces périphériques récupèrent des informations sur la couverture réseau (type de réseau, RTT, débit) et les transmettent au PC. Ce PC utilise ces informations pour décider s'il doit basculer vers un autre périphérique ou Maintenir la connexion en cours.

Une fois notre solution définie, nous avons procédé à la conception et à la mise en œuvre d'un système qui assure une connexion fiable et une communication en temps réel.

En perspective, nous prévoyons de développer une application mobile connectée à notre système de télésurveillance médicale. Cette application permettra aux patients d'accéder facilement à des services d'ambulance en cas d'urgence. Lorsqu'un patient demande une ambulance via l'application, notre système de télésurveillance intégré traitera alors cette demande en temps réel et faire ensuite :

- Utilisation des algorithmes spécifiques pour évaluer la disponibilité et la proximité des différentes ambulances. En analysant les données en temps réel sur la localisation des ambulances et leur disponibilité.
- Sélectionner l'ambulance la plus proche et disponible pour répondre à la demande.

- Contrôle de trafic pour assurer la priorité et la sécurité d'ambulance lors de déplacement en urgence.

Cette application mobile représente une étape importante pour améliorer la prise en charge des patients. Cela permettra de sauver des vies en assurant une intervention rapide et efficace en cas d'urgence médicale.

Nous envisageons également la possibilité de développer une plateforme spécifique au service de protection civile, permettant de filtrer les données transmises par l'ambulance de protection civile, puis de les envoyer à l'hôpital.

---

# Bibliographie

- [ «Medecine-Telemedecine-17469,» avril 2005. [En ligne]. Available:  
1] <https://www.futura-sciences.com/Medecine-Telemedecine-17469>. [Accès le 20 Avril 2023].
- [ F. DUCHENE, *fusion de données multiplicateurs pour un système de télémedecine de*  
2] *personnes à domicile*, 2004.
- [ «Telesurveillance Medicale,» [En ligne]. Available: [https://sante.gouv.fr/soins-et-](https://sante.gouv.fr/soins-et-maladies/prises-en-charge-specialiste/telemedecine-et-telereduction/article/telesurveillance-medicale)  
3] [maladies/prises-en-charge-specialiste/telemedecine-et-telereduction/article/telesurveillance medicale](https://sante.gouv.fr/soins-et-maladies/prises-en-charge-specialiste/telemedecine-et-telereduction/article/telesurveillance-medicale). [Accès le avril 2023].
- [ F. López Seguí, C. H. Salvador, J. García et J. Verdu, Advantages and disadvantages  
4] of telemedicine and e-health, Volume 202., *Studies in Health Technology and Informatics*, (2019).
- [ D. & M. K. MCGONIGLE, «nursing informatics and the foundation of knowledge  
5] (4th ed.),» *jones & bartlet learning*, 2017.
- [ «ultra sound-imaging- american college of radiology,» [En ligne]. Available:  
6] [https://www.acr.org/clinical-ressources/radiology-safety/modalities/ultra sound-imaging-american college of radiology](https://www.acr.org/clinical-ressources/radiology-safety/modalities/ultra-sound-imaging-american-college-of-radiology). [Accès le 25 avril 2023].
- [ G. & B. C. JONES, «real-time locating systemes (rtls) in healthcare,» *journal of*  
7] *medical systemes*, pp. 1-9, 2014.
- [ G. Grieve et A. Regan, «The use of video conferencing to enhance interprofessional  
8] clinical education for allied health students,» *Journal of Research in Interprofessional Practice and Education*, 2015.
- [ C. & C. G. GERRISH, «ambulance care practice,» *john wiley & sons*, 2018.

---

9]

[ A. & L. R. K. BEHERA, «Smart Ambulance System,» *International journal of*  
10] *computer science and mobile computing*, pp. 53-60, 2019.

[ «surveillance camera use in emergency medical services transport vehicles,»  
11] *prehospital emergency care*, pp. 249-255, 2014.

[ B. Almadania, M. Bin-Yahya et E. M. Shakshuki, «E-AMBULANCE: Real-Time  
12] Integration Platform for Heterogeneous Medical Telemetry System,» *Procedia Computer*  
*Science*, 2015.

[ G. Pardo-Castellote, Data Distribution Service (DDS) for Real-Time Systems, The  
13] Object Management Group (OMG), 2018.

[ S. Yu, Y. Feng, Q. Xion et S. Liya, «A Framework of 5G Mobile-health Services for  
14] Ambulances,» *IEEE*, 2020.

[ M. A. Usman, N. Y. Philip et C. Politis, «5G enabled mobile healthcare for  
15] ambulances,» *IEEE*, 2019.

[ I. U. Rehman, M. M. Nasralla, A. Ali et N. Philip, «small cell-based ambulance  
16] scenario for medical,» *IEEE*, 2018.

[ N. G. P. A. MULLER, Modelisation objet avec UML, EYROLLES, avril 2005.  
17]

[ J. RUMBAUGH, I. JACOBSON et G. & BOOCH, «the unified modeling language  
18] reference manual (2ND ED.),» *addison-wesley professional*, 2004.

[ C. LARMAN, «applying uml and patterns: an introduction to object-oriented  
19] analysis and design and iterative development,» *prentice hall*, 2004.

[ N. KETTANI, D. MIGNE et R.-S. CAMILLE, DE MERISE A UML, EYROLLES  
20] FRANCE EDITION, octobre 2001.

[ C. DATE, an introduction to data base systems, 8th edition, pearson, 2003.



---

21]

[ P. Dubois, *MySQL 5ème édition, developer's library*, 2013.

22]

[ «WebRTC 1.0: real-time communication between browsers,» 25 avril 2023. [En  
23] ligne]. Available: <https://www.w3.org/TR/WebRTC/>.

[ « Web SOCKET protocol,» 26 avril 2023. [En ligne]. Available:  
24] <https://tools.IETF.org/html/rfc6455>.

[ «art45-html.htm,» 25 avril 2023. [En ligne]. Available:  
25] <http://www.clashinfo.com/dico/denition-h/art45-html.htm>.

[ «css,» 26 avril 2023. [En ligne]. Available: <http://glossaire.infowebmaster.fr/css>.  
26]

[ D. Crockford, *JavaScript: The Good Parts*, O'Reilly Media, Inc, 2008.  
27]

[ T. Hughes-Croucher et M. Wilson, *nodejs: tools & techniques for building with  
28] JavaScript*, o'reilly media, 2012.

[ «visualstudio,» [En ligne]. Available: <https://docs.microsoft.com/fr-fr/visualstudio>.  
29] [Accès le 3 juin 2023].

[ «apachefriends,» [En ligne]. Available: <https://www.apachefriends.org/index.html>.  
30] [Accès le 4 juin 2023].