



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة وهران 2 محمد بن أحمد
Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed

معهد الصيانة و الأمن الصناعي
Institut de Maintenance et de Sécurité Industrielle

Département de Maintenance en Instrumentation

MÉMOIRE

Pour l'obtention du diplôme de Master

Filière : Génie Industriel

Spécialité : Génie Industriel

Thème

Développement d'une interface homme machine de tracking RFID (Identification par Radiofréquences) dans un service hospitalier

Présenté et soutenu publiquement par :

MEDJERDAOUI Ahmed Ala Eddine et MOKNINE Mohamed

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom	Grade	Etablissement	Qualité
AISSANI Nassima	MCA	Université d'Oran 2	Présidente
MOUFOK Souad	MAA	Université d'Oran 2	Examineur
HACHEMI Khalid	Pr	Université d'Oran 2	Encadreur

Année 2019/2020

Sommaire

Table des matières

Sommaire	1
Remerciements	6
Dédicace	7
Résumé.....	8
Introduction Générale.....	9
CHAPITRE I : LA RFID ET SES APPLICATIONS DANS LE DOMAINE DE LA SANTE.....	11
Introduction.....	12
I.1 Historique	12
I.2 Définition	13
I.3 Le système RFID	14
I.3.1 Fonctionnement.....	14
I.4 Topologie d'un système RFID.....	15
I.4.1 Le lecteur RFID	15
I.4.2 Le tag RFID	17
I.5 Les types de tag RFID	17
I.5.1 Tag actif	17
I.5.2 Tag passif.....	18
I.5.3 Tag semi-passif	18
I.6 Les fréquences allouées	19
I.6.1 Le choix des fréquences.....	20
I.6.2 Régulations et normes RFID	20
I.6.2.1 Standard EPC Global.....	21
I.6.2.2 Standard ISO.....	21
I.7 Avantages et Contraintes de la RFID.....	23
I.7.1 Avantages des étiquettes radio fréquence	23
I.7.1.1 La capacité de mise à jour du contenu	23
I.7.2.1 Une plus grande capacité de contenu	23
I.7.1.3 La vitesse de marquage.....	24
I.7.1.4 Une sécurité d'accès au contenu	24
I.7.1.5 Une plus grande durée de vie	24
I.7.1.6 Une plus grande souplesse de positionnement	24
I.7.1.7 Une moindre sensibilité aux conditions environnementales	25
I.7.2 Contraintes des étiquettes radio fréquences	25
I.7.2.1 La perturbation par l'environnement physique	25

I.7.2.2 Les perturbations induites par les étiquettes entre elles.....	25
I.7.2.3 La sensibilité aux ondes électromagnétiques parasites	25
I.7.2.4 Les interrogations sur l'impact de la RFID sur la santé	26
I.7.2.5 Le respect des libertés individuelles	26
I.8 Applications générales de la RFID	26
I.8.1 Logistique	27
I.8.2 Gestion des stocks et des articles	28
I.8.3 Sécurisation de la marchandise.....	28
I.8.4 Production.....	29
I.8.5 Identification des véhicules.....	29
I.8.6 La contrefaçon et le piratage commercial	29
I.8.7 Identification des animaux	30
I.8.8 Cartes de paiement.....	30
I.9 Applications de la RFID dans la santé.....	31
I.9.1 Introduction.....	31
I.9.2 Vers un hôpital intelligent	33
I.10 cas d'utilisation de la RFID dans le domaine de santé	35
I.10.1 Applications pharmaceutiques.....	35
I.10.1.1 Contrefaçon de médicaments.....	35
I.10.1.2 Gestion des stocks.....	35
I.10.1.3 Essais cliniques	36
I.10.2 Applications Médicale dans un service hospitalier.....	37
I.10.2.1 Dispositif médical et suivi des actifs.....	37
I.10.2.2 Suivi des patients.....	39
I.10.2.3 Suivi des documents et des fichiers de données	40
I.10.2.4 Contrôle de l'inventaire (médicament et équipement)	41
I.10.2.5 Gestion des actifs informatiques de santé (Éviter le vol de matériel).....	42
I.10.3 Autres applications de soins de santé RFID.....	44
I.10.3.1 Suivi du sang	44
I.10.3.2 Distributeur de vêtements automatique dans les hôpitaux	45
I.10.3.4 Suivi du nouveau-né	46
I.11 Besoin de suivi dans un hôpital	47
I.12 Défis de l'adoption de la RFID dans les soins de santé.....	48
I.12.1 Défis technologiques	48
I.12.2 Confidentialité	48
I.12.3 Sécurité	49
I.12.4 Normes radio et attribution de spectre	49
I.12.5 Aspects juridiques	49
Conclusion et pistes de recherche futures	50

CHAPITRE II : Conception du système	51
Introduction	52
II.1 Définition d'UML	52
II.1.1 Liste des types de diagrammes UML	53
II.1.2 Le processus Unifié (UP)	54
II.2 Le diagramme des cas d'utilisation	55
II.2.1 Les éléments d'un diagramme des cas d'utilisation	56
II.2.1.1 Les acteurs du système.	56
II.2.1.2 Les cas d'utilisation	56
II.2.2 Relation entre acteurs et cas d'utilisation	57
II.2.2.1 La relation d'association	57
II.2.2.2 Les relations entre cas d'utilisation	57
II.3 Diagramme de séquence	58
II.3.1 Utilisation des diagrammes de séquence	58
II.4 Diagramme de classe	59
II.4.1 Rappel sur les classes	59
II.4.2 Rôles du diagramme des classes	59
II.4.3 Représentation des Classes	59
II.4.4 Dictionnaire de class et des attributs	60
II.4.5 La multiplicité	60
II.5 RFID Patient Tracking (RPT)	61
II.5.1 Le diagramme des cas d'utilisation	61
II.5.1.1 Définition des acteurs	61
II.5.1.2 Les cas d'utilisation	61
II.5.2 Les diagrammes de séquence	63
II.5.2.1 Le diagramme de séquence pour Authentification	63
II.5.2.2 Le diagramme de séquence pour Connection	64
II.5.2.3 Le diagramme de séquence pour User Data	65
II.5.2.4 Le diagramme de séquence pour Registration /Edit	66
II.5.3 Diagramme de classe	67
II.5.3.1 Dictionnaire de class et des attributs	68
II.6 RFID Asset Tracking (RAT)	69
II.6.1 Le diagramme des cas d'utilisation	69
II.6.1.1 Définition des acteurs	69
II.6.1.2 Les cas d'utilisation	69
II.6.2 Les diagrammes <i>de séquence</i>	71
II.6.2.1 Le diagramme de séquence pour Authentification	71
II.6.2.2 Le diagramme de séquence pour Connection	72
II.6.2.3 Le diagramme de séquence pour Asset Data	73
II.6.2.4 Le diagramme de séquence pour Registration/Edit	74

II.6.3 Diagramme de classe.....	75
II.6.3.1 Dictionnaire de class et des attributs	76
Conclusion	77
CHAPITRE III : Implémentation du système.....	78
Introduction.....	79
III.1 Les outils des développements.....	79
III.1.1 Software.....	79
III.1.1.1 Langage VB.....	79
III.1.1.2 Microsoft Visual Studio 2019.....	80
III.1.1.3 XAMPP.....	80
III.1.1.3.1 MySQL.....	80
III.1.1.4 Arduino IDE.....	80
III.1.2 Hardware.....	81
III.1.2.1 Arduino Uno.....	81
III.1.2.2 RFID Reader.....	81
III.1.2.3 RFID Card.....	82
III.2 RFID Patient Tracking.....	83
III.2.1 Authentification - RPT.....	83
III.2.2 Panel Connection - RPT.....	84
III.2.3 Panel User Data.....	86
III.2.3.1 Lorsque RFID Reader n'est pas connecté.....	86
III.2.3.2 Lorsque RFID Reader est connecté.....	87
III.2.4 Panel Registration/Edit - RPT.....	90
III.2.4.1 Lorsque RFID Reader n'est pas connecté.....	90
III.2.4.2 Lorsque RFID Reader est connecté.....	91
III.2.5 Options du tableau de données - RPT.....	93
III.2.5.1 Search.....	93
III.2.5.2 Code couleur pour les lignes du tableau de données.....	93
III.2.5.3 Menu contextuel du tableau de données.....	94
III.3 RFID Asset Tracking.....	95
III.3.1 Authentification - RAT.....	95
III.3.2 Panel Connection - RAT.....	96
III.3.3 Panel Asset Data.....	98
III.3.3.1 Lorsque RFID Reader n'est pas connecté.....	98
III.3.3.2 Lorsque RFID Reader est connecté.....	98
III.3.4 Panel Registration/Edit - RAT.....	100
III.3.4.1 Authentification.....	100
III.3.4.2 Interface Panel Registration/Edit.....	101
III.3.4.3 Lorsque RFID Reader n'est pas connecté.....	102

III.3.4.4 Lorsque RFID Reader est connecté	102
III.3.5 Options du tableau de données - RAT	104
III.3.5.1 Search.....	104
III.3.5.2 Code couleur pour les lignes du tableau de données.....	104
III.3.5.3 Menu contextuel du tableau de données	105
Conclusion	106
Conclusion Générale	107
La bibliographie	109
Liste des figures.....	115
Liste des Tableaux	117
Liste des abréviations.....	118

Remerciements

Nous souhaiterons adresser nos remerciements les plus sincères aux personnes qui nous ont apporté leur aide et qui ont contribué à l'élaboration de ce mémoire de fin étude.

Nous tenons à remercier sincèrement Monsieur **Khalid Hachemi**, qui, en tant qu'encadant, s'est toujours montré à l'écoute et disponible tout au long de la réalisation de ce travail.

Nos remerciements vont également aux membres du jury pour nous avoir honoré de leur appréciation de ce travail.

Nous remercions également les enseignants d'Institut de Maintenance et de Sécurité Industrielle Département de Maintenance en instrumentation Filière : Génie industriel pour leur aide et leurs encouragements.

Enfin, nous remercions tous ceux qui ont soutenu, encouragé et donné envie de mener à bien ce travail.

Merci à tous et à toutes.

Dédicace

Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude, le respect, la reconnaissance...

Nous aimerions dédier ce travail avec notre sincère gratitude et notre respect

À

nos chers parents, Aucun mot ne peut exprimer nos respects, notre amour éternel et notre considération pour les sacrifices que vous avez faits pour nous, nous vous remercions pour tout le soutien et l'amour que vous nous avez apporté.

À

nos chers frères et nos chères sœurs.

À

tous nos proches et amis, qui nous ont toujours soutenu et encouragé.

Résumé

L'identification par radiofréquence (RFID) est devenue une technologie clé dans la logistique et l'industrie de la gestion, grâce à des caractéristiques distinctives telles que le faible coût des étiquettes RFID et la facilité de déploiement et d'intégration des tags RFID dans les éléments à suivre. En conséquence, La RFID joue un rôle fondamental dans l'usine numérique ou L'industrie 4.0, visant à augmenter le niveau d'automatisation et de connectivité des processus industriels.

En outre, la RFID s'est également avérée très utile dans le domaine médicale en aidant à améliorer le suivi des patients, des médicaments et des biens médicaux dans les hôpitaux, où la numérisation de ces opérations améliore leur efficacité et leur sécurité.

Cette contribution décrit un système RFID de base pour le suivi et la gestion des actifs et patients dans les hôpitaux, dans le but de fournir des détails supplémentaires sur les aspects de la mise en œuvre qui doivent être considérés pour assurer le bon fonctionnement du système.

Mots-clés: Identification par radiofréquence (RFID); Suivi des patient; Couverture radioélectrique; Internet des objets; Suivi des actifs; Logistique.

Introduction Générale

Le développement rapide des technologies de l'information et de la communication a rendu possible l'automatisation des tâches assistées par l'homme dans un large domaine d'applications, telles que le suivi des actifs pour la ou la surveillance des personnes pour la sécurité et la sûreté applications. Ces dernières années, l'Internet des objets (IoT) et les réseaux de capteurs ont contribué de façon spectaculaire à cet objectif.

L'une des raisons pour augmenter le niveau d'automatisation dans les tâches de complexité faible et moyenne est de réduire le risque d'erreurs commises par les employés. Les tâches de routine sont sous-supervisées en raison d'une surestimation du niveau de confiance en soi des salariés. Dans des secteurs tels que la santé, c'est particulièrement critique, car elle a un impact direct sur l'état de santé des patients.

Plusieurs facteurs liés à l'erreur de médication peuvent être mis en évidence: similitude dans l'emballage ou noms des médicaments; les patients allergiques à certains médicaments ou autre facteur d'allergie ; les médicaments dont l'usage est très spécifique.

Jusqu'à maintenant la mauvaise gestion, la prescription d'un mauvais médicament et/ou d'une mauvaise dose étaient responsables à des décès de plusieurs patients dus à des erreurs de médecine. Ces cas soutiennent le besoin d'automatisation et / ou de l'introduction de systèmes supplémentaires de supervision RFID procédures médicales susmentionnées.

Parmi les avantages offerts par la RFID pour la localisation et le suivi dans un service hospitalier on peut noter:

- Minimisation des erreurs médicales: d'une part, les patients étiquetés avec un poignet RFID peuvent être suivi en temps réel, afin que le staff médical puisse savoir s'il y a un problème (par exempl, Problème cardiaque) dans le traitement médical requis par le patient. D'un autre côté, les médicaments peuvent être mieux suivis, réduisant ainsi le risque d'administration de médicaments erronés ou oubliés aux patients.

- Optimisation des ressources: par exemple, les médecins et les infirmières peuvent connaître le montant exact de l'approvisionnement en sang. Certains produits et instruments médicaux peuvent également être localisés facilement, notamment des informations sur leur disponibilité.

Récemment les systèmes RFID ont prouvé leur potentiel dans les applications de domaine médicale, le secteur de la santé est l'un des domaines en évolution rapide avec un environnement concurrentiel. Il n'a jamais été aussi concentré que maintenant sur les moyens de réduire les dépenses et de sauver plus de vies de patients.

La RFID contribue à augmenter ces efficacités. Les hôpitaux et les établissements de soins de santé sont plus préoccupés de nos jours par la possibilité de suivre et d'identifier avec précision les patients. Pour une médication appropriée ou l'identification de l'individu ou pour remonter un historique de traitement sur un patient.

La technologie RFID est un moyen de gérer les informations beaucoup plus efficacement. Il s'agit d'une technologie habilitante qui sauve des vies, prévient les erreurs, réduit les coûts et augmente la sécurité.

Il offre aux patients plus de liberté et de dignité en supprimant les procédures de traitement longues et fastidieuses.

Ce mémoire est organisé en trois chapitres permettant d'établir le concept proposé dans cette étude.

Le premier chapitre concerne l'étude générale des technologies RFID et de ses applications dans le domaine de la santé en particulier.

Le deuxième chapitre présente la conception utilisée pour construire les interfaces du logiciel RFID tracking pour les patients et les actifs suivant le processus UP d'UML (Unified Modeling Language).

Le troisième chapitre introduit l'implémentation du système en présentant l'architecture utilisée ainsi que les outils de développement adoptés. Il compte aussi un guide d'utilisation pour chaque interface.

CHAPITRE I

LA RFID ET SES APPLICATIONS DANS LE DOMAINE DE LA SANTE

CHAPITRE I

LA RFID ET SES APPLICATIONS DANS LE DOMAINE DE LA SANTE

Introduction

Vers l'hôpital de demain, les nouvelles technologies de l'information et de la communication ont un rôle fondamental dans notre société moderne. Le repérage et l'automatisation deviennent de plus en plus indispensables et sont appliqués dans différents départements et processus.

Pour l'hôpital de demain, la technologie RFID a récemment ouvert les portes à de nombreuses nouvelles applications comme l'identification à distance, le suivi en temps réel des objets à bas prix et la vitesse élevée de communication sur de courtes distances.

Cela nous donne la possibilité d'acquérir des informations détaillées sur les systèmes du monde réel. Par exemple, nous pouvons retracer les patients et le matériel dans les hôpitaux afin d'optimiser le processus de soins de santé.

La technologie RFID peut également être utilisée comme un moyen intelligent pour minimiser les erreurs de sélection ; par exemple un système qui peut vérifier les médicaments administrés à un patient afin d'éviter les erreurs.

Dans ce chapitre une définition de la technologie RFID et ses applications dans le domaine de la santé sera présentée.

I.1 Historique

La RFID n'est pas une nouvelle technologie. Elle a fait son apparition pour la première fois durant la Seconde Guerre Mondiale pour identifier les avions qui entraient dans l'espace aérien britannique : IFF (Identify Friend or Foe). Le contrôle du trafic aérien est encore aujourd'hui basé sur ce même principe.

En **1973** a été le premier vrai ancêtre de la RFID moderne; un transpondeur radio passif avec mémoire. Le dispositif initial était passif, alimenté par le signal d'interrogation, et a été déployé en **1971** au port de New York.

Une démonstration très précoce des étiquettes RFID à puissance réfléchie, à la fois passif et actif, a été interprétée par Steven Depp, Alfred Koelle et Robert Freyman au Laboratoire national de Los Alamos en **1973**.

Le système portable fonctionnant à 915 MHz et utilisant des étiquettes 12 bits. Cette technique est utilisée par la majorité des UHFID et micro-ondes d'aujourd'hui avec les étiquettes RFID.

Avant les années **1980**, les systèmes RFID restent donc une technologie confidentielle, à usage militaire pour le contrôle d'accès aux sites sensibles, notamment dans le nucléaire.

Dans les années **1980**, les avancées technologiques permettent l'apparition d'un tag passif qui s'affranchit de source d'énergie embarquée sur l'étiquette, réduisant de ce fait son coût et sa maintenance.

1983 : Le premier brevet associé à la RFID est déposé par Charles Walton.

1999 : Fondation par le MIT (Massachusetts Institute of Technology) de l' Auto-ID center (centre de recherches spécialisé en identification automatique entre autre RFID).

2004 : La mise en place du standard EPC pour la RFID UHF sous la norme ISO 18000-6C.

A partir de **2005** : Les technologies RFID sont aujourd'hui largement répandues dans quasiment tous les secteurs industriels (aéronautique, automobile, logistique, transport, santé, vie quotidienne, etc.). L'ISO (International Standard Organisation) a largement contribué à la mise en place de normes tant techniques qu'applicatives permettant d'avoir un haut degré d'interopérabilité voire d'interchangeabilité. ^[1]

I.2 Définition

La RFID fait partie des technologies d'identification automatique, au même titre que la reconnaissance optique de caractères ou de codes barre. Cette technologie permet d'identifier un objet ou une personne, de suivre le cheminement et de

connaître les caractéristiques à distance grâce à une étiquette émettant des ondes radio, attachées ou incorporées à l'objet ou à la personne.

La technologie RFID permet la lecture des étiquettes même sans ligne de vue directe et peut traverser des fines couches de matériaux.

La RFID a la particularité de fonctionner à distance, sur le principe suivant : un lecteur émet un signal radio et reçoit en retour les réponses des étiquettes ou tags qui se trouvent dans son champ d'action. Il existe une variété presque infinie de systèmes RFID, différents types de mémoire, différentes fréquences, différentes portées, différents types d'alimentation. [2]

1.3 Le système RFID

La RFID (*radio frequency identification*), ou radio-identification, est une technologie qui permet de sauvegarder et récupérer des données à distance sur ce que l'on appelle des puces ou tags RFID ou encore des radio-étiquettes. Très utilisée dans le secteur de la sécurité, la technologie RFID a énormément d'applications.

1.3.1 Fonctionnement

La technologie RFID repose sur des transferts d'énergie par électromagnétisme. Pour la mettre en application, il est nécessaire de disposer de marqueurs (étiquettes, tags ou puces RFID que l'on appelle aussi transpondeurs) et d'un lecteur RFID.

Le système RFID fonctionne de la manière suivante :

- L'étiquette RFID (ou transpondeur ou tag) est elle-même équipée d'une puce reliée à une antenne, l'antenne permet à la puce de transmettre les informations (numéro de série, poids...) qui peuvent être lues grâce à un lecteur émetteur-récepteur.
- Une fois les informations transmises au lecteur RFID équipée d'une antenne intégrée ou externe, celui-ci n'a plus qu'à convertir les ondes-radios en données et celles-ci pourront être lues par un logiciel RFID. [3]

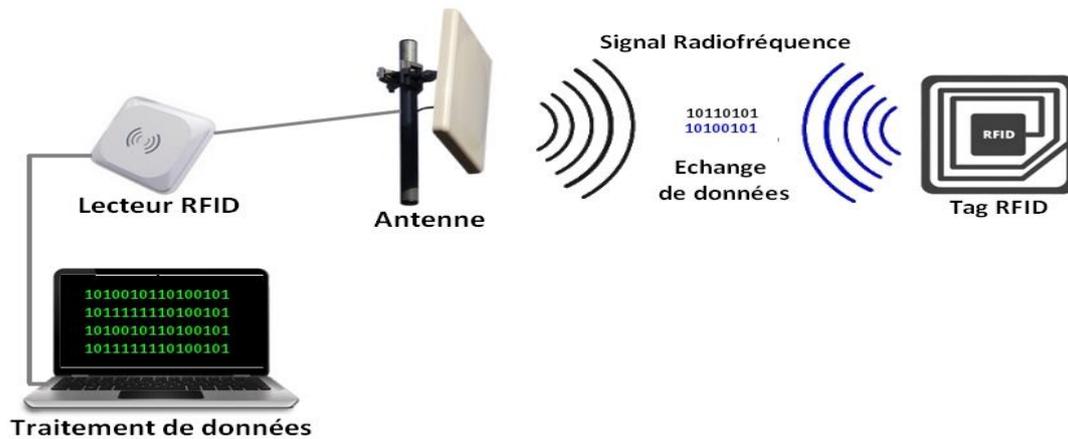


Figure I. 1 : Modalisation d'un système RFID.

I.4 Topologie d'un système RFID

Après avoir présenté le principe de fonctionnement de cette technologie, nous présenterons les composants du système RFID.

Un système RFID se compose de deux éléments : l'étiquette (tag) et le lecteur.^[4]

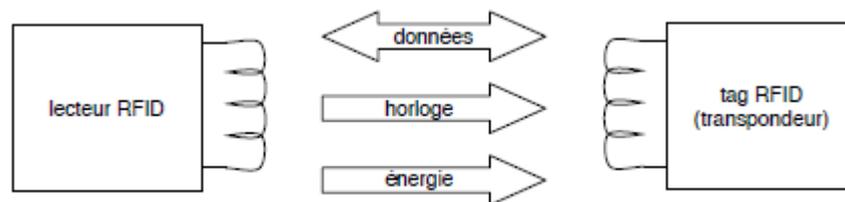


Figure I. 2 : Schéma synoptique d'un système RFID.

I.4.1 Le lecteur RFID

Le lecteur RFID est un ensemble d'équipements fixes ou mobiles, constitué essentiellement d'une antenne et d'un module RF. Dès lors que le tag se retrouve dans la zone d'action du lecteur, une énergie est fournie au tag pour qu'il puisse fonctionner. Il envoie des commandes spécifiques et reçoit en retour des informations contenues dans la puce. Dans un autre cas de figure le lecteur peut lire et écrire, ainsi les informations reçues sont envoyées vers un autre dispositif qui va se charger du traitement des données (ordinateur). Les fréquences utilisées sont variables et dépendent du type d'application. On distingue deux types de lecteurs:

- **Lecteur fixe** : il est monté de manière fixe, sous forme de bornes ou bien de portiques.
- **Lecteur mobile** : prend l'apparence d'un flasher. Dans ce cas c'est le lecteur qui se déplace donc plus besoin de déplacer le tag.

Le choix d'un lecteur est très important. Il varie suivant la fréquence d'utilisation et la puissance (champ d'action). [5]

Il existe aussi deux mode de lecteurs RFID:

- **Lecteurs RFID en lecture seule:** comme leur nom l'indique, ces appareils peuvent uniquement interroger ou lire les informations d'une étiquette RFID à proximité. Ces lecteurs se trouvent dans les applications fixes de papeterie ainsi que dans les variétés portables et mobiles.
- **Lecteurs RFID en lecture-écriture:** également appelés encodeurs, ces appareils lisent et écrivent (modifient) des informations dans une étiquette RFID. Plusieurs codeurs RFID peuvent être utilisés pour programmer des informations dans une étiquette RFID "vierge". Une application courante consiste à combiner un tel lecteur RFID avec une imprimante de codes à barres pour imprimer des "étiquettes intelligentes". Les étiquettes intelligentes contiennent un code à barres UPC à l'avant avec une étiquette RFID intégrée à l'arrière. [6]



Figure I. 3 : Lecteur mobile.



Figure I. 4: Lecteur fixe.

I.4.2 Le tag RFID

Le tag RFID est un circuit électronique qui comprend une puce et une antenne et qui répond aux commandes émises par le lecteur. Il y a deux catégories : actives et passive. Le tag actif fournit lui-même son énergie à travers une batterie, le passif convertit le signal reçu en énergie afin de l'utiliser pour transmettre.

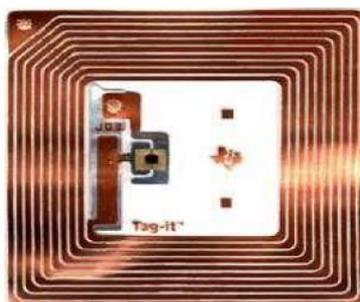


Figure I. 5: Circuit d'un tag RFID

I.5 Les types de tag RFID

L'étiquette radiofréquence est composée d'une puce (en anglais « *chip* ») reliée à une antenne, toutes deux encapsulées dans un support

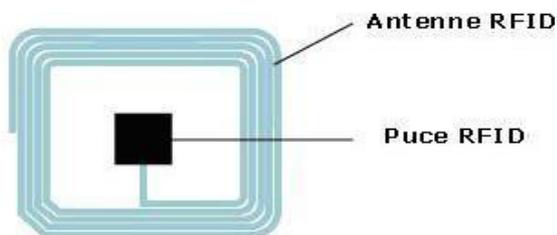


Figure I. 6: Schéma d'un tag RFID

Il existe trois grandes familles d'étiquettes RFID : les étiquettes passives, les étiquettes semi-passives et les étiquettes actives. [7]

I.5.1 Tag actif

Son alimentation provient d'une source interne qui se dessine sous forme d'une batterie, d'une pile, etc. Ceci peut effectivement augmenter la portée du signal et ainsi communiquer avec un type de lecteur de faible puissance et à des distances de 20 à 100 mètres environ. De ce fait, on parle d'identification active lorsque l'étiquette elle-même est active.

L'avantage principal de ce type de tag réside dans le fait que le tag n'est pas forcément obligé d'être à proximité du lecteur.

I.5.2 Tag passif

Comparé au tag actif, le tag passif est moins coûteux et peut être de plus petite dimension. Quand le tag reçoit un signal électromagnétique, il emmagasine l'énergie dans un condensateur embarqué (on-board capacitor) et ce processus est appelé couplage inductif. Quand le condensateur est suffisamment chargé, il alimente le circuit du tag qui transmet à son tour un signal modulé au récepteur (lecteur) qui comprend des informations contenues dans le tag.

La communication entre les deux dispositifs utilise deux méthodes pour moduler le signal à transmettre.

Les étiquettes passives peuvent être emballées de différentes manières, en fonction des exigences spécifiques de l'application RFID. Par exemple, ils peuvent être montés sur un substrat, ou pris en sandwich entre une couche adhésive et une étiquette en papier pour créer des étiquettes RFID intelligentes. Des étiquettes passives peuvent également être incorporées dans une variété de dispositifs ou d'emballages pour rendre l'étiquette résistante aux températures extrêmes ou aux produits chimiques agressifs.

I.5.3 Tag semi-passif

Les tags semi-passifs sont un compromis entre les tags actifs et les tags passifs. Ils disposent comme les tags actifs de sources d'alimentation qui leur sont propres. Ce type de tag est généralement d'une conception simple. Ces tags sont plus robustes et plus rapides en lecture et en transmission que les tags passifs, mais ils sont aussi plus chers. [8]

Tableau I. 1: les types des tag RFID.

	Active RFID	Passive RFID	Semi-Passive RFID
source d'alimentation d'étiquette	Source d'alimentation interne	Énergie transférée depuis le lecteur via les RF	L'étiquette utilise une source d'alimentation interne pour la mise sous tension, et l'énergie transférée depuis le lecteur via la rétrodiffusion RF
Batterie d'étiquette	Oui	Non	Oui
Disponibilité de la puissance de l'étiquette	Continue	Seulement dans le champ de lecteur	Seulement dans le champ de lecteur
Puissance du signal requise du lecteur à l'étiquette	Très faible	Très élevée	Moyenne
Puissance du signal disponible du lecteur à l'étiquette	Élevée	Très faible	Moyenne
Distance de communication	Longue distance (100m ou plus)	Courte (distance jusqu'à 10m)	Moyenne (jusqu'à 100m)
Capacité du capteur	Pouvoir surveiller et enregistrer continuellement les entrées du capteur	Capacité de lecture et transfert des valeurs des capteurs uniquement lorsque l'étiquette est alimentée par le lecteur	Capacité de lecture et transfert des valeurs des capteurs uniquement à la réception d'un signal RF du lecteur

I.6 Les fréquences allouées

Le système RFID utilise le canal hertzien pour ses communications. Il doit donc respecter quelques réglementations. La norme RFID fait l'objet de plusieurs études qui ont pour objectif déterminer des normes d'émission radiofréquences, cette gamme de fréquence est de type ISM (Industrial Scientific Medical frequency range). On les classe ainsi en trois catégories ^[9]:

- BF : pour des fréquences inférieures à 135 KHz
- HF : Pour des fréquences qui avoisinent les 13.56 MHz
- UHF : Pour des fréquences autour de 434 MHz, de 869-915 MHz, 2.45 GHz

Une fréquence plus élevée présente l'avantage de permettre un échange d'informations (entre le lecteur et marqueur) à des débits plus importants qu'en basse fréquence. Les débits importants permettent l'implémentation de nouvelles

fonctionnalités au sein des marqueurs comme la cryptographie ou encore l'anticollision. Cependant, une fréquence plus basse bénéficiera d'une meilleure pénétration dans la matière. ^[10]

1.6.1 Le choix des fréquences

La RFID s'est vue attribuée un certain nombre de fréquences classées en trois groupes^[11]:

- **Basses fréquences** : 100 à 500 KHz avec une distance de lecture de quelques centimètres ;fréquences particulièrement utilisées en milieux industriels ainsi que pour le suivi animalier. Elles permettent une lecture en tout milieu mais à courte distance (quelques décimètres au maximum).
- **Hautes fréquences** : 10 a 15 MHz avec une distance de lecture de 50 a 80 cm ; il s'agit de fréquences particulièrement utilisées en suivi de flux logistiques des bibliothèques et en contrôle d'accès. Ces fréquences permettent une lecture a moyenne distance (de l'ordre d'un mètre), mais elles sont plus sensibles aux présences proches des métaux ou des liquides.
- **Ultra Hautes fréquences** : de 850 - 950 MHz à 2,4 - 5,8 GHz pour une distance de lecture de plusieurs mètres (sachant que la distance peut être réduite par la présence du métal). Ces fréquences conviendront particulièrement au suivi des flux logistiques. Ces fréquences récemment disponibles sont porteuses d'espoir pour atteindre des distances attendues de l'ordre de quelques mètres. Mais, elles sont beaucoup plus sensibles aux présences des métaux ou des liquides.

1.6.2 Régulations et normes RFID

Pour être largement acceptée, toute technologie exige une sorte de normes et de règlements qui fournissent des lignes directrices pour la conception, la fabrication et l'utilisation de la technologie.

La normalisation des protocoles de communication entre étiquettes et lecteurs s'inscrit dans le cadre d'un comité technique commun à l'**ISO** (International Organization for Standardization) et à **EPC Global**.

I.6.2.1 Standard EPC Global

EPC Global développe des standards uniquement pour les applications d'identification des objets. Ces normes gèrent, en plus des spécifications techniques, la structure des données et donc l'allocation des numéros d'identification spécifiques à chaque tag. ^[12]

I.6.2.2 Standard ISO

ISO (Organisation internationale de normalisation) est le plus grand organisme de normalisation au monde basée à Genève. Cette organisation s'est intéressée à la RFID afin de définir les règles à respecter par les étiquettes destinées à la traçabilité d'objets, et cela dans les principales gammes de fréquences. ^[13]

Les normes relatives aux protocoles de communication (air-interface) ont pour désignation ^[14]:

- ISO 18000-1 : le vocabulaire.
- ISO 18000-2 : pour des fréquences de communication inférieures à 135 KHz.
- ISO 18000-3 : pour une fréquence de fonctionnement à 13,56 MHz.
- ISO 18000-4 : pour une fréquence de 2,45 GHz.
- ISO 18000-6 : pour des fréquences comprises entre 860 et 930 MHz.
- ISO 18000-7 : pour un fonctionnement en 433 MHz.

I. CHAPITRE I - LA RFID ET SES APPLICATIONS DANS LE DOMAINE DE LA SANTE

Tableau I. 2: les types des Fréquences RFID.

	Basses fréquences	Haute Fréquences	UHF	
Plage de fréquence	Inférieure à 135 kHz	13.56 MHz	868 MHz (UE), 915 MHz (États-Unis)	2,45 GHz, 5,8 GHz
Distance de lecture	Moins de 1 mètre	Jusqu'à 3 mètres	Jusqu'à 10, voire 100 mètres	Jusqu'à 3, voire 300 mètres
Type de connexion entre lecteur et transpondeur	Induction (champ proche)	Induction (champ proche)	Électromagnétique (champ lointain)	Électromagnétique (champ lointain)
Taux de transfert	Faible < 10kb/s	Élevé < 100kb/s	Élevé < 200kb/s	Très élevé < 200kb/s
Perturbation par les liquides	Faible	Faible	Très élevée	Très élevée
Perturbation par les métaux	OUI	OUI	Non	Non
Orientation nécessaire du transpondeur	NON	NON	Partiellement	Toujours
Normes ISO/EPC	11784/85 et 14223	14443, 15693 et 18000	14443, 15693 et 18000	18000
Supports de la puce du transpondeur (exemples)	Injections de verre, Étuis en plastique, Carte à puce, Smart label	Smart label, Transpondeur industriel	Smart label, Transpondeur industriel	Transpondeur de grand format
Domaine d'application	Contrôle d'accès et de routage, Anti-démarrage, Blanchisserie, Compteur de gaz, Identification des animaux	Blanchisserie, Billetterie, Suivi & traçabilité, Saisie simultanée de plusieurs tags	Stock, Logistique Enregistrement de palettes, Traçabilité de conteneurs	Identification de véhicules, Péages routiers
Acceptation	Monde entier	Monde entier	UE/États-Unis	Non accepté en UE

I.7 Avantages et Contraintes de la RFID

I.7.1 Avantages des étiquettes radio fréquence

Le besoin de présenter des services précieux aux clients et, tout en diminuant le coût des processus logistiques font partie des principaux objectifs de la gestion de la chaîne d'approvisionnement.

La technologie du code à barres dominante au cours du dernier siècle, tend à laisser de plus en plus la place à la technologie RFID. En effet, les avantages des étiquettes radio fréquence par rapport au code à barres sont:

- la capacité de mise à jour du contenu.
- une plus grande capacité de contenu.
- la vitesse de marquage.
- une sécurité d'accès au contenu.
- une plus grande durée de vie.
- une plus grande souplesse de positionnement.
- une meilleure protection aux conditions environnementales.

I.7.1.1 La capacité de mise à jour du contenu

A la différence du code à barres pour lequel les données sont figées une fois imprimée ou marquée, le contenu des données stockées dans une étiquette radio fréquence peut être modifié, augmenté ou diminué par les intervenants autorisés (étiquettes en lecture et écriture multiple).

I.7.2.1 Une plus grande capacité de contenu

Plusieurs codes à barres susceptibles de stocker des contenus importants de données sont apparus ces dernières années à savoir les codes à barres deux dimensions ou matriciels. Cependant leur utilisation dans des univers industriels ou logistiques reste problématique, car ils nécessitent des conditions d'impression et de lecture particulières. Les codes à barres couramment utilisés se limitent à des contenus de données inférieures à une cinquantaine de caractères.

Contrairement dans une étiquette radio fréquence une capacité de 1000 caractères est aisément stockable sur 1 mm², et peut atteindre sans difficulté particulière 10 000 caractères.

Dans une étiquette logistique apposée sur une palette, les différentes unités contenues et leurs quantités respectives pourront être enregistrées et lues.

I.7.1.3 La vitesse de marquage

Le code à barres dans un contexte logistique nécessite le plus souvent l'impression d'un support papier. La manipulation et la pose des étiquettes restent des opérations manuelles ou mécaniques. Les étiquettes radio fréquence peuvent être incluses dans le support de manutention ou dans les conditionnements dès l'origine. Les données concernant les objets contenues ou transportées sont écrites en une fraction de seconde au moment de la constitution de l'unité logistique ou de transport, sans manipulation supplémentaire.

I.7.1.4 Une sécurité d'accès au contenu

Comme tout support numérique, l'étiquette RFID peut être protégée par mot de passe en écriture ou en lecture. Les données peuvent être chiffrées. Dans une même étiquette, une partie de l'information peut être en accès libre, et l'autre protégée. Cette faculté fait de l'étiquette RFID, un outil adapté à la lutte contre le vol et la contrefaçon.

I.7.1.5 Une plus grande durée de vie

Dans les applications où un même objet peut être utilisé plusieurs fois, comme l'identification des supports de manutention, ou la consignation du contenant, une étiquette radio fréquence peut être réutilisée 1 000 000 de fois.

I.7.1.6 Une plus grande souplesse de positionnement

Pour permettre l'automatisation de la lecture des étiquettes code à barres logistiques, les organismes de standardisation ont défini des règles de positionnement sur les unités logistiques.

Avec l'étiquette radio fréquence, il est possible de s'abstraire des contraintes liées à la lecture optique, elle n'a pas besoin d'être vue. Il lui suffit d'entrer dans le champ du lecteur pour que sa présence soit détectée.

I.7.1.7 Une moindre sensibilité aux conditions environnementales

Les étiquettes RFID n'ont pas besoin d'être positionnées à l'extérieur de l'objet à identifier. Elles peuvent donc être mieux protégées des agressions liées aux stockages, aux manutentions ou au transport. De plus, leur principe de fonctionnement ne les rend pas sensibles aux souillures, ou taches diverses qui nuisent à l'utilisation du code à barres.

I.7.2 Contraintes des étiquettes radio fréquences

Les avantages décrits plus haut ne vont pas sans contraintes [15]:

- la perturbation par l'environnement physique.
- les perturbations induites par les étiquettes entre elles.
- la sensibilité aux ondes magnétiques parasites.
- les contraintes réglementaires liées à l'impact sur la santé.

I.7.2.1 La perturbation par l'environnement physique

La lecture des étiquettes radio fréquences est perturbée par la présence, par exemple, des métaux dans leur environnement immédiat. Des solutions doivent être proposées pour chaque cas afin de minimiser ces perturbations, comme cela a été fait par exemple pour l'identification des bouteilles de gaz.

I.7.2.2 Les perturbations induites par les étiquettes entre elles

Dans de nombreuses applications, plusieurs étiquettes radio fréquences peuvent se présenter en même temps dans le champ du lecteur volontairement ou involontairement. Ceci peut être voulu en magasin, au moment du passage à la caisse ou entre les portiques antivols.

Dans ce dernier cas il suffit de détecter un objet volé, soit une étiquette non inhibée par la caisse. La technologie le permet aujourd'hui.

C'est plus compliqué d'identifier et de lire le contenu de plusieurs étiquettes dans un champ spécifique, sans en oublier, pour ce faire les lecteurs on utilise des algorithmes ou des techniques d'anticollision.

I.7.2.3 La sensibilité aux ondes électromagnétiques parasites

Les systèmes de lecture RFID sont dans certaines circonstances sensibles aux ondes électromagnétiques parasites émises par des équipements informatiques (des

écrans d'ordinateurs) ou des systèmes d'éclairages plus généralement par les équipements électriques. Leur emploi doit donc être testé en tenant compte de l'environnement.

I.7.2.4 Les interrogations sur l'impact de la RFID sur la santé

Cette question fait débat depuis quelques années, concernant les portiques d'antivol et les téléphones portables en particulier.

Les étiquettes passives, elles-mêmes, ne présentent aucun risque quel que soit leur nombre puisqu'elles ne sont actives que lorsqu'elles se trouvent dans le champ d'un lecteur.

Les études portent donc essentiellement sur les lecteurs et visent à définir les critères de régulation de leur puissance d'émission afin d'éviter qu'ils ne créent des perturbations sur les équipements de santé tels que les pacemakers, mais aussi sur l'organisme humain.

I.7.2.5 Le respect des libertés individuelles

La technologie des étiquettes radio ou puces RFID fait actuellement l'objet de vives controverses aux Etats-Unis. Des associations de consommateurs et de défense des libertés accusent cette technologie de porter atteinte aux libertés individuelles. Ils demandent un moratoire sur le déploiement de ces technologies en attendant que des garde-fous juridiques soient établis.

Il faut dire qu'outre-Atlantique, le peu de protection juridique accordée aux consommateurs quant à leurs données personnelles amènent les citoyens à être particulièrement vigilants.

I.8 Applications générales de la RFID

Quelles applications pour la technologie RFID ? On constate que les systèmes RFID sont utilisés depuis plusieurs années, dans des applications relativement classiques. Récemment, les évolutions technologiques ont favorisé leur apparition dans des domaines moins classiques, ce qui soulève d'importantes questions relatives au respect de la vie privée, de la protection des données et des libertés individuelles.

La RFID est une technologie répandue dans le monde entier. Un des usages les plus évidents se situe dans les univers de la logistique et de la vente : les produits équipés d'une puce RFID peuvent être tracés de l'entrepôt au magasin (suivi industriel en chaîne de montage, inventaires...). Une fois le produit en rayon, la puce RFID devient à la fois un antivol et un système d'identification en caisse. La RFID est également beaucoup utilisée dans les bibliothèques pour la traçabilité et la protection des livres.

Mais ce ne sont pas les seuls usages qui sont faits de la technologie RFID. Parmi les plus connus, on peut citer ^[16]:

- Le contrôle d'accès.
- Les cartes de paiement sans contact.
- Les passeports.
- Les puces sous-cutanées des animaux domestiques.
- L'accès aux transports publics (le Pass Navigo parisien, par exemple).
- Dans le domaine d'éducation la technologie RFID peut améliorer les conditions d'enseignement et d'apprentissage.

D'autres utilisations sont plus innovantes, comme les cyber-vêtements (wearable computing) ou les objets communicants par exemple. Dans le cas d'une implémentation sur le corps humain (santé publique, communications électroniques...), la question de l'éthique et de l'intégrité physique se pose néanmoins. ^[17]

Avec le développement de la technologie RFID et de l'Internet des objets (IOT), la technologie RFID est largement utilisée dans différents domaines comme:

1.8.1 Logistique

Dans le secteur de la logistique, la technologie RFID peut remplacer les codes-barres. Les transpondeurs RFID permettent une identification claire de la marchandise tout au long de la chaîne de distribution et favorisent ainsi un suivi transparent du flux des marchandises. Les principaux domaines d'application sont la traçabilité, l'identification des objets et la localisation de la marchandise.

Le secteur de l'inventaire a tout à gagner à la mise en œuvre des processus basés sur le RFID. C'est aussi le cas de la gestion des conteneurs et du contrôle de qualité, par exemple dans la surveillance de la chaîne du froid. Les systèmes à couplage distant sont fréquents. On installe dans ce cas les transpondeurs directement sur l'emballage ou sur la palette de transport. La lecture se fait à l'aide de petits « scanners » à main ou de capteurs, placés généralement dans les encadrements de portes ou sur les pointes des fourches des chariots élévateurs. ^[18]

1.8.2 Gestion des stocks et des articles

Les tags RFID ont trouvé leur place non seulement dans le commerce de détail, mais aussi dans les bibliothèques, où elles jouent un rôle important dans la gestion des produits et des stocks. L'avantage de la technologie RFID, comparée à d'autres systèmes de saisie plus traditionnels, c'est la possibilité de pouvoir recourir à une saisie simultanée de plusieurs tags RFID. On utilise ce système par exemple lors de la restitution de livres dans les bibliothèques. Cette saisie simultanée permet par exemple d'identifier en une fois tous les livres empilés sur une table, sans avoir à scanner chaque livre individuellement. Les supermarchés ont aussi intérêt à miser sur des systèmes RFID, par exemple pour mieux gérer le flux des marchandises, pour le réassort, pour surveiller les produits dont la date de consommation est sur le point d'être dépassée. Ces techniques n'ont pas encore véritablement percé dans le secteur du commerce en détail, notamment pour des raisons de législation et de protection des données. ^[19]

1.8.3 Sécurisation de la marchandise

Dans la vente au détail, on a recours à des systèmes RFID pour la gestion de la marchandise mais aussi pour la sécurisation des produits. C'est dans l'industrie du textile que la technologie RFID a gagné le plus de terrain. On incorpore par couture ou par autre procédé des transpondeurs RFID dans les vêtements sous la forme d'étiquettes souples. Pour la sécurisation des produits, les étiquettes RFID sont généralement ajoutées aux produits déjà au cours du processus de fabrication. Elles sont donc discrètes, efficaces et plus économiques que d'autres antivol électroniques. Les autorités de protection des données restent cependant critiques à l'égard des systèmes de gestion de marchandises par RFID, entre autres parce que

les puces intégrées dans les produits continuent à être lisibles par le client après l'achat du produit. ^[20]

1.8.4 Production

Le recours à des systèmes RFID dans le cadre de la production concerne autant la traçabilité des produits et des matériaux que l'automatisation des chaînes de production. L'utilisation de la technologie RFID ne vise pas seulement à accélérer les processus de fabrication, mais aussi à améliorer la sécurité sur les postes de travail et à contrôler la qualité de la production. L'idée consiste à doter chaque produit (ou composant de produit) d'une puce permettant une identification univoque, mais contenant également des informations quant à la fabrication, au montage, à l'entretien et à son recyclage. La technologie RFID, associée à l'IoT (l'Internet des objets) fait partie des éléments de base qui constitue le Smart Factory dans la vision de l'Industrie 4.0. ^[21]

1.8.5 Identification des véhicules

Une application possible du système RFID à longue portée est l'identification des véhicules, par exemple dans le cadre du contrôle d'accès, des péages routiers, des contrôles de vitesses, des offres d'autopartage ou de la gestion du stationnement. On pourrait envisager des plaques minéralogiques avec puce RFID (les plaques IDePlates) en remplacement ou en complément des plaques d'immatriculation actuelles.

De cette manière, on pourra utiliser la puce RFID pour régler le plein à la station-service ou le péage en passant simplement devant une borne. ^[22]

1.8.6 La contrefaçon et le piratage commercial

La technique RFID pourra servir à lutter contre le piratage commercial ou aider à compléter d'autres mesures de sécurité, comme les hologrammes optiques ou les numéros de série. Il existe par exemple un étiquetage consistant à intégrer discrètement des transpondeurs RFID passifs dans les produits au moment de leur production.

De telles étiquettes permettent d'identifier sans ambiguïté des produits de marques tout au long de la chaîne de distribution, et de contrôler au besoin

l'authenticité d'un article. Si vous avez installé un système RFID capable de lire simultanément un grand nombre d'étiquettes, vous pourrez procéder à une vérification rapide, même dans un lot important de marchandises. Pour empêcher toute falsification des informations enregistrées sur la puce du transpondeur, il est conseillé de recourir à des procédés de cryptage. On peut aussi envisager que le consommateur puisse effectuer lui-même ce contrôle, par exemple avec son smartphone. ^[23]

1.8.7 Identification des animaux

L'identification du bétail est aussi un secteur dans lequel les transpondeurs RFID trouvent toute leur place, notamment sous la forme de puces implantées directement sous la peau, et qui permettent d'identifier du bétail ou des animaux de compagnie. La technologie RFID permet ici de remplacer les colliers ou les boucles auriculaires. ^[24]

1.8.8 Cartes de paiement

Le RFID est aussi la technologie sur laquelle s'appuient les moyens de paiement sans contact, par puce électronique ou Smart Device. Pour des raisons de sécurité, le transfert de données se fait dans le cadre d'un couplage rapproché. La communication en champ proche NFC (Near Field Communication) est devenue le standard international en matière de transfert de données. Parmi les principaux utilisateurs de la technologie sans contact NFC, on trouve Girogo, Paypass, Visa PayWave, Apple Pay et Google Pay. ^[25]

1.9 Applications de la RFID dans la santé

1.9.1 Introduction

Les technologies d'identification par radiofréquences (RFID) connaissent un développement rapide et les soins de santé devraient être l'un de ses principaux domaines de croissance.

Après une présentation de la technologie RFID et ses normes actuelles, ce paragraphe décrit comment cette technologie émergente peut être utilisée dans un service hospitalier et le domaine de la santé en général.

Les gestionnaires hospitaliers sont désormais confrontés à gérer un nombre croissant de ressources matérielle et humaine, ce qui rends les plans d'allocations habituels moins efficaces. [26]

Nous allons montrer comment les technologies d'identification par radiofréquence(RFID) peuvent contribuer à construire un hôpital intelligent en optimisant les processus métier, en réduisant erreurs et améliorer la sécurité des patients.

En santé, les systèmes RFID sont généralement combinés avec d'autres technologies telles que Bluetooth, appareils mobiles et capteurs pour différentes fins.

Les étiquettes RFID passives sont principalement utilisées pour l'identification des patients et l'authentification des médicaments, tandis que ces dernières sont principalement utilisées à des fins de suivi. [27] Le système d'information de santé (SIS) permet via un middleware de gérer le transfert d'information des tags.

Avantages et facteurs de succès de l'adoption de la RFID sont : [28]

- Support à la gestion, intégration des données collectées, coordination entre les départements et services.
- Amélioration de la sécurité des patients (identification, système de surveillance des patients, marquage des instruments chirurgicaux, sécurité du nouveau-né, système de gestion des échantillons, accélération du traitement médical.

- Amélioration de l'efficacité opérationnelle (meilleure gestion d'instruments médicaux).
- Éliminer ou réduire les erreurs cliniques, améliorer le flux de travail des médecins, des infirmières et des autres soignants, localiser en temps réel le personnel médical qui en est particulièrement digne, aider à prévenir les vols et habilitier les biens et les personnes suivis à l'hôpital.
- Réduire les coûts des soins de santé mais aussi faciliter l'automatisation et la rationalisation processus d'identification des patients dans les hôpitaux.
- Réduire les coûts et améliorer l'efficacité en suivi des actifs et des personnes, réduction des frais médicaux et les erreurs pour améliorer la sécurité des patients et sauver des vies.

Tableau I. 3: Les essais, pilotes et applications RFID par pays.

Pays	Application santé					
	Sécurité des patients	Gestion des approvisionnements	Qualité des soins	Pharmaceutique	Soutien au personnel	Gestion des actifs
Etas-Unis	✓		✓	✓		✓
Allemagne	✓					✓
Taiwan	✓				✓	
Suisse	✓		✓	✓		
Canada			✓	✓		
République Tchèque	✓		✓	✓		
Inde			✓			
Italie	✓					
Pays-Bas	✓	✓				
Royaume-Uni	✓	✓				

I.9.2 Vers un hôpital intelligent

Dans un hôpital intelligent, toutes les ressources représentant le flux physique doivent être « Tagué»:

- L'équipement médical doit intégrer des étiquettes RFID. Dans le meilleur des cas, les balises devraient être placés dans les dispositifs par le fabricant et doivent contenir un identifiant unique mondial.
- Les médecins, infirmières, soignants et autres membres du personnel portent un « badge intelligent» contenant leur numéro d'identification d'employé.
- À son arrivée, chaque patient reçoit un bracelet avec une étiquette RFID intégrée stockant un identifiant unique et certaines informations le concernant (par exemple une photo numérique, un code patient, etc.)
- Tous les antécédents médicaux des patients (alias dossiers médicaux papier) et autres documents sont étiquetés avec des étiquettes RFID autocollantes contenant un numéro unique.
- Les plaquettes alvéolées et autres emballages de médicaments contiennent tous des étiquettes RFID. Ces transpondeurs devraient de préférence être conformes aux normes EPC.
- Les poches de sang sont attachées avec une étiquette RFID autocollante détenant un identifiant, le numéro de suivi de l'hôpital et quelques informations importantes sur le contenu et le type de sang. De plus, les lecteurs RFID sont placés à des endroits stratégiques de l'hôpital:
 - Des portes RFID sont disposées aux entrées et sorties de l'hôpital.
 - Chaque salle d'opération contient au moins un lecteur RFID.
 - Les capteurs RFID sont placés dans des galeries stratégiques et des bureaux importants. Dans le meilleur des cas, chaque bureau doit contenir un lecteur RFID: soit placé à côté de la porte, soit sous les bureaux.
 - Les membres du personnel (médecins, infirmières, soignants et autres employés) ont chacun un ordinateur de poche (PDA, téléphone portable, etc.) équipé d'un lecteur RFID et éventuellement avec une connexion sans fil (par exemple WiFi) au Web.

I. CHAPITRE I - LA RFID ET SES APPLICATIONS DANS LE DOMAINE DE LA SANTE

Tableau I. 4: Liste des domaines les plus pertinents pour les applications RFID dans les soins de santé.

Années	2004	2005-2010	2011-
Utilisations principales	<p>Prévention des erreurs de produits [dose de médicament, sang correct et traitement, mère / décalage bébé, etc.]</p> <p>Marquage des patients pour prévention des erreurs, Localisation du personnel / personnel alarmes, Localisation des actifs</p>	<p>Prévention des erreurs des produits maintenant y compris les connexions Luer automatiques et pièces,</p> <p>Marquage des patients pour la prévention des erreurs, Localisation du personnel / alarmes / tags du personnel qui enregistrent les incidents, Localisation atouts / inventaire rapide et précis</p> <p>Prévention contre le vol, Contrôle des coûts, Procédures d'enregistrement [par exemple pour la défense des poursuites]</p> <p>Surveillance de la conformité des essais de médicaments / incitation, études comportementales pour optimiser les opérations, Pharmaceutique anti-contrefaçon</p>	<p>Prévention des erreurs de produits Marquage des patients pour prévention des erreurs, Localisation du personnel / alarmes du personnel, Localisation des visiteurs / alarmes des visiteurs / file d'attente virtuelle</p> <p>Localisation des actifs / inventaire rapide et précis, Prévention contre le vol, Contrôle des coûts, Procédures d'enregistrement [par exemple pour la défense des poursuites]</p> <p>Surveillance / incitation à la conformité des sentiers de drogue [prendre de la drogue]</p> <p>Surveillance / incitation à la conformité des essais de médicaments</p> <p>Surveillance / incitation à l'observance du patient [prendre de la drogue]</p> <p>Comportemental étudié pour optimiser les opérations, Pharmaceutique Ant-contrefaçon Track and trace of la plupart des médicaments, consommables et actifs</p>

I.10 cas d'utilisation de la RFID dans le domaine de santé

I.10.1 Applications pharmaceutiques

L'industrie pharmaceutique est l'une des principales industries qui traite directement des soins de santé des êtres humains et des animaux. Les principales activités de cette industrie sont deux, à savoir: fabrication de médicaments et distribution de produits manufacturés au public. Dans l'industrie pharmaceutique, contrairement à d'autres industries, par exemple des chaussures, des vêtements, etc., où des marchandises présentant de légers défauts peuvent également être vendus légalement, à un prix légèrement réduit, les médicaments défectueux ou de qualité inférieure ne peuvent être vendus sur le marché. Par conséquent, tous les médicaments vendus doivent répondre à certains paramètres de qualité acceptés. Ces paramètres ou caractéristiques sont les suivants: identité, force, sécurité et pureté. Chaque médicament doit répondre à ces exigences, étant donné que ces paramètres fourniront l'efficacité souhaitée au produit fini. ^[29]

Parmi ces quatre paramètres, « IDENTITÉ » est la caractéristique la plus importante du produit pharmaceutique. L'Identité fait référence à une identification correcte et opportune du produit.

I.10.1.1 Contrefaçon de médicaments

D'après l'enquête de l'OMS, 5 à 8% des produits pharmaceutiques mondiaux sont contrefaits. Dans certains pays, le pourcentage de médicaments contrefaits est nettement plus élevé (entre 25 et 50%). L'industrie pharmaceutique rapporte qu'elle perd environ 2 milliards de dollars par an en raison de médicaments contrefaits. Les étiquettes RFID peuvent aider à détecter les produits contrefaits, falsifiés ou substitués et inacceptables (c'est-à-dire périmés, jetés, retournés, rappelés, etc.) ^[30]

I.10.1.2 Gestion des stocks

Les fabricants et les distributeurs ont besoin d'une meilleure visibilité pour obtenir un compte précis de l'inventaire. Les professionnels de la santé gardent souvent des stocks tampons pour éviter les ruptures de stock. Une visibilité accrue des stocks pourrait réduire les stocks tampons en substituant les connaissances à l'inventaire, réduisant ainsi le coût total des stocks. ^[31]

I.10.1.3 Essais cliniques

Le processus d'approbation des médicaments pharmaceutiques est rigoureux et dépend d'une documentation méticuleuse. Au fur et à mesure que de nouveaux médicaments passent par la phase d'essai clinique, il est essentiel de suivre avec précision l'utilisation des patients. La technologie RFID peut améliorer le suivi de l'utilisation des médicaments tout au long des protocoles de test en phase clinique.^[32]

Avantages de la RFID dans les Applications pharmaceutiques

Il a été établi que la RFID peut aider à réduire la contrefaçon, à améliorer la sécurité des patients et à accroître l'efficacité de la gestion pharmaceutique, qui ont tous le potentiel de réduire les coûts pharmaceutiques. De plus, les erreurs de médication peuvent être considérablement réduites. Cependant, la mise en œuvre de la RFID seule n'est pas suffisante. La technologie RFID doit être intégrée au flux de travail et à l'infrastructure informatique existante dans l'entreprise. De plus, la technologie RFID mise en œuvre par une entreprise doit être interopérable avec les systèmes RFID des entreprises partenaires, et les fabricants veulent une norme à travers le monde, pas plusieurs systèmes et des réglementations et des normes variables ou incohérentes.^[33]

Contrainte de la RFID dans les Applications pharmaceutiques

- **Normes de l'industrie**

Que les industriels adoptent des codes de produit 128 bits ou des codes 256 bits, qu'ils diffusent à 867 MHz ou 915 MHz et s'ils utilisent un lecteur d'étiquettes standard sont toutes des questions à traiter avant un déploiement mondial. En raison du spectre radio différent et les restrictions dans le monde, la tâche de développer des normes qui conviennent à toutes les parties sont difficiles.

- **Problèmes techniques**

Les ondes radio utilisées par les étiquettes RFID (Ultra High Fréquence) sont absorbées par l'eau et réfléchies par le métal. C'est un problème pour des applications où l'emballage est en métal ou des produits à base d'eau, toutes les deux caractéristiques de l'industrie pharmaceutique. Les lecteurs peuvent présenter des problèmes avec des milliers de balises en étroite proximité, ce qui poserait un

problème lors de la tentative de mettre en œuvre le suivi des médicaments au niveau des articles.

- **Problèmes de base des données**

Au fur et mesure que des balises passent par des lecteurs, une quantité de données s'accumuleraient et les questions concernant qui stocke ces données, comment ils les stockent et ce qu'ils en font été très importantes.

I.10.2 Applications Médicale dans un service hospitalier

I.10.2.1 Dispositif médical et suivi des actifs

- ❖ **Problèmes**

Les soins aux patients sont retardés ou interrompus pendant que le personnel recherche le matériel nécessaire. Les actifs de grande valeur (fauteuils roulants, pompes intraveineuses, instruments, lits, etc.) se déplacent sans trace dans l'installation, sans pouvoir clairement déterminer l'emplacement des actifs. Le renouvellement du lit et de l'équipement est essentiel à un fonctionnement efficace et il est difficile à suivre. L'équipement est parfois thésaurisé ou accidentellement perdu dans les zones d'élimination du linge ou des déchets.

- ❖ **Visibilité contenue avec la RFID**

La plupart des fournisseurs n'ont pas besoin de rapports constants sur l'emplacement exact de l'actif, mais doivent connaître le mouvement et avoir la possibilité de suivre où va l'actif. Les lecteurs RFID installés à des emplacements stratégiques à fort trafic détectent et horodatent le mouvement des actifs critiques étiquetés, ce qui leur permet d'être rapidement localisés en fonction de leur dernier emplacement connu. Le niveau de détail de l'emplacement peut être sélectionné en fonction du nombre et de l'emplacement des lecteurs et des antennes utilisées.

- ❖ **Perspectives**

La RFID a un fort potentiel d'application pour la gestion des équipements médicaux. Les étiquettes sur les instruments et les lecteurs sur les chambres de stérilisation et les armoires de stockage peuvent valider un nettoyage approprié et aider à localiser rapidement les instruments nécessaires et à déterminer leur aptitude à l'emploi.

La FDA exige que les entreprises de dispositifs médicaux soient en mesure d'identifier chaque unité par numéro de série. Les entreprises de dispositifs médicaux doivent mieux contrôler implants en consignment auprès des hôpitaux car des retours peuvent se produire plus de 50% du temps.

Technologie RFID qui améliore la visibilité des retours pourrait permettre un redéploiement plus rapide ; l'entreprise saurait plus tôt quand un produit non utilisé pourrait être revenu.

Les instruments chirurgicaux et autres appareils doivent être correctement nettoyés et emballés entre les utilisations. Les tags sur les instruments et les lecteurs sur les chambres de stérilisation et les armoires de stockage peuvent valider le nettoyage et aider à localiser les instruments nécessaires. Comme les dispositifs médicaux sont souvent montés sur des chariots portables, des étiquettes intelligentes placées sur les appareils et les lecteurs installés dans les portes peuvent permettre au personnel de localiser rapidement une pièce d'équipement cruciale et immédiatement déterminer son aptitude à l'emploi. De même, la maintenance préventive des équipements pourrait être suivie plus précisément. ^[34]

❖ **Avantages**

- L'équipement d'urgence et de soins intensifs peut être rapidement localisé, améliorant les soins aux patients et la productivité du personnel.
- Les domaines de spécialité peuvent compter sur les équipements nécessaires, tels que les défibrillateurs pour les cas d'urgence ambulatoire ou les thermomètres et les brassards de pression sanguine dans les zones d'admission. Savoir quand des lits, des fauteuils roulants et d'autres équipements sont disponibles, ce qui permet un roulement plus rapide du patient / de la chambre et une augmentation du rendement.
- Moins d'équipement perdu ou égaré, ce qui entraîne un contrôle des actifs plus étroit et des coûts de remplacement plus bas.
- Les chariots de cas peuvent être suivis tout au long du cycle de vie du boîtier chirurgical - en commençant par l'affectation d'un chariot à un cas, en passant par l'inventaire du contenu, l'emplacement, l'état, le nettoyage et enfin, la stérilisation - pour garantir qu'aucune étape critique ne soit manquée.
- Système automatisé de rapidité de répartition des demandes et de la livraison des équipements.

- Les données recueillies aident le personnel à gérer les processus de flux d'équipements et la planification des ressources.
- Les fournisseurs peuvent facilement contrôler la conformité aux contrôles de sécurité requis par les normes (de la Joint Commission (JCAHO)), en utilisant les données collectées à l'aide de la RFID. ^[35]

I.10.2.2 Suivi des patients

❖ Problèmes

Une mauvaise identification des patients peut entraîner des erreurs médicales. Des soins importants peuvent être retardés et un temps clinique précieux perdu lorsqu'un patient quitte la chambre ou la zone. Les patients vulnérables, tels que les nourrissons ou ceux souffrant de troubles mentaux, peuvent s'éloigner.

❖ Visibilité contenue avec la RFID

Les bracelets étiquetés permettent une identification positive du patient (PPID) pour les médicaments et le traitement. Avec les bracelets RFID, les mouvements des patients peuvent également être surveillés et enregistrés discrètement lorsqu'ils passent par des lecteurs RFID aux principaux portails.

❖ Perspectives

Les hôpitaux et les services médicaux d'urgence (SMU) font face à des défis quotidiens, surtout lorsqu'ils répondent à des urgences. Si un patient est absent du lit d'hôpital ou de l'urgence ou reçoit un mauvais traitement en raison d'une mauvaise identification, la responsabilité incombe à l'organisme de santé. Les bracelets RFID facilitent le suivi et l'identification des patients ^[36]

Opter pour une surveillance de patients (épileptiques, cardiaque, diabète) à l'aide d'étiquettes RFID actives intégrées avec des capteurs améliore le traitement des patients post-chirurgicaux en évitant les coûts d'hospitalisation prolongés, optimise l'efficacité des services pour les patients âgés dans leur propre domicile, en garantissant leur indépendance ^[37]

❖ Avantages

- Les patients ambulatoires peuvent être suivis au fur et à mesure qu'ils se déplacent dans l'établissement, ce qui leur permet d'être rapidement localisés pour les traitements ou procédures programmés.

- La RFID permet une meilleure protection des patients vulnérables en émettant une alarme lorsque les patients quittent les zones désignées.
- Les patients munis de bracelets RFID n'ont pas besoin d'être bousculés ou déplacés pour obtenir une ligne de vue, comme requis avec les codes à barres.
- Des étiquettes d'identification temporaires pour les parents et les visiteurs vérifient le statut et les zones d'accès d'une personne - la maternité, les soins intensifs, etc.
- Les lecteurs RFID des principaux portails détectent automatiquement ceux qui entrent ou sortent d'une zone contrôlée et notent leur nom, leur statut et l'heure d'accès.

I.10.2.3 Suivi des documents et des fichiers de données

❖ Problèmes

Les fournisseurs ont la responsabilité réglementaire de protéger les dossiers des patients contre la perte ou l'accès non autorisé. Les documents papier et numériques doivent être strictement contrôlés. Les visiteurs, patients et autres personnels non hospitaliers peuvent avoir accès à des zones sensibles.

❖ Visibilité contenue avec la RFID

De nombreux documents et fichiers de données, notamment des graphiques, des ordonnances des médecins et des pharmacies, des rapports de laboratoire et des fichiers d'imagerie doivent circuler pour être utiles. Les lecteurs RFID fixes déployés aux points d'entrée et de sortie clés permettent aux fournisseurs d'offrir un accès limité mais sécurisé selon les besoins, tout en suivant l'accès à des fins de rapport de conformité. Et avec les lecteurs RFID portables, le personnel peut rechercher un dossier spécifique qui pourrait avoir été mal classé.

❖ Perspectives

La présence de transpondeurs dans les implants permet à la fois de stocker le dossier médical du patient et également de le localiser lorsqu'il présente des pathologies comme la maladie d'Alzheimer, allergies ...

La technologie RFID trouve d'innombrables applications dans les centres hospitaliers.

Ces applications couvrent la gestion des équipements, le suivi des dossiers médicaux, le suivi et l'identification de patients.

❖ Avantages

- L'accès clinique est assuré sans compromettre la confidentialité des patients.
- La conformité réglementaire est à la fois documentée et démontrée.
- Le mouvement des données est suivi à partir du moment où le document ou le fichier quitte sa zone de stockage jusqu'à ce qu'il soit retourné, ce qui facilite les investigations médico-légales.
- Contrairement à de nombreux autres types d'identification, la RFID est difficile à contrefaire, ce qui garantit une plus grande sécurité pour les informations sensibles.
- Les fichiers manquants peuvent être localisés plus facilement, ce qui réduit le temps nécessaire au personnel pour rechercher des documents.

I.10.2.4 Contrôle de l'inventaire (médicament et équipement)

❖ Problèmes

Les fournitures telles que consommables et les médicaments sont souvent mal placés, en rupture de stock ou périmés car il n'y a pas de système définitif pour surveiller les variations de stock. Les niveaux d'utilisation élevés et l'accès de plusieurs utilisateurs qui ne surveillent pas les niveaux de stock entraînent des inventaires inexacts et des commandes urgentes inutiles pour répondre aux besoins des patients.

❖ Visibilité contenue avec la RFID

Les acheteurs doivent savoir quand divers consommables sont sur le point d'être renouvelés, avec une surveillance minimale du personnel. Les armoires et les réfrigérateurs compatibles RFID, ainsi que les lecteurs RFID fixes installés aux portes des salles d'approvisionnement, fournissent une surveillance automatisée et continue des niveaux de stock, avec des alertes émises lorsque les niveaux minimaux prédéfinis sont atteints. Les lecteurs RFID portables, qui fournissent une lecture immédiate des étiquettes RFID, permettent aux travailleurs d'effectuer des inventaires rapides et précis ou de rechercher des articles spécifiques qui pourraient être égarés dans la salle d'approvisionnement. Les armoires et les réfrigérateurs compatibles RFID peuvent également fournir un inventaire critique et une visibilité de l'approvisionnement.

❖ Perspectives

Les pharmaciens et les hôpitaux sont sous pression constante pour fournir des médicaments sûrs et efficaces aux patients. Ils sont sensibles à l'impact potentiel sur

les soins aux patients, et à l'augmentation des coûts causée par la difficulté et l'incapacité de s'approvisionner en produits au besoin. La pénurie des médicaments et la substitution de produits représentent tous des menaces potentielles pour la sécurité des patients.

La technologie la RFID, de suivi des médicaments, simplifierait le processus de fourniture des médicaments aux patients, réduisant ainsi le risque de pénurie de médicaments dans les hôpitaux et les pharmacies. ^[38]

❖ **Avantages**

- Un inventaire précis garantit que les fournitures essentielles sont disponibles pour les patients et n'ont pas besoin d'être commandées à des prix élevés.
- Grâce au décompte des stocks en temps réel, les stocks détenus dans l'inventaire peuvent être réduits sans risquer des ruptures de stock.
- Les fournitures étiquetées peuvent être lues lors de la dispensation et automatiquement facturés au patient pour garantir une facturation correcte.
- L'inventaire et la facturation des fournitures de laboratoire, internes et externes, peuvent être mieux gérés pour réduire les coûts de remplacement et augmenter les revenus.
- Les mises à jour automatisées de l'inventaire aident à réduire les fournitures perdues et volées, les consommables non chargés et les temps passés à localiser les fournitures.
- Des alertes automatisées sur les stocks de produits expirés sont envoyées aux acheteurs, ce qui permet une nouvelle commande en temps opportun.

I.10.2.5 Gestion des actifs informatiques de santé (Éviter le vol de matériel)

❖ **Problèmes**

L'équipement informatique et médical dans un environnement de fournisseur typique est mobile, donc l'inventaire physique prend beaucoup de temps. Le matériel égaré ou volé coûte cher, non seulement en raison du coût du matériel, mais aussi des coûts de recherche et de redéploiement. La perte d'équipement peut également signifier la perte de données; l'accès aux plates-formes informatiques pouvant

contenir des dossiers financiers ou cliniques doit être strictement contrôlé pour se conformer aux exigences réglementaires.

❖ **Visibilité contenue avec la RFID**

Les lecteurs RFID portables permettent d'effectuer des inventaires rapides et précis des serveurs, des périphériques de stockage et des supports et bandes de données fixes et amovibles. Les lecteurs RFID portables permettent également au personnel de rechercher un élément spécifique tel qu'une bande de données. Les lecteurs RFID fixes installés à des emplacements stratégiques à fort trafic créent des zones de visibilité qui permettent aux fournisseurs de garder un œil sur l'inventaire du serveur du centre de données, en identifiant le dernier emplacement des éléments étiquetés, y compris les ordinateurs portables, les postes de travail sur les chaises roulantes et d'autres équipements déployés tels que les serveurs, imprimantes et points d'accès sans fil. Les alertes du portail dissuadent également à ce que les équipements coûteux quittent l'installation.

❖ **Perspectives**

Il est bien connu que les hôpitaux possèdent un grand nombre d'équipements médicaux coûteux. Ce qui est moins connu à ce sujet, c'est qu'une partie de cet équipement est régulièrement volée. Par exemple, selon une enquête plus de 155 000 e de matériel ont été volé en 2005 dans onze hôpitaux du Royaume-Uni. ^[39]

Une fois de plus, l'identification par radiofréquence peut aider à trouver une solution à ce grave problème. En effet, comme les étiquettes RFID sont intégrées dans l'équipement médical des, il est possible de le suivre et de le retracer.

❖ **Avantages**

- L'équipement informatique ou médical est facilement localisé pour un service plus rapide et une sécurité améliorée.
- La RFID suit les serveurs de données et les bandes de stockage pour assurer une sécurité et une comptabilité appropriées.
- Une base de données d'actifs précise facilite également le déploiement cohérent des mises à niveau et des mises à jour de sécurité requises.

- Les interruptions de travail dus à des éléments manquants ou des données manquantes sont efficacement éliminées.
- Le temps nécessaire pour inventorier les actifs informatiques peut être réduit à des heures au lieu de jours ou de semaines.
- La RFID aide à gagner du temps et des vies en localisant les équipements et en empêchant les vols, ce qui permet également d'économiser de l'argent.

I.10.3 Autres applications de soins de santé RFID

I.10.3.1 Suivi du sang

Un rapport récent souligne que les erreurs de mauvaise transfusion ^[40] (c'est-à-dire la transfusion d'un mauvais type de sang au mauvais patient) sont fréquentes et néfastes. Dans l'environnement transfusionnel, l'identification erronée est la plus fréquente cause d'erreurs de transfusion entraînant la mort. ^[41]

Les mauvaises transfusions résultent généralement d'une erreur commise au chevet du patient juste avant la transfusion. Des études ont documenté que de telles erreurs sont plus susceptibles de se reproduire chez les patients chirurgicaux. Actuellement, le contrôle du chevet est effectué par des humains utilisant des informations lisibles par les yeux, et dans les salles d'opération, cette tâche est particulièrement difficile. En effet, le sang est souvent donné dans des circonstances d'extrême urgence. Les patients sont inconscients pendant la transfusion et ne peuvent pas donner leur nom, et les soignants dans les salles d'opération peuvent ne pas « connaître » le patient.

La technologie RFID n'a pas les problèmes pratiques des codes à barres, et récemment plusieurs hôpitaux ont déployé des programmes pilotes utilisant cette technologie pour suivre les poches de sang et enregistrer les transfusions et s'assurer que du sang correct est donné à chaque patient.

Chaque sac de sang arrivant à l'hôpital obtient une étiquette RFID autocollante. Cette puce a de la mémoire pour stocker une identification unique et des informations sur le groupe sanguin contenu. Ces numéros sont également enregistrés dans une base de données sécurisée contenant des détails sur l'origine du sang, sa destination et, une fois dispensé, son destinataire. Lorsqu'une infirmière souhaite préparer une transfusion sanguine, elle utilise un PDA équipé d'un lecteur

pour lire les données encodées sur la puce RFID de la poche de sang et sur le bracelet d'identification du patient. Les données du patient et de la poche doivent correspondre avant que le sang puisse être utilisé. Avec cette solution, le processus global de gestion des poches de sang est facilité avec moins de temps. De plus, le risque que les patients reçoivent le mauvais type de sang est minimisé.

I.10.3.2 Distributeur de vêtements automatique dans les hôpitaux

Devant le nombre croissant de tenues à gérer (remplacement progressif de la traditionnelle blouse par un ensemble petite blouse et pantalon) et compte tenu des options retenues (vêtements banalisés, distributeurs automatiques) un système de gestion par étiquettes RFID unique dans le milieu hospitalier Suisse a été mis en place.

Gérer quotidiennement la récupération, le lavage, le repassage puis la redistribution sur 3 sites et 10 lignes de distribution de plus de 10'000 pièces de linge de taille différentes qui doivent être coordonnées et retournées dans les établissements d'origine n'est pas une mince affaire.

Un tag RFID n'a pas besoin d'être accessible et visible par le lecteur pour être lu.

Les tags « anticollision » permettent la lecture simultanée de nombreuses étiquettes.

Le tag RFID s'accommode d'environnements industriels hostiles et offre ainsi une durée de vie importante (-50°C à +140°C, résistance à la pression jusqu'à 300 bars).

L'incrustation du tag RFID dans le produit est aisée, puisqu'il est surmoulé dans un matériau composite et peut être directement intégré lors de la fabrication du produit, soit sous forme de bouton, soit sous forme de pastille à insérer dans un poignet ou col de chemise. Il peut être aussi collé au moment du conditionnement.

Une gestion assez classique par lecture d'étiquettes code-barres, aurait pu, par une identification de chaque pièce, améliorer la gestion manuelle très longue et source de nombreuses erreurs, mais il était possible de faire mieux encore avec des investissements moins lourds pour éviter un travail qui serait resté semi-manuel.

D'autre part, la solution radiofréquence permettra aussi, par une meilleure gestion du linge, de diminuer de moitié le stock de pièces, d'allonger la durée de vie des vêtements et de garantir une qualité d'hygiène meilleure.

La technologie RFID a permis d'automatiser fortement la chaîne du linge et d'offrir au personnel hospitalier une disponibilité totale à toute heure du jour ou de la nuit. [42]



Figure I. 7: Distribution de vêtements automatique dans les hôpitaux par un tag RFID.

I.10.3.4 Suivi du nouveau-né

Dans la salle de maternité, la mère reçoit une étiquette RFID au moment de l'admission et une autre étiquette RFID est fournie au nouveau-né et fait un renvoi croisé entre les étiquettes pour éviter tout mélange mère-bébé. [43]

Au moment de la naissance, une étiquette RFID spécialement conçue est fixée solidement à la cheville du bébé et utilise les dernières technologies pour transmettre une ID unique au réseau local de lecteurs qui suit son emplacement. Tout mouvement non autorisé au-delà d'une zone définie déclenchera des alarmes et avertira le personnel ou verrouillera une sortie en approche. Un récepteur basse fréquence (LF) à l'intérieur de l'étiquette fonctionne avec un excitateur LF pour créer une alerte si une étiquette s'approche d'une sortie. La balise peut également utiliser la transmission infrarouge (IR) pour la détection au niveau de la pièce [44]

I.11 Besoin de suivi dans un hôpital

Il y a toujours une foule de choses et de gens qui se déplacent dans un hôpital qui ont besoin de suivi. Il y a des médecins, des infirmières, des patients et des visiteurs qui doivent être gardés suivi en cas d'urgence. [45]

Il y a du matériel à préserver des vols et puis il y a des médicaments qui doivent être donnés aux bons patients, en bonne quantité, au bon moment et avec les bons emballages. Aussi, il est important que le matériel choisi (avec sa construction spécifique) fonctionne bien en présence des fréquences utilisées par d'autres instruments médicaux et systèmes utilisés dans un hôpital pour éviter le potentiel d'interférence. [46]

Tableau I. 5: Examen des systèmes RFID pour la gestion et le suivi dans les hôpitaux.

Système RFID / Hôpital	Technologie RFID	Connectivité	Application
Bon Secours hospitals. Richmond, USA	HF RFID (13.56 MHz)	WLAN/hospital network	Localisation et suivi des actifs médicaux et patients
Multi-purpose hub application. A Coruña hospital, Spain	Hybrid system: NFC (13.56 MHz), UHF RFID (868 MHz).	WLAN	Gestion et suivi des patients et médicaments.
MASCAL. San Diego, USA	HF RFID (13.56 MHz)	WLAN	Gestion des ressources à un hôpital lors d'une messe situation des blessés.
RFID-based real-time location system (RTLS) Benjamin Rusell Hospital. Alabama, USA	Hybrid infrared/RFID system	WLAN/hospital network	Emplacement des articles médicaux nécessitant un entretien. Système d'appel infirmier
Liverpool Hospital. Liverpool, Australia	HF RFID (13.56 MHz)	WLAN/hospital network	Suivi des approvisionnements en sang et la gestion.

I.12 Défis de l'adoption de la RFID dans les soins de santé

Même s'il existe de nombreux avantages pour appliquer la RFID afin d'améliorer la sécurité des patients, la littérature a également identifié plusieurs défis affectant l'adoption de la RFID pour assurer la conformité des médicaments et suivre, identifier et surveiller les patients. Ces défis peuvent être organisés en trois catégories différentes

I.12.1 Défis technologiques

Il y a quelques limitations technologiques de la RFID, ce qui pose un défi pour l'adoption de la RFID en particulier dans les soins de santé. Les transmissions sans fil RFID peuvent provoquer des interférences électromagnétiques (EMI) avec les appareils médicaux.

Il s'agit d'un défi pour les applications RFID dans les soins de santé, car les EMI générés par les étiquettes RFID peuvent affecter de manière critique la performance des dispositifs médicaux électroniques et des équipements médicaux électroniques, qui constituent une menace pour le patient.

Un autre défi technologique de la RFID est lié à la précision et à la fiabilité des systèmes RFID. Comparé aux codes-barres (utilisés par la plupart des hôpitaux aujourd'hui), qui sont généralement fiables, les étiquettes RFID peuvent ne pas fonctionner comme prévu dans certaines situations ou avec certains produits.^[47]

La précision d'une lecture RFID dépend de facteurs tels que le placement de l'étiquette, la distance de lecture, l'objet étiquetés et angle de rotation, en plus de la présence d'articles contenant du liquide, des objets métalliques, qui n'aboutissent pas toujours à un taux de lecture RFID 100% précis.^[48]

I.12.2 Confidentialité

La technologie RFID a de nombreux détracteurs. Les militants de la protection de la vie privée soutiennent que la capacité sans précédent de suivre les mouvements d'objets sérialisés individuellement pourrait être inversée et utilisée pour suivre les personnes transportant ces objets. Certains défenseurs de la vie privée s'inquiètent du marquage des patients et du marquage des visiteurs. Mais les données personnelles stockées dans un serveur alimenté par RFID derrière un pare-feu sont plus sécurisées que le presse-papiers au bout d'un lit.

I.12.3 Sécurité

Les menaces à la vie privée et à la sécurité sont les facteurs qui ralentissent l'adoption de la RFID dans les soins de santé. En outre, les problèmes de sécurité s'intensifient de façon exponentielle lorsque les technologies RFID sont intégrées à des capteurs IoT centrés sur l'humain, ce qui peut affecter directement le bien-être de l'homme. Bien que la sécurité, la confidentialité et l'accès aux données soient primordiaux dans l'utilisation de la RFID dans les soins de santé, peu de recherches techniques ont abordé ces questions. Par conséquent, il y'a besoin de proposer des cadres pour relever ces défis dans le contexte des soins de santé. Les cadres proposés permettent de préserver la vie privée et la confidentialité des données du patient tout en accédant aux différents services de santé ^[49]

I.12.4 Normes radio et attribution de spectre

Bien que des normes RFID soient disponibles; il y a beaucoup d'incompatibilités les unes avec les autres. Les deux normes les plus pertinentes adoptées dans le monde entier sont: 13,56 MHz ISO18000-3 et UHF (860-960 MHz) ISO 18000-6. Il convient de noter que la norme de spectre UHF ISO-18000-6, bien qu'approuvée dans la plupart des pays par la législation locale, n'a pas encore été rendue entièrement disponible par les gouvernements pour des applications réelles. Cette situation bloque les initiatives et le développement du marché. ^[50]

I.12.5 Aspects juridiques

Il n'y a pas de directives ou de règles appropriées, ni du gouvernement, ni de l'industrie ou des parties prenantes concernant la collecte de données, la sécurité des données, la réutilisation des balises et des informations, la destruction des informations, la destruction des balises, la surveillance et l'authentification des données, la norme des équipements, etc.

Conclusion et pistes de recherche futures

L'adoption de la RFID dans les soins de santé ouvre de nombreuses opportunités pour améliorer la sécurité des patients. Cela comprend l'utilisation de la RFID pour l'identification des patients, le suivi des patients, la surveillance des patients et l'amélioration de l'observance des médicaments. La mise en œuvre de technologies RFID à ces fins peut réduire les risques d'erreurs médicales et humaines dans les hôpitaux et autres établissements de santé. Le taux d'adoption de la RFID dans les soins de santé est extrêmement faible, ce qui contredit les premières prédictions du début des années 2000, et l'avenir de la RFID reste incertain. Cela est principalement dû à plusieurs défis et obstacles, tels que les coûts d'adoption élevés, le manque de normes de l'industrie, le manque de protocoles de confidentialité et de sécurité, et la mauvaise prise de conscience de son importance pour l'industrie des soins de santé. Pour accroître l'adoption de la RFID dans les soins de santé, il faut des mesures et des réglementations satisfaisantes en matière de sécurité et de confidentialité, des intégrations plus transparentes avec les systèmes d'information existants, un soutien institutionnel et une sensibilisation accrue de la direction et des systèmes RFID plus personnalisés pour les hôpitaux. Les recherches futures devraient étudier les problèmes affectant l'adoption de la RFID dans les soins de santé, en particulier ceux liés à la confidentialité et à la sécurité des patients, car ils se sont révélés être des facteurs importants affectant l'adoption de la RFID à des fins liées à la sécurité des patients. En outre, il existe une lacune apparente dans la recherche sur les questions technologiques qui peuvent affecter les adoptions et les implémentations RFID dans les soins de santé. Enfin, l'adoption de nouvelles technologies en général, et de la RFID et de l'IoT en particulier, pose également des défis législatifs et sociaux.

Il reste que la RFID peut prévenir les erreurs, améliorer les soins, optimiser les flux de travail et réduire les coûts d'exploitation dans la salle d'urgence. Les avantages de la mise en œuvre de la RFID l'emportent sur les inconvénients ce qui lui donne une place cruciale dans la prévention des erreurs humaines et la gestion des ressources matériels et humaines.

CHAPITRE II

Conception du système

CHAPITRE II

Conception du système

Introduction

Dans ce chapitre nous allons présenter l'étude conceptuelle effectuée afin de tracer les grandes lignes à suivre pour développer une interface de tracking RFID (Identification par Radiofréquences) dans un service hospitalier.

Chaque projet commence par une étude conceptuelle, qui comprend l'analyse et l'identification des besoins, analyse des divers facteurs qui influenceront le projet; choisir la méthode de conception et réalisation, etc.

Par conséquent, pour développer notre projet, nous avons effectué une étude conceptuelle.

Le travail de conception est réalisé en utilisant le langage de modélisation UML en se basant principalement sur les 3 diagrammes suivants : diagramme de cas d'utilisation, diagramme de séquence, et diagramme de classes.

II.1 Définition d'UML

Le langage UML (Unified Modeling Language, ou langage de modélisation unifié) a été pensé pour être un langage de modélisation visuelle commun, et riche sémantiquement et syntaxiquement. Il est destiné à l'architecture, la conception et la mise en œuvre de systèmes logiciels complexes par leur structure aussi bien que leur comportement. L'UML a des applications qui vont au-delà du développement logiciel, notamment pour les flux de processus dans l'industrie.

Il ressemble aux plans utilisés dans d'autres domaines et se compose de différents types de diagrammes. Dans l'ensemble, les diagrammes UML décrivent la limite, la structure et le comportement du système et des objets qui s'y trouvent.

L'UML n'est pas un langage de programmation, mais il existe des outils qui peuvent être utilisés pour générer du code en plusieurs langages à partir de diagrammes UML. L'UML a une relation directe avec l'analyse et la conception orientées objet. [51]

II.1.1 Liste des types de diagrammes UML

Il existe 14 types de diagrammes UML pour aider à modéliser ces comportements.

Il existe deux catégories principales; diagrammes de structure et diagrammes de comportement.

Diagrammes de structure

- Diagramme de classe
- Diagramme des composants
- Diagramme de déploiement
- Diagramme d'objets
- Diagramme de package
- Diagramme de profil
- Diagramme de structure composite

Diagrammes comportementaux

- Diagramme de cas d'utilisation
- Diagramme d'activité
- Diagramme de la machine d'état
- Diagramme de séquence
- Diagramme de communication
- Diagramme de présentation des interactions
- Diagramme de synchronisation

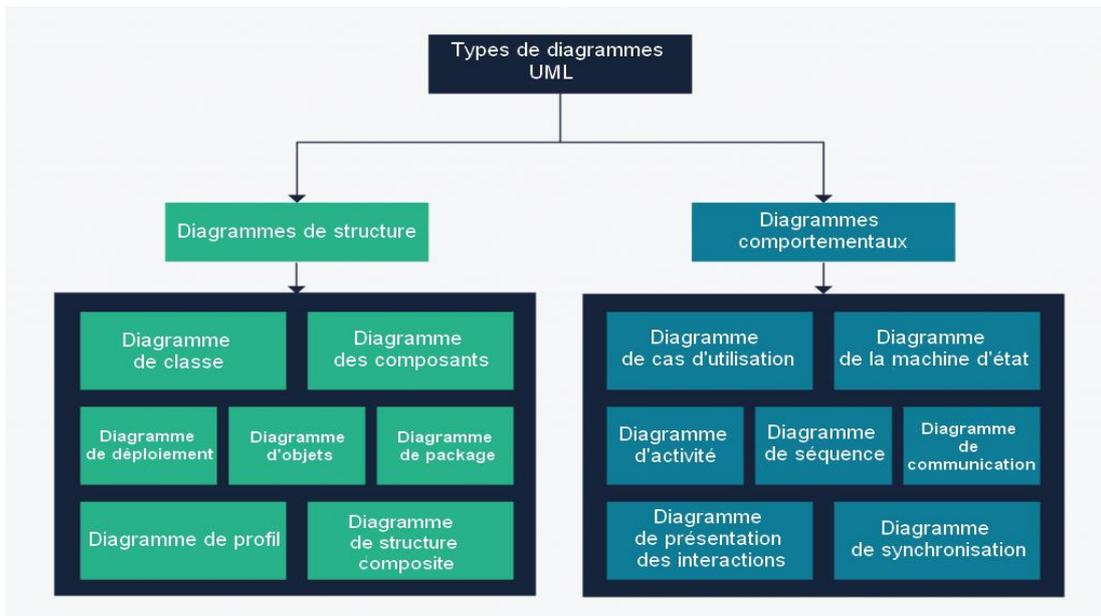


Figure II. 1: Les types de diagrammes UML.

Les diagrammes de structure montrent les choses dans le système modélisé. Dans un terme plus technique, ils montrent différents objets dans un système. Les diagrammes de comportement montrent ce qui devrait se produire dans un système. Ils décrivent comment les objets interagissent entre eux pour créer un système fonctionnel.

II.1.2 Le processus Unifié (UP)

Le processus unifié (UP) utilise le langage UML (Unified Modeling Language). Il semble être la solution idéale pour remédier à l'éternel problème des développeurs. En effet, il regroupe les activités à mener pour transformer les besoins d'un utilisateur en un système logiciel quel que soit la classe, la taille et le domaine d'application de ce système.

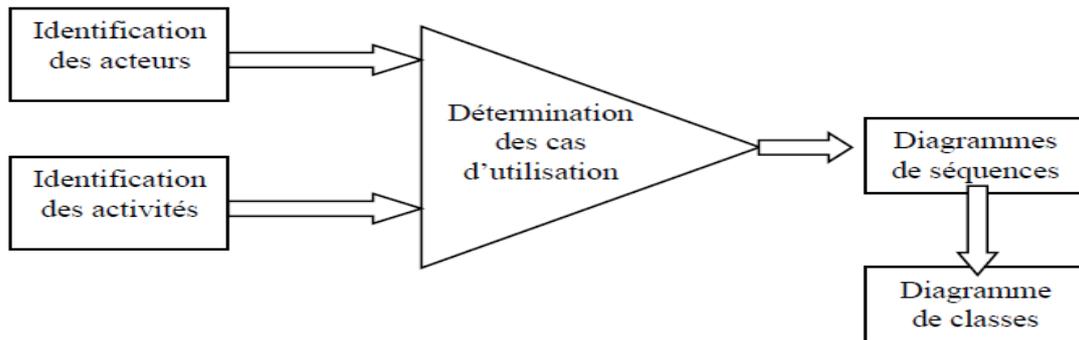


Figure II. 2 : Le processus Unifié (UP).

II.2 Le diagramme des cas d'utilisation

Le type de diagramme le plus connu des types UML comportementaux, les diagrammes de cas d'utilisation donnent un aperçu graphique des acteurs impliqués dans un système, des différentes fonctions nécessaires à ces acteurs et de la façon dont ces différentes fonctions interagissent.

C'est un excellent point de départ pour toute discussion de projet car vous pouvez facilement identifier les principaux acteurs impliqués et les principaux processus du système.

Le diagramme des cas d'utilisation (*Use Case Diagram*) constitue la première étape de l'analyse UML en :

- Modélisant les besoins des utilisateurs.
- Identifiant les grandes fonctionnalités et les limites du système.
- Représentant les interactions entre le système et ses utilisateurs.

Le diagramme des cas d'utilisation apporte une vision utilisateur et absolument pas une vision informatique. Il ne nécessite aucune connaissance informatique et l'idéal serait qu'il soit réalisé par le client.

Le diagramme des cas d'utilisation n'est pas un inventaire exhaustif de toutes les fonctions du système. Il ne liste que des fonctions générales essentielles et principales sans rentrer dans les détails. [52]

II.2.1 Les éléments d'un diagramme des cas d'utilisation

II.2.1.1 Les acteurs du système.

Avant de rechercher les besoins, la première tâche consiste à définir les limites du système (c.à.d. ce qui est inclus ou pas dans le système), puis à identifier les différentes entités intervenantes sur le système. Ces entités sont appelés **acteurs**.

Les **acteurs** se représentent sous la forme d'un petit personnage (*stick man*) ou sous la forme d'une case rectangulaire (appelé *classeur*) avec le mot clé (**actor**). Chaque acteur porte un nom.

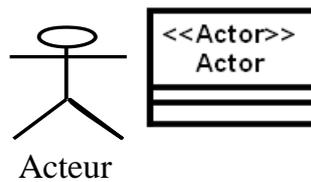


Figure II. 3: Représentation d'un Acteur.

- Un acteur est un utilisateur **externe** au système. Cela peut être :
- Une personne.
- Du matériel (capteurs, moteurs, relais...).
- Un autre système.

- Quelquefois, nous utilisons :
- Le *stick man* si l'acteur est humain.
- Le *classeur* si l'acteur est du matériel ou un autre système.

II.2.1.2 Les cas d'utilisation

Les cas d'utilisation sont les éléments de l'interface d'utilisation, un cas d'utilisation est une suite d'évènements, souvent initiée par des acteurs, qui correspond à une utilisation particulière du système, les cas d'utilisation permettent de trouver :

1. les principales tâches de chaque acteur.
2. les fonctionnalités mal décrites dans les spécifications.
3. les modifications (lecture et écriture) des données du système.
4. les cas d'anomalie.

II.2.2 Relation entre acteurs et cas d'utilisation

II.2.2.1 La relation d'association

- A chaque acteur est associé un ou plusieurs cas d'utilisations, la relation d'association peut aussi être appelée relation de communication.
- Elle est représentée par un trait reliant l'acteur et le cas d'utilisation. Nous pouvons rajouter sur ce trait un stéréotype qui va préciser la relation de communication (communicate). [53]

Multiplicité

Lorsqu'un acteur peut interagir plusieurs fois avec un cas d'utilisation, il est possible d'ajouter une multiplicité sur l'association du côté du cas d'utilisation. Le symbole * signifie plusieurs.

Exactement **n** s'écrit tout simplement **n**, **n..m** signifie entre **n** et **m**, etc. Préciser une multiplicité sur une relation n'implique pas nécessairement que les cas sont utilisés en même temps

II.2.2.2 Les relations entre cas d'utilisation

Tout en faisant attention a ne pas tomber dans le piège d'une décomposition fonctionnelle hiérarchique, nous pouvons compléter le diagramme par d'autres cas d'utilisation (non liés à des acteurs mais à d'autre cas d'utilisation) qui préciseront le diagramme.

Relation d'inclusion

La relation d'inclusion sert à enrichir un cas d'utilisation par un autre cas d'utilisation (c'est une sous fonction).

La relation d'inclusion est impérative et donc systématique.

Dans un diagramme des cas d'utilisation, cette relation est représentée par une flèche pointillée reliant les 2 cas d'utilisation et munie du stéréotype (include).

L'inclusion permet de:

- **Partager** une fonctionnalité commune entre plusieurs cas d'utilisation.
- **Décomposer** un cas d'utilisation complexe en décrivant ses sous fonctions.

Relation d'extension

Comme la relation d'inclusion, la relation d'extension enrichit un cas d'utilisation par un autre cas d'utilisation de sous fonction mais celui-ci est optionnel.

Cette relation est représentée par une flèche en pointillée reliant les 2 cas d'utilisation et munie du stéréotype (extend).

II.3 Diagramme de séquence

Le diagramme de séquence fait parties des diagrammes comportementaux (dynamique) et plus précisément des diagrammes d'interactions.

- Il permet de représenter des échanges entre les différents objets et acteurs du système en fonction du temps.
- A moins que le système à modéliser soit extrêmement simple, nous ne pouvons pas modéliser la dynamique globale du système dans un seul diagramme. [54]

Nous ferons donc appel à un ensemble de diagrammes de séquences chacun correspondant à une sous fonction du système, généralement d'ailleurs pour illustrer un cas d'utilisation.

- **Scénario** : Une liste d'actions qui décrivent une interaction entre un acteur et un système.
- **Interaction** : Un comportement qui comprend un ensemble de messages échangés par un ensemble d'objets dans un certain contexte pour accomplir une certaine tâche.
- **Message**: Un message est une transmission d'information unidirectionnelle entre deux objets, l'objet émetteur et l'objet récepteur.

II.3.1 Utilisation des diagrammes de séquence

Les diagrammes de séquences sont principalement utilisés pour :

- Documenter des cas d'utilisation. Dans ce cas, un acteur est toujours présent.
- Définir des opérations. Dans ce cas, on initie souvent le diagramme par un message trouvé et on est particulièrement rigoureux dans la définition des éléments du modèle.

II.4 Diagramme de classe

II.4.1 Rappel sur les classes

Une classe est une représentation abstraite d'un ensemble d'objets, elle contient les

Informations nécessaires à la construction de l'objet (c'est-à-dire la définition des attributs et des méthodes).

La classe peut donc être considérée comme le modèle, le moule ou la notice qui va permettre la construction d'un objet. Nous pouvons encore parler de type (comme pour une donnée).

On dit également qu'un objet est l'instance d'une classe (la concrétisation d'une classe). ^[55]

II.4.2 Rôles du diagramme des classes

Le diagramme des classes est un diagramme **structure I** (statique) qui permet de représenter :

- **les classes** (*attributs + méthodes*)
- **les associations** (*relations*) entre les classes.

Le diagramme de classes est le plus important des diagrammes UML, c'est le seul qui soit obligatoire lors de la modélisation objet d'un système.

II.4.3 Représentation des Classes

Une classe est représentée par un rectangle (*appelé aussi classeur*) divisé en 3 compartiments.

Le premier compartiment contient le *nom de la classe qui* :

- Représente le type de l'objet instancié.
- Débute par une lettre majuscule.
- Il est centré dans le compartiment supérieur de la classe.
- Il est écrit en caractère gras.
- Il est en italique si la classe est abstraite (IMPOSSIBLE d'instancier un objet).

Le deuxième compartiment contient les *attributs*.

Le troisième compartiment contient les *méthodes*.

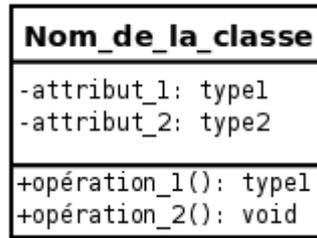


Figure II. 4: Représentation UML d'une classe.

II.4.4 Dictionnaire de class et des attributs

Les class	L attribut		Méthode
	Le champ	Le type	

Figure II. 5 : Représentation Dictionnaire de class et des attributs.

II.4.5 La multiplicité

La multiplicité (ou cardinalité) indique le nombre de valeur que l'attribut peut contenir (l'attribut est souvent un tableau de valeurs, statique ou dynamique). La multiplicité se note entre crochets après le type de valeur que contient l'attribut.

Tableau II. 1: La multiplicité.

Cardinalité	Signification
0..1	Zéro ou une fois
1..1 (ou 1)	Une et une seule fois
0..* (ou *)	De zéro à plusieurs fois
1..*	De une à plusieurs fois
m..n	Entre m et n fois
n..n (ou n)	n fois

II.5 RFID Patient Tracking (RPT)

II.5.1 Le diagramme des cas d'utilisation

II.5.1.1 Définition des acteurs

Le Rôle d'un acteur représente une entité externe qui interagit directement avec le système étudié, en échangeant de l'information (en entrée et en sortie).

Un acteur peut consulter et/ou modifier directement l'état du système, en émettant et/ou en recevant des messages susceptibles d'être porteurs de données.

On trouve les acteurs en observant les utilisateurs directs du système, dans cette interface on peut distinguer un acteur principal : Admin (médecin, infirmière/infirmier)

Tableau II. 2: Les rôles d'admin RPT

	Le Role
Admin (médecin, infirmière/infirmier)	Gestion de patient Gestion de maladie (consultation, dossier médical)

II.5.1.2 Les cas d'utilisation

Voici les cas d'utilisation de cette interface :

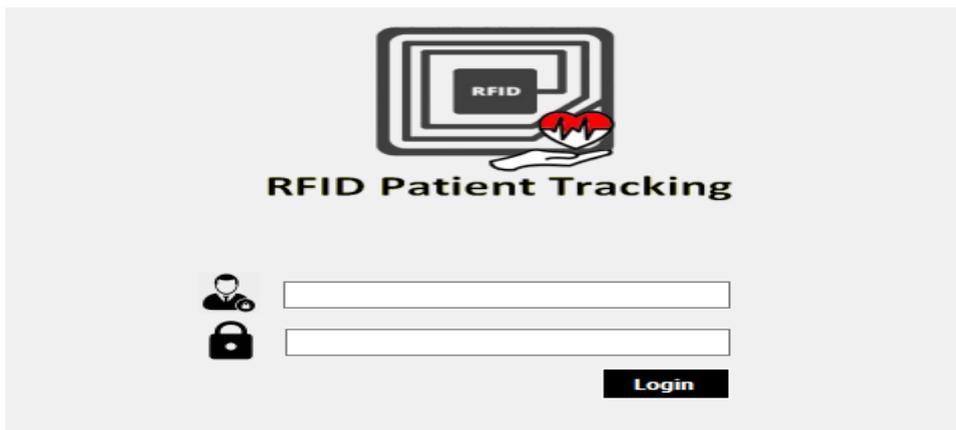


Figure II. 6: Authentification du RFID Patient Tracking.

Authentification

L'authentification est distincte de l'autorisation, qui est le processus permettant aux individus d'accéder aux objets système en fonction de leur identité

L'application vérifie que l'utilisateur est bien ce qu'il prétend être basé sur un nom d'utilisateur et un mot de passe et lui donne ensuite l'autorisation d'accès à:

Connection : Scanner RFID Reader, Connecter RFID Reader à l'interface

Show User Data : Lecture de la carte d'identité du patient RFID, Imprimer Patient ID et RX

Registration /Edit : Pouvoir ajouter, modifier, supprimer Patient ID ou rechercher des informations sur les Patient IDs. Imprimer Patient ID List, Exporter Patient ID List dans Excel.

La figure ci-dessous (Fig.II.7) présente le digramme de cas d'utilisation du RFID Patient Tracking :

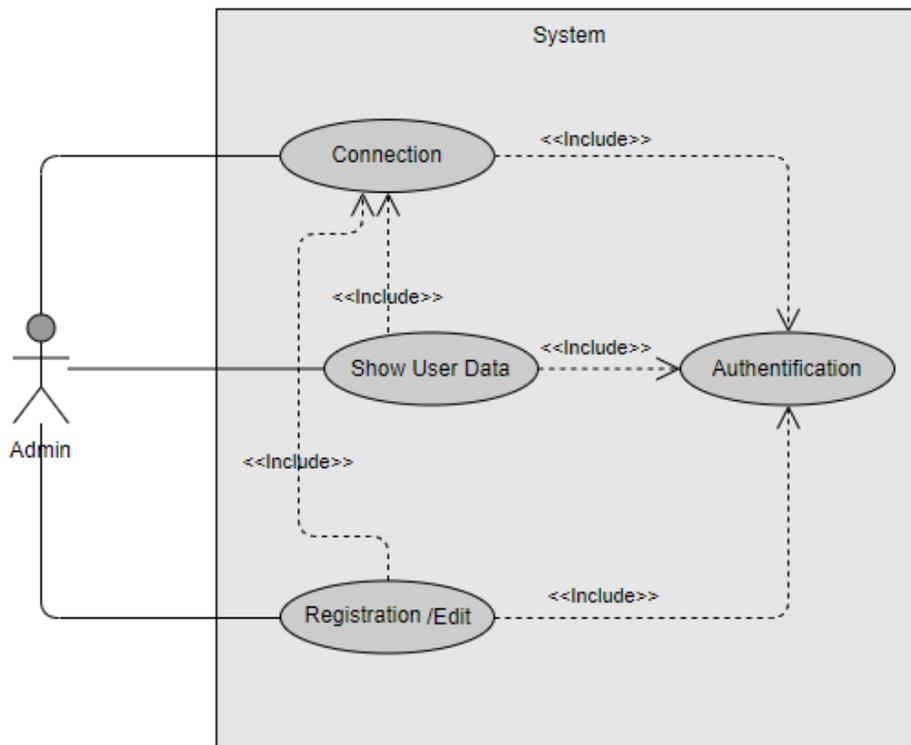


Figure II. 7: le digramme de cas d'utilisation du RFID Patient Tracking (RPT).

II.5.2 Les diagrammes de séquence

II.5.2.1 Le diagramme de séquence pour Authentification

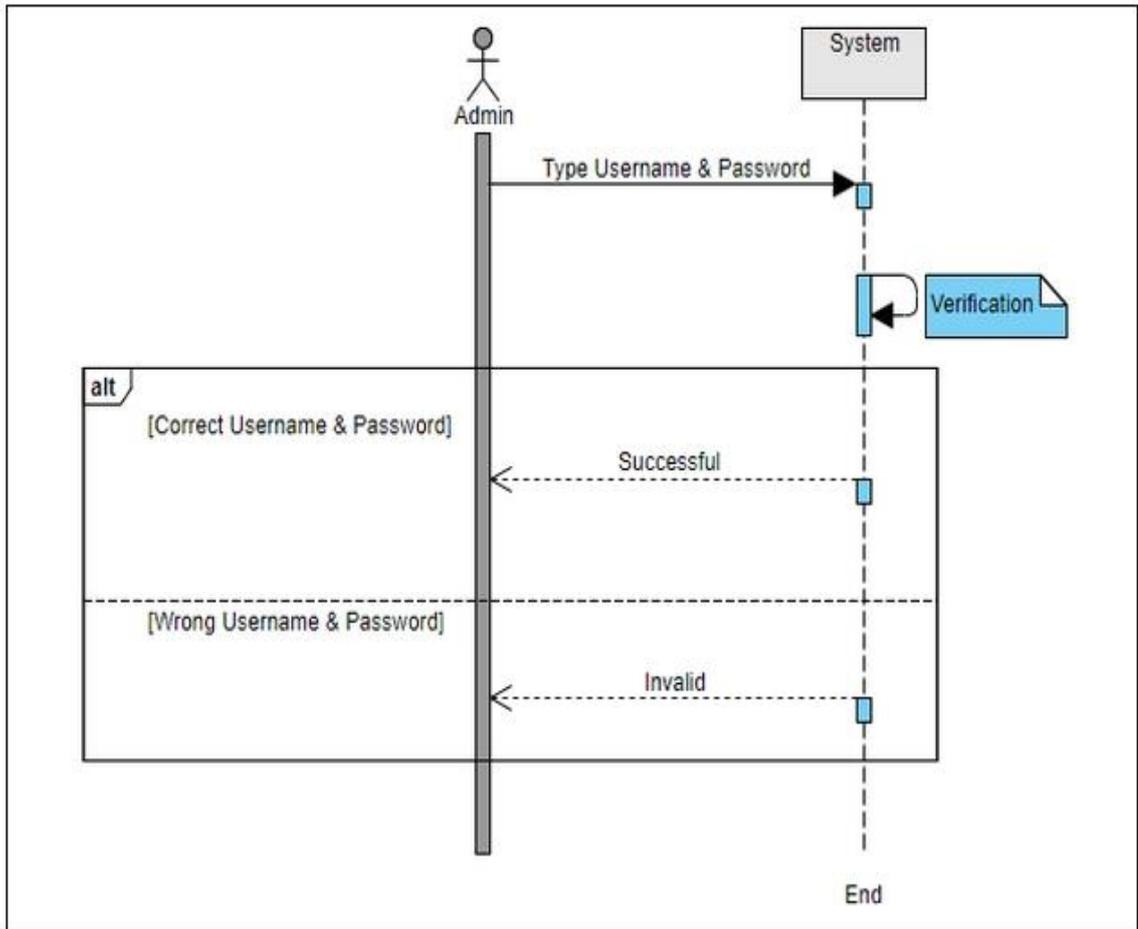


Figure II. 8: Le diagramme de séquence pour Authentification - RPT

II.5.2.2 Le diagramme de séquence pour Connection

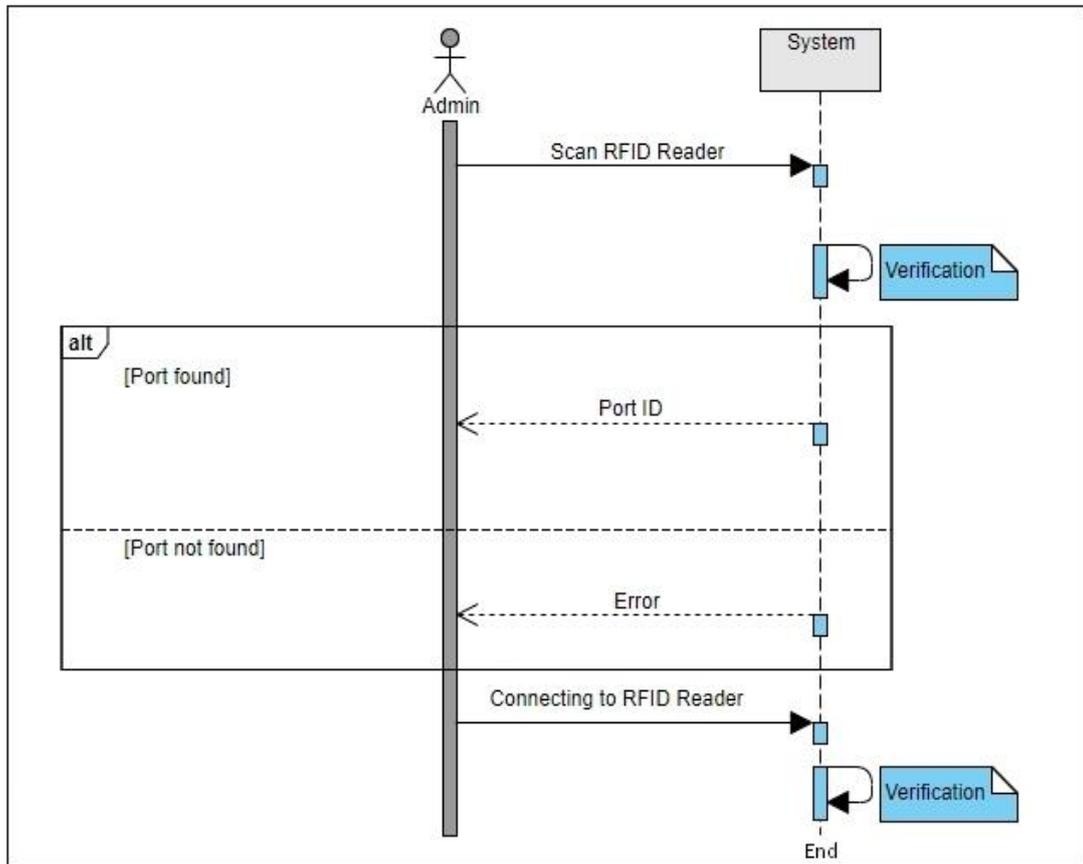


Figure II. 9: Le diagramme de séquence pour Connection - RPT

II.5.2.3 Le diagramme de séquence pour User Data

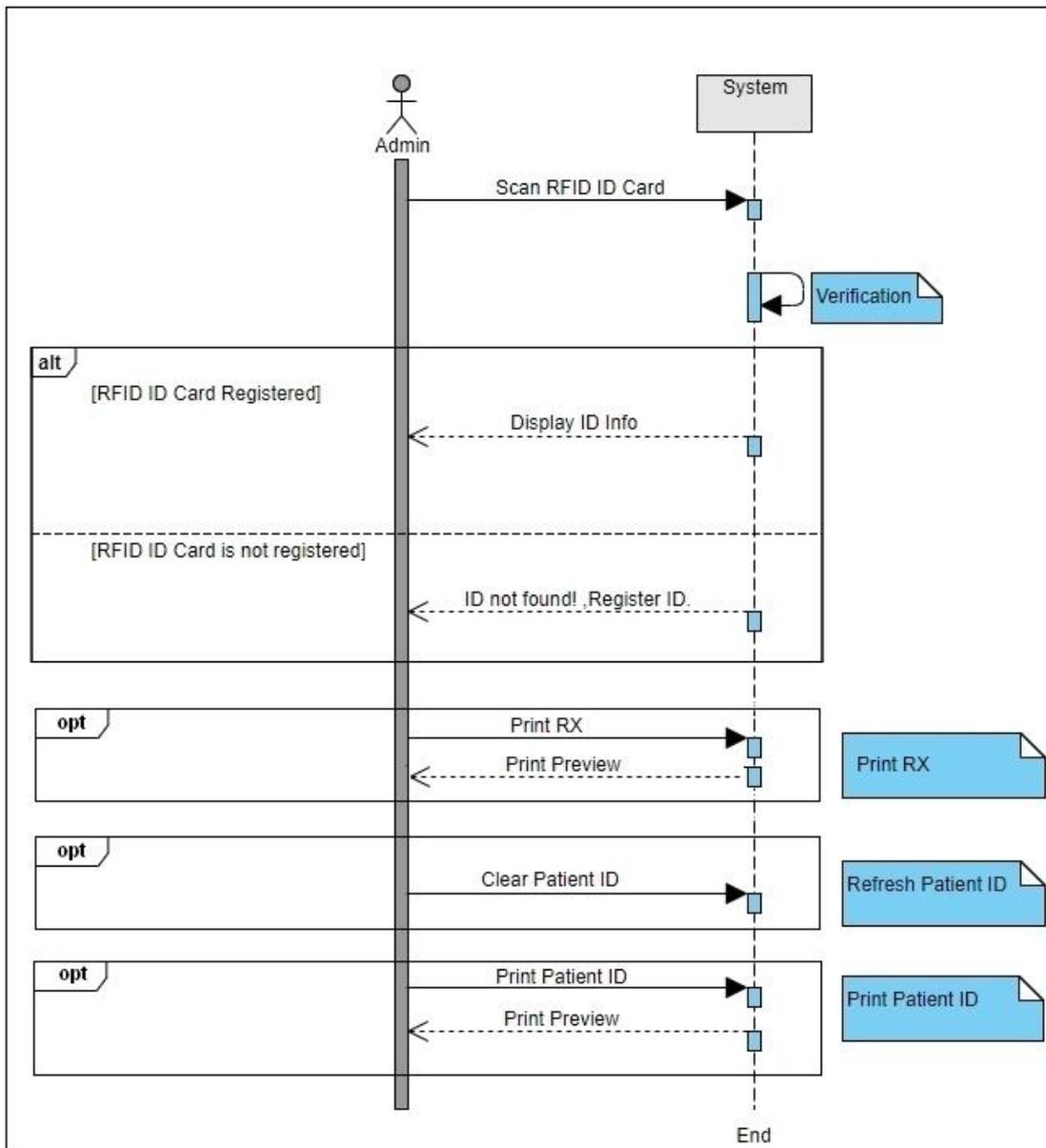


Figure II. 10: Le diagramme de séquence pour User Data – RPT.

II.5.2.4 Le diagramme de séquence pour Registration /Edit

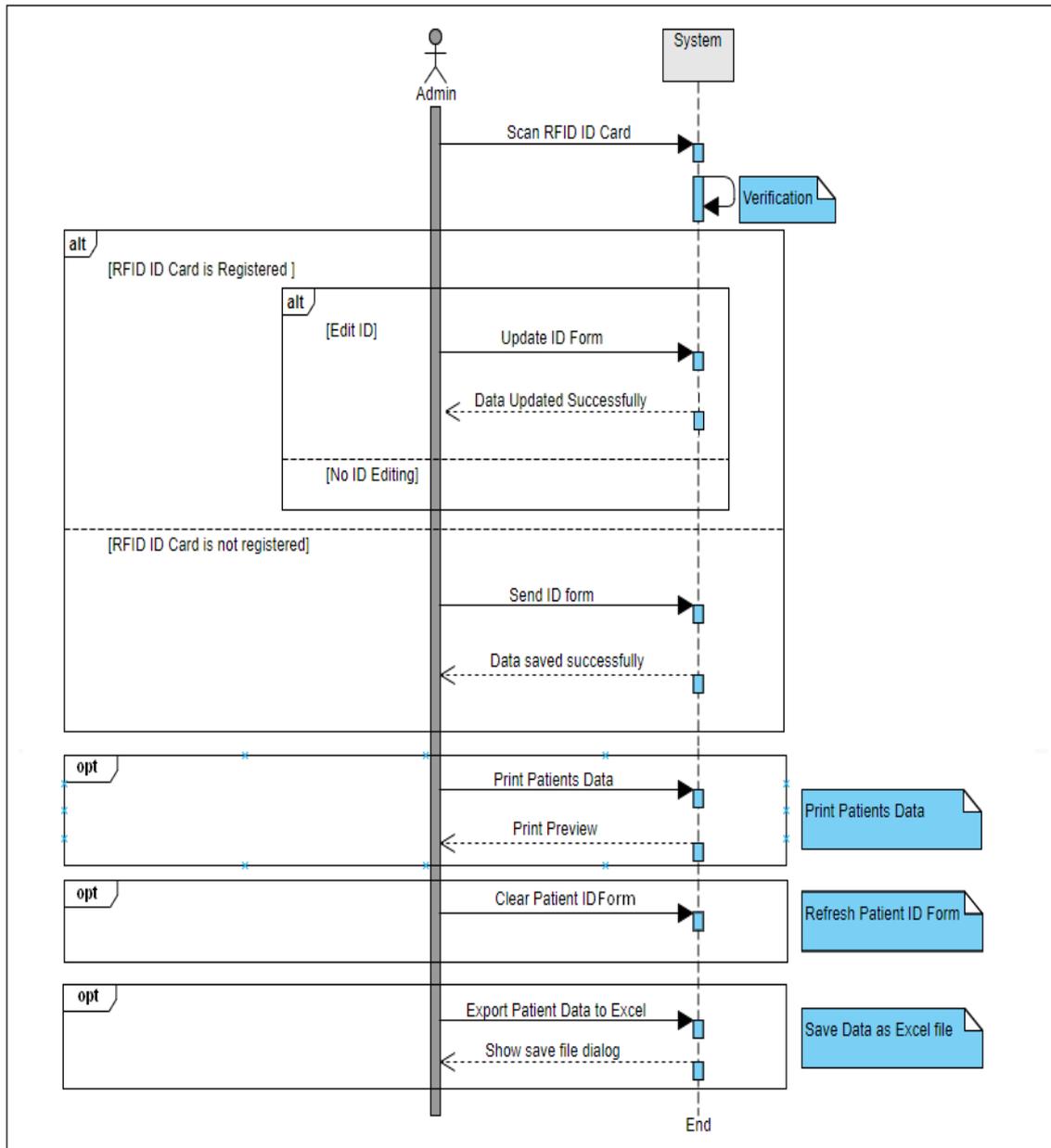


Figure II. 11:Le diagramme de séquence pour Registration/Edit – RPT.

II.5.3 Diagramme de classe

Une classe est une description d'un groupe d'objets partageant un ensemble commun de propriétés (les attributs), de comportements (les opérations) et de relations avec d'autres objets (les associations et les agrégations).

La classe est définie par son nom, ses attributs et ses opérations.

Les classes sur lesquelles se porte l'interface sont les suivantes

- Patient
- Admin
- RFID

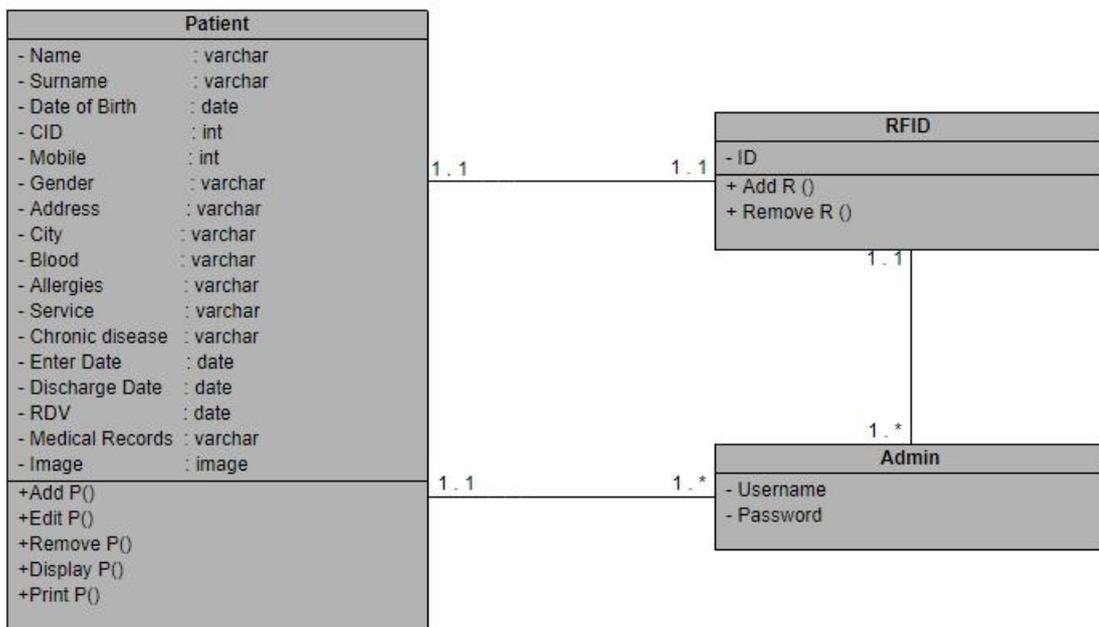


Figure II. 12: Le diagramme de classe (RPT)

II.5.3.1 Dictionnaire de class et des attributs

Tableau II. 3: Dictionnaire des classes et des attributs de RFID Patient Tracking

Les Classes	L'attribut		Méthode
	Le Chmap	Le type	
Patient	Name	Varchar	Add P() Edit P() Remove P() DisplayP () Print P()
	Surname	Varchar	
	Date of Birth	Date	
	Enter Date	Date	
	Gender	Varchar	
	Address	Varchar	
	City	Varchar	
	CID	Int	
	Blood	Varchar	
	Chronic Disease	Varchar	
	Allergies	Varchar	
	Service	Varchar	
	Mobile	Int	
	RDV	Date	
	Enter Date	Date	
Discharge Date	Date		
Image	Image		
RFID	ID	Int	Add R () Remove R ()
Admin	Username	Varchar	
	Password	Varchar	

II.6 RFID Asset Tracking (RAT)

II.6.1 Le diagramme des cas d'utilisation

II.6.1.1 Définition des acteurs

Le Rôle d'un acteur représenter une entité externe qui interagit directement avec le système étudié, en échangeant de l'information (en entrée et en sortie).

Un acteur peut consulter et/ou modifier directement l'état du système, en émettant et/ou en recevant des messages susceptibles d'être porteurs de données.

On trouve les acteurs en observant les utilisateurs directs du système, dans cette interface on peut distinguer deux acteur principaux : User (médecin, infirmière/infirmier) et Admin (magasinier)

Tableau II. 4: Les rôles d'admin et user RAT

	Le Rôle
User (médecin, infirmière/infirmier)	Consultation des actifs
Admin (magasinier)	Gestion des actifs Consultation des actifs

II.6.1.2 Les cas d'utilisation

Voici les cas d'utilisation de cette interface :



Figure II. 13: Authentification du RFID Asset Tracking.

Authentication

L'authentification est distincte de l'autorisation, qui est le processus permettant aux individus d'accéder aux objets système en fonction de leur identité.

L'application vérifie que l'utilisateur est bien ce qu'il prétend être basé sur un nom d'utilisateur et un mot de passe et lui donne ensuite l'autorisation d'accès à:

Connection: Scanner RFID Reader, Connecter RFID Reader à l'interface

Show Asset Data: Lecture du tag RFID de l'actif, Imprimer Data ID de l'actif

Registration/Edit: Pouvoir ajouter, modifier, supprimer ID de l'actif ou rechercher des informations sur les actifs IDs. Imprimer les actifs Data List, Exporter les actifs Data List dans Excel

La figure ci-dessous (Fig.II.14) présente le diagramme de cas d'utilisation du RFID Asset Tracking :

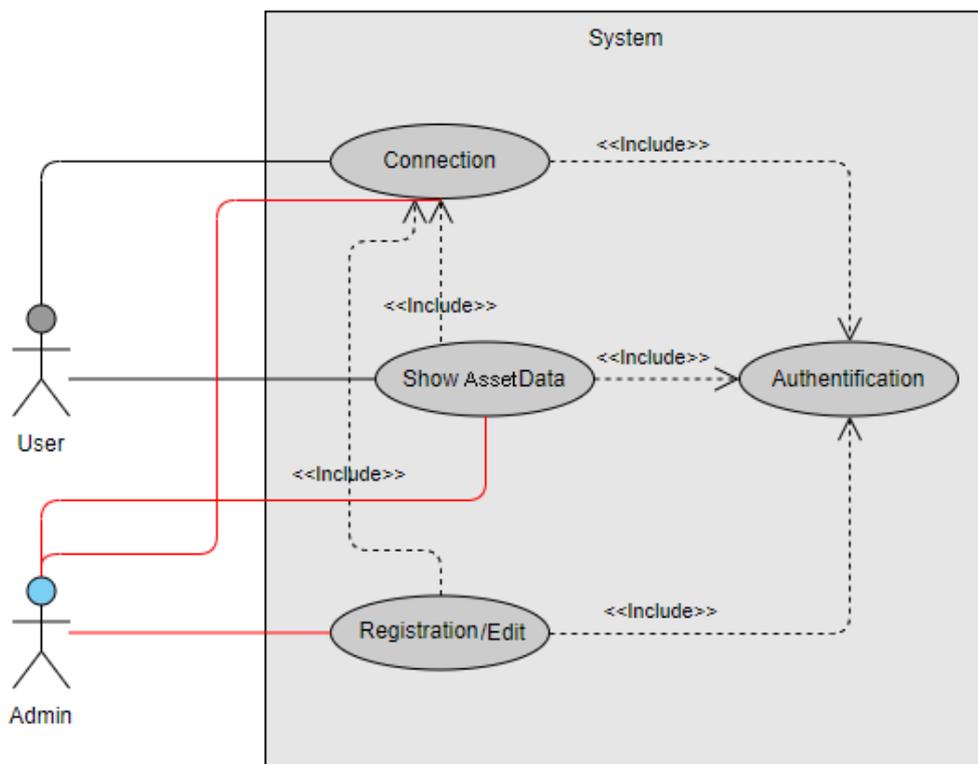


Figure II. 14 : Le diagramme de cas d'utilisation du RFID Asset Tracking (RAT).

II.6.2 Les diagrammes de séquence

II.6.2.1 Le diagramme de séquence pour Authentification

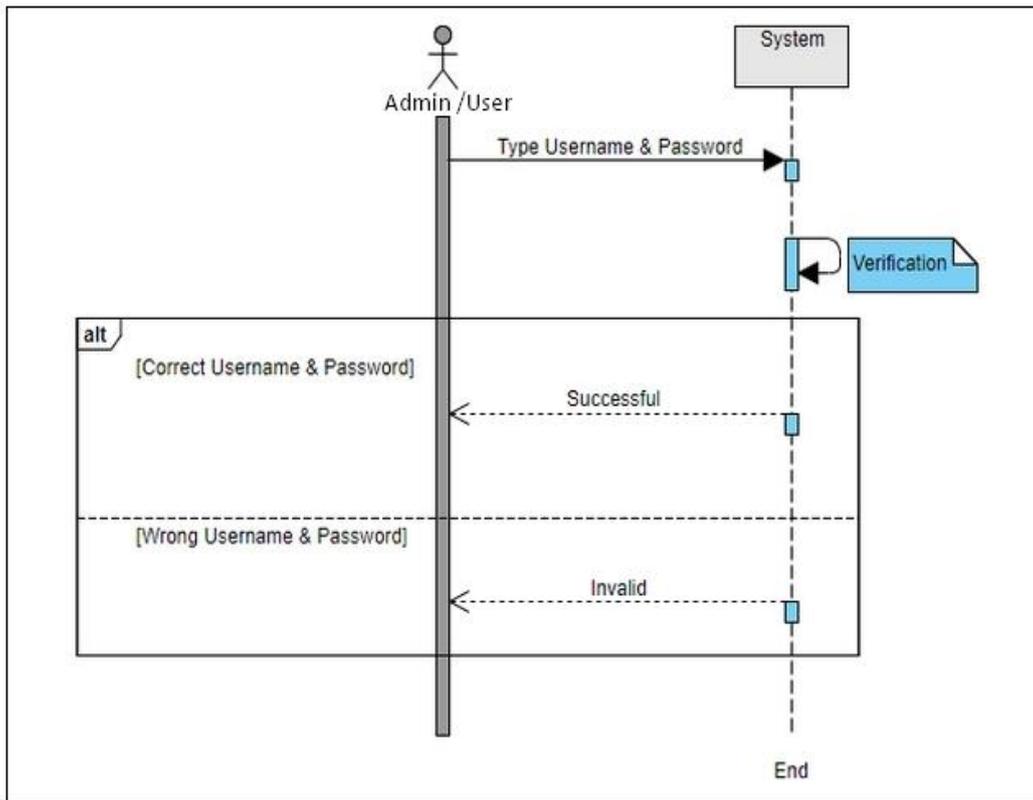


Figure II. 15 : Le diagramme de séquence pour Authentification – RAT.

II.6.2.2 Le diagramme de séquence pour Connection

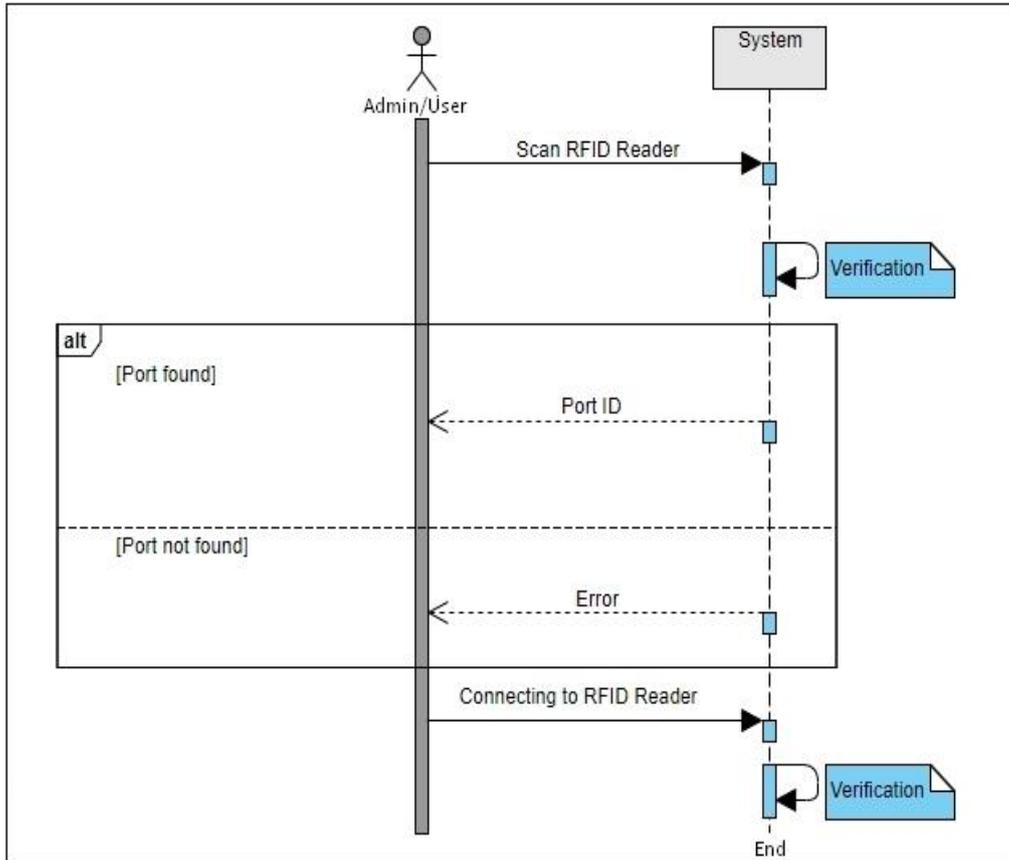


Figure II. 16: Le diagramme de séquence pour Connection – RAT.

II.6.2.3 Le diagramme de séquence pour Asset Data

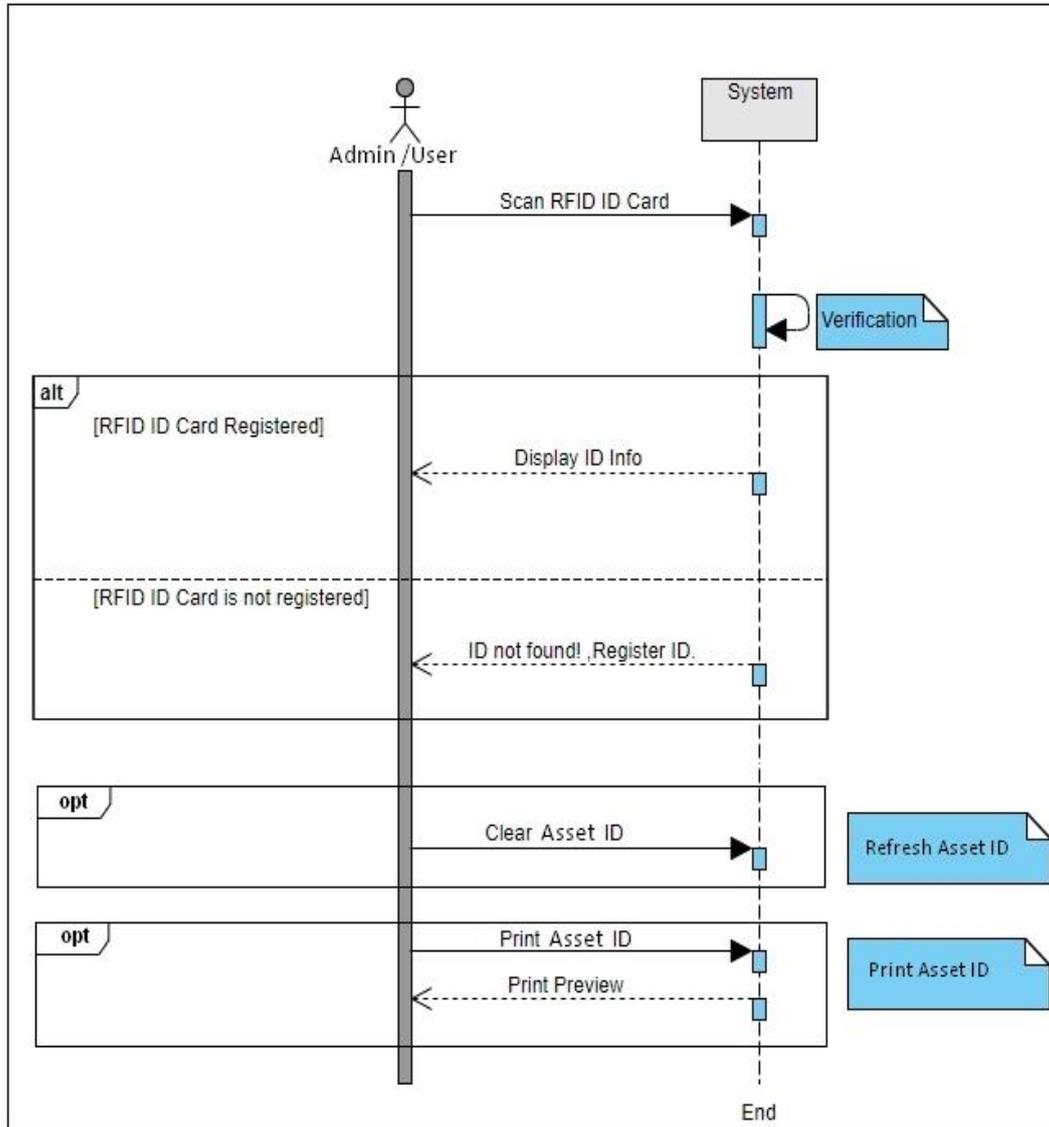


Figure II. 17 : Le diagramme de séquence pour Asset Data – RAT.

II.6.2.4 Le diagramme de séquence pour Registration/Edit

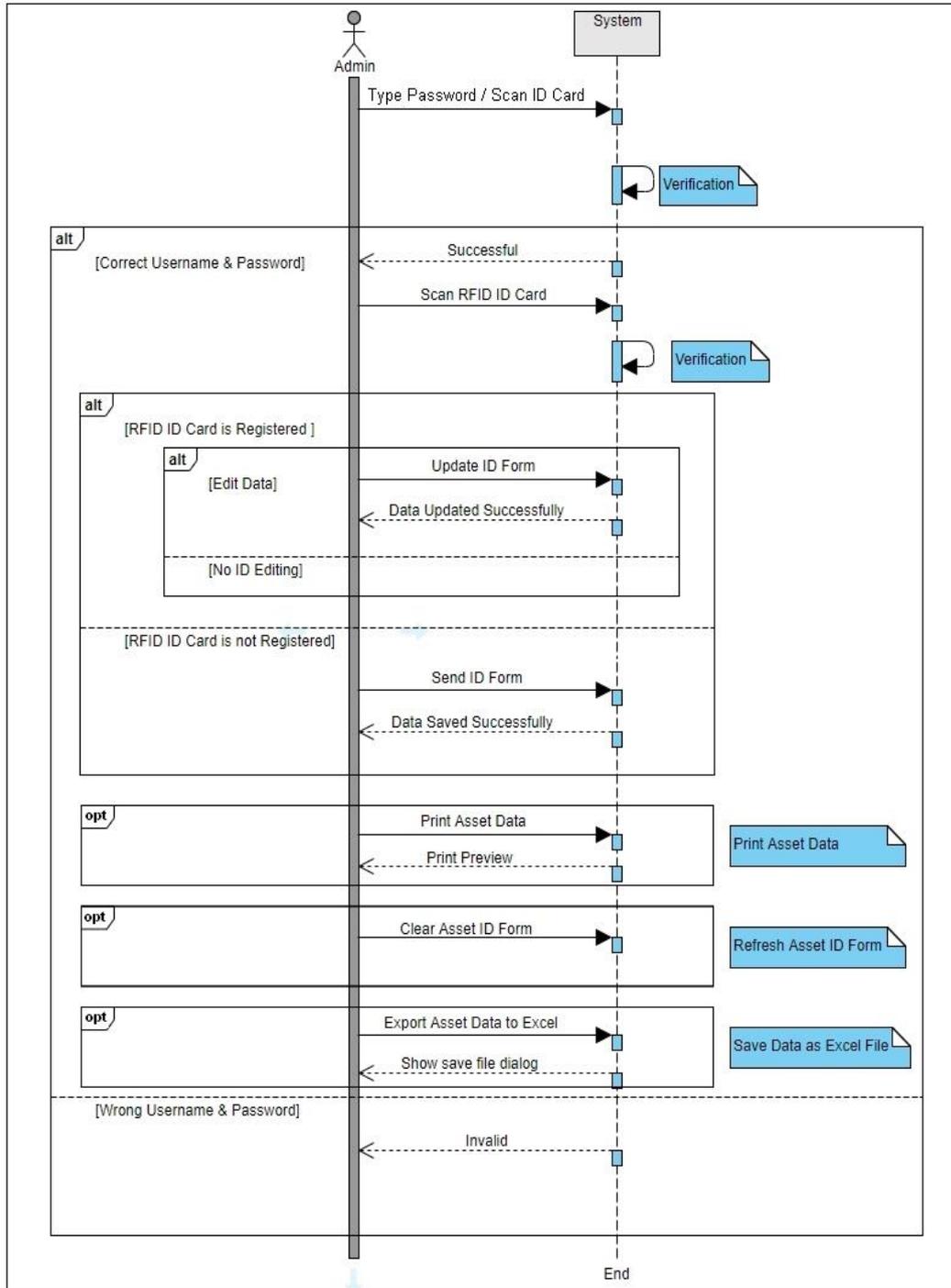


Figure II. 18 : Le diagramme de séquence pour Registration/Edit – RAT.

II.6.3 Diagramme de classe

Les classes sur lesquelles se compose l'interface sont les suivantes :

- Asset
- RFID
- Admin
- User

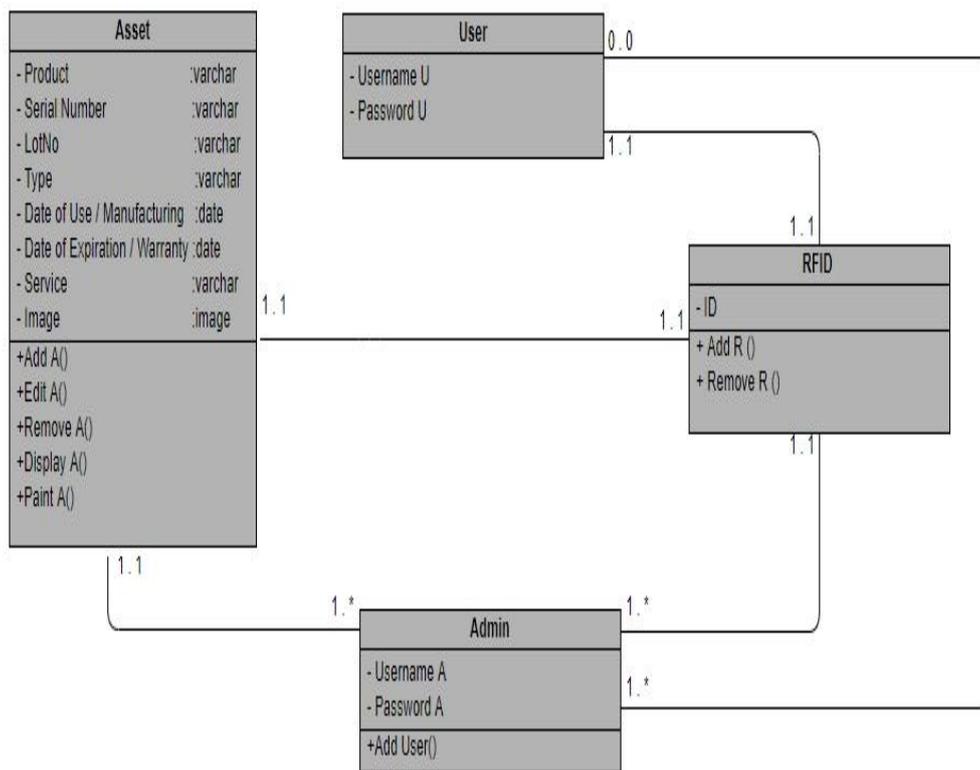


Figure II. 19: Le diagramme de classe (RAT).

II.6.3.1 Dictionnaire de class et des attributs

Tableau II. 5: Dictionnaire des classes et des attributs de RFID Asset Tracking

Les Classes	L'attribut		Méthode
	Le Chmap	Le type	
Asset	Product	Varchar	Add A() Edit A() Remove A() Display A() Print A()
	Serial Number	Varchar	
	LotNo	Varchar	
	Date of Use/Manufacturing	Date	
	Date of Expiration/Warranty	Date	
	Service	Varchar	
	Type	Varchar	
	Image	Image	
RFID	ID	Int	Add R () Remove R ()
Admin	Username A	Varchar	Add User ()
	Password A	Varchar	
User	Username U	Varchar	
	Password U	Varchar	

Conclusion

Dans ce deuxième chapitre, nous avons élaboré une Interface pour la gestion de Patient (RFID Patient Tracking) et des actifs médical (RFID Asset Tracking) en se basant sur les diagrammes du langage UML à savoir le diagramme de cas d'utilisation, le diagramme de séquence et le diagramme de classe.

Dans cette partie de Conception nous avons pu avoir un aperçu global de l'interface du système avec des vues détaillées sur les différentes fonctions assurées.

CHAPITRE III

Implémentation du système

CHAPITRE III

Implémentation du système

Introduction

Dans ce troisième chapitre, nous présentons l'implémentation du système, Où nous allons exposer les études conceptuelles des données et traitements des deux interfaces (RFID Patient Tracking et RFID Asset Tracking).

Tout d'abord nous présentons les outils de développement adoptés. Ensuite nous présentons les écrans les plus importants, expliquant les principales fonctionnalités et le guide de l'utilisateur.

III.1 Les outils des développements

III.1.1 Software

III.1.1.1 Langage VB

VB.Net est un langage de programmation informatique simple, moderne et orienté objet développé par Microsoft dans lequel le programmeur utilise une interface graphique pour modifier des sections de code présélectionnées écrites en BASIC qui combine la puissance de .NET Framework et du langage d'exécution commun avec les avantages de productivité qui font la marque de Visual Basic

Il est l'un des langages de programmation les plus utilisés et les plus utilisés au monde, et la raison de sa popularité qui permet aux utilisateurs de créer facilement et rapidement des applications Windows.

Visual Basic peut être considéré comme plus qu'un simple langage de programmation. Il comprend une variété de bibliothèques utiles pour créer des programmes orientés objet. [\[56\]](#)

III.1.1.2 Microsoft Visual Studio 2019

Visual Studio .NET est l'environnement de programmation visuelle de Microsoft pour créer des services Web basés sur l'utilisation du langage de balisage extensible (XML). La suite de produits fournit une interface visuelle pour identifier un programme en tant que service Web, des formulaires pour créer une interface utilisateur (y compris la prise en charge des interfaces d'appareils mobiles), des fonctionnalités pour intégrer les données d'application existantes et pour le débogage. Visual Studio .NET est fourni avec le .NET Framework, y compris le Common Language Runtime, et comprend plusieurs langages de programmation, notamment Visual Basic, Visual C ++ et Visual C #. [\[57\]](#)

III.1.1.3 XAMPP

XAMPP est une distribution logicielle qui fournit le serveur Web Apache, la base de données MySQL (MariaDB), Php et Perl (en tant qu'exécutables en ligne de commande et modules Apache) dans un seul package qui également fourni PhpMyadmin un outil GUI pour gérer les bases de données MySQL. [\[58\]](#)

III.1.1.3.1 MySQL

MySQL est un système de gestion de base de données relationnelle basé sur SQL - Structured Query Language. L'application est utilisée à des fins diverses, y compris les applications d'entreposage de données, de commerce électronique et de journalisation. Cependant, l'utilisation la plus courante de MySQL est à des fins de base de données Web. [\[59\]](#)

III.1.1.4 Arduino IDE

L'environnement de développement intégré Arduino (IDE) est une application multiplateforme (pour Windows, macOS, Linux) qui est écrite dans des fonctions de C et C ++ . Il est utilisé pour écrire et télécharger des programmes sur des cartes compatibles Arduino. [\[60\]](#)

III.1.2 Hardware

III.1.2.1 Arduino Uno

L'Arduino Uno est une carte de microcontrôleur open source basée sur le microcontrôleur Microchip ATmega328P et développée par Arduino.cc (Fig. III.1). La carte est équipée de jeux de broches d'entrée / sortie numériques et analogiques qui peuvent être interfacés avec diverses cartes d'extension et d'autres circuits. **[61]**

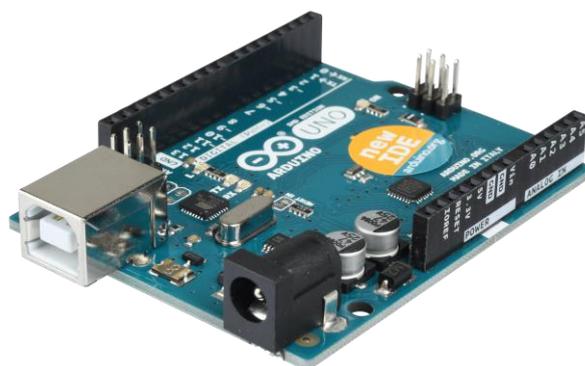


Figure III. 1: Arduino UNO Module.

III.1.2.2 RFID Reader

Le RC522 est un circuit intégré de lecture / écriture hautement intégré pour la communication sans contact à 13,56 MHz (Fig. III.2).

L'émetteur interne du MFRC522 peut piloter une antenne de lecture / écriture conçue pour communiquer avec les cartes et transpondeurs ISO / IEC 14443 A / MIFARE sans supplément circuits actifs.

Le RC522 est un module RFID basé sur le contrôleur MFRC522 des semi-conducteurs NXP. Le module peut prendre en charge I2C, SPI et UART. **[62]**

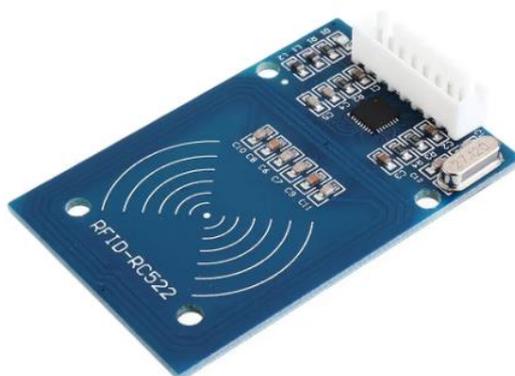


Figure III. 2: RC522 RFID Module.

III.1.2.3 RFID Card

La Mifare Type-A RFID Card fonctionne à une fréquence sans fil de 13,56 MHz, conformément à la norme ISO14443A, et contient 1 000 octets de mémoire de lecture / écriture (Fig. III.3).

Cette carte RFID peut être lue par presque tous les lecteurs RFID / NFC 13,56 MHz ou appareils mobiles compatibles NFC. Ces puces peuvent être écrites et stocker jusqu'à 1 Ko de données dans une EEPROM inscriptible divisée en banques, et peuvent gérer plus de 100 000 réécritures. le numéro d'identification ne peut pas être changé. [\[63\]](#)



Figure III. 3: Type-A 13,56 MHz RFID Card.

III.2 RFID Patient Tracking

Dans l'interface RFID Patient Tracking, nous avons un utilisateur principal qui a un nom d'utilisateur et un mot de passe de connexion pour accéder à l'interface déjà identifié dans la base de données du système.

III.2.1 Authentification - RPT

Au lancement de l'interface, une fenêtre de connexion apparaît qui demande à l'utilisateur de saisir le nom d'utilisateur et le mot de passe corrects pour accéder au logiciel (Fig. III.4) .

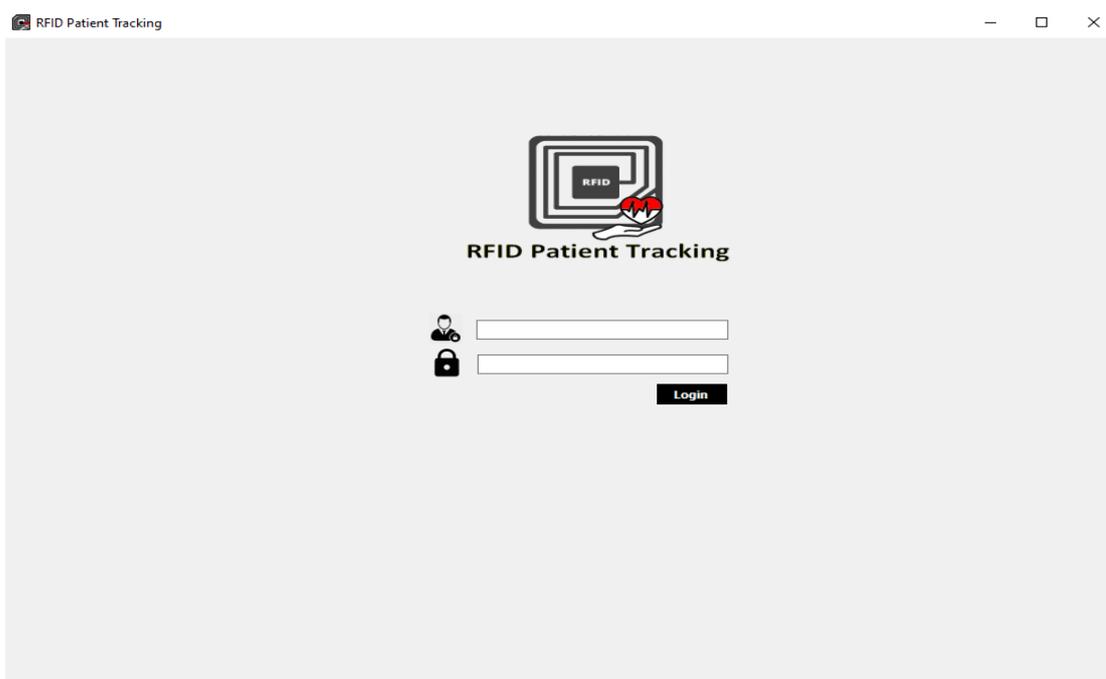


Figure III. 4: Interface d'authentification – RPT.

Au cas où l'utilisateur entrerait un mauvais nom d'utilisateur ou mot de passe éroné, ce message apparaît (Fig. III.5).

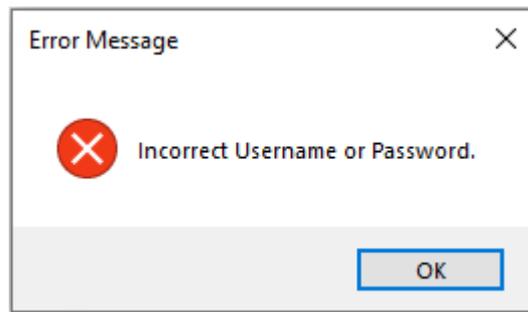


Figure III. 5: Message d'erreur d'authentification – RPT.

III.2.2 Panel Connection - RPT

Une fois l'utilisateur est connecté, cette interface apparaît là où elle affiche le panneau de connexion (Fig. III.6).

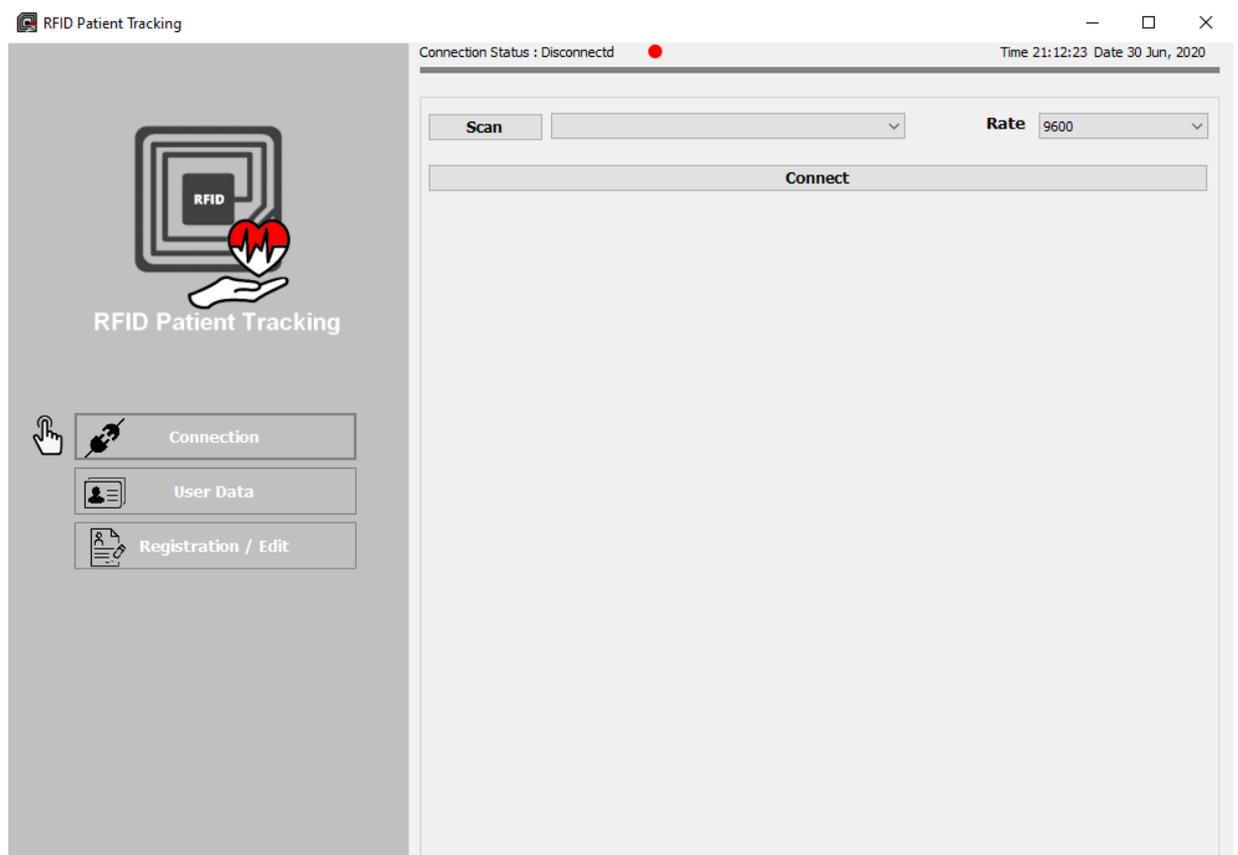


Figure III. 6: Panel Connection – RPT.

Dans le panneau de connexion lorsque nous appuyons sur le bouton « Scan »

- Si le lecteur RFID n'est pas connecté, ce message apparaît (Fig. III.7).

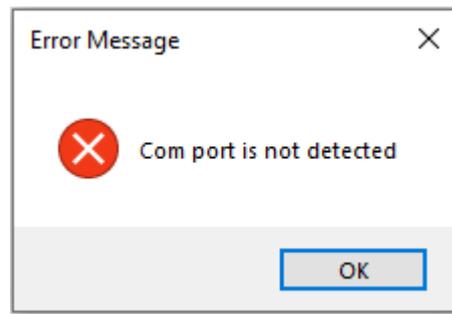


Figure III. 7: Message d'erreur Le port COM n'est pas détecté – RPT.

Nous ne recevons aucun résultat pour le scan, on remarque en haut que l'état de connexion n'est pas encore modifié (Fig. III.8).

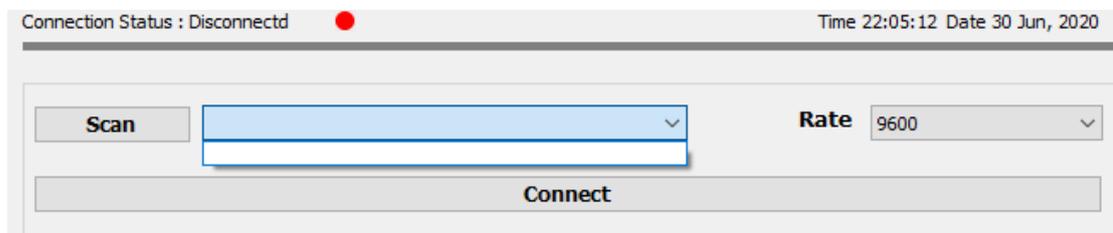


Figure III. 8: ID de port n'est pas trouvé – RPT.

- Si le RFID Reader est connecté, nous recevons le port ID dans le scan comme résultat (Fig. III.9).

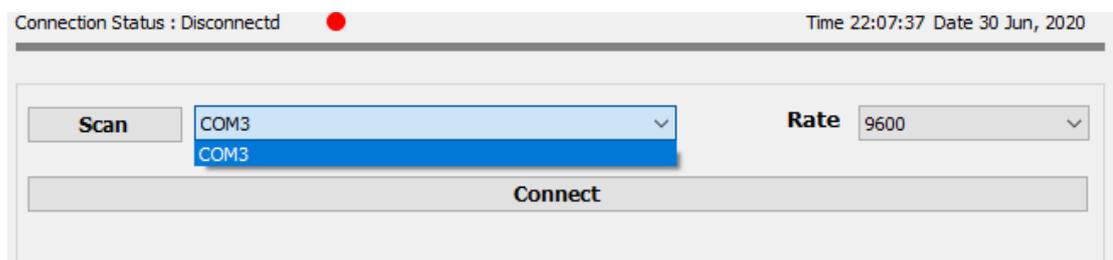


Figure III. 9: ID de port est trouvé – RPT.

Une fois l'identifiant du port détecté, nous appuyons sur le bouton « Connect » pour connecter le RFID Reader à l'interface, on remarque en haut que l'état de connexion est modifié (Fig. III.10).

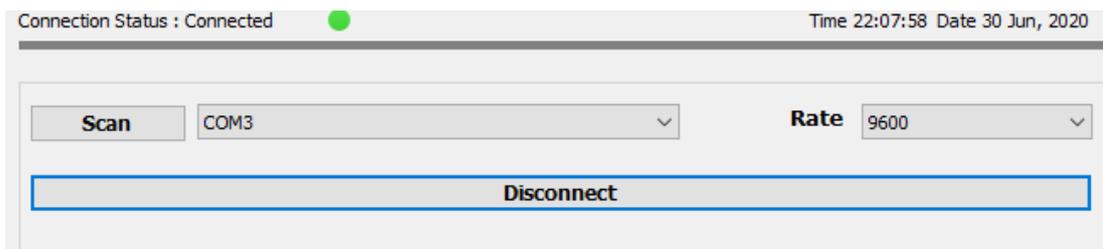


Figure III. 10: Connexion réussie au RFID Reader

Pour déconnecter le RFID Reader, nous appuyons sur le bouton « Disconnect » pour revenir à l'état montré dans (Fig. III.6)

III.2.3 Panel User Data

C'est l'espace où l'utilisateur peut consulter l'identifiant du patient pour afficher son dossier médical et imprimer une ordonnance, pour y accéder on appuie sur le bouton « User Data » à gauche. (Fig.III.6)

III.2.3.1 Lorsque RFID Reader n'est pas connecté

Lorsque le RFID Reader n'est pas connecté, l'accès est refusé nous recevons le message suivant (Fig. III.11).

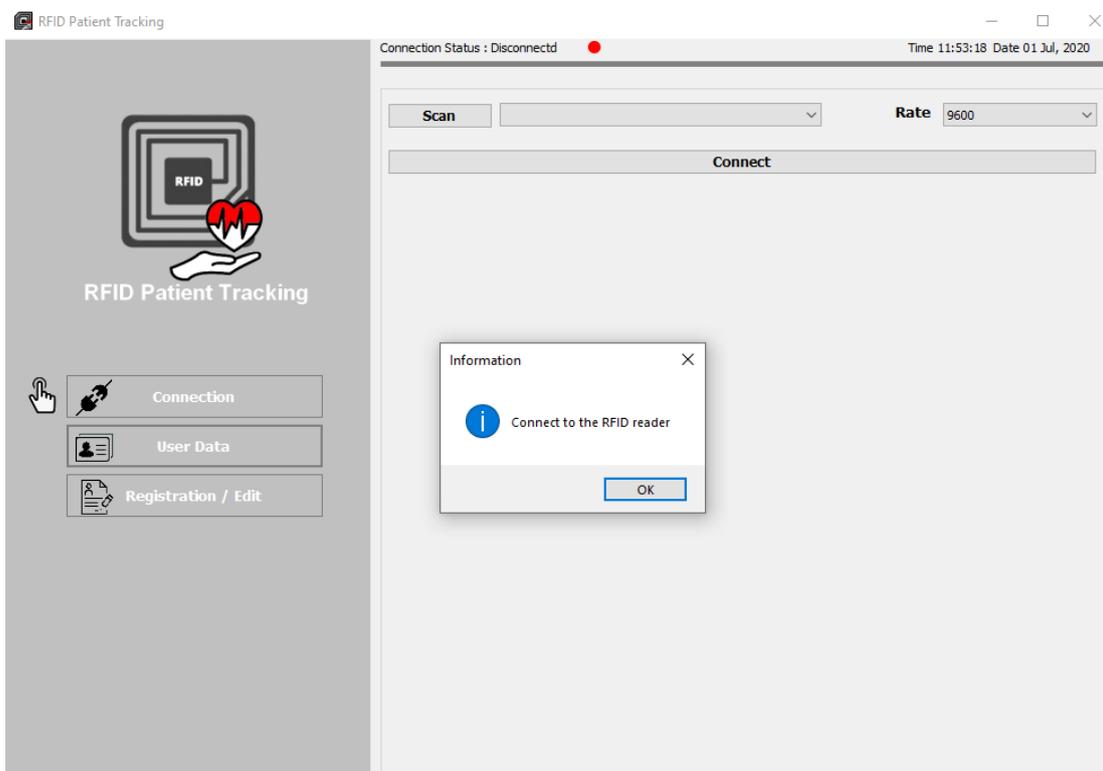


Figure III. 11: Message d'information indiquant que Panel User data n'est pas accessible

III.2.3.2 Lorsque RFID Reader est connecté

Une fois le RFID Reader est connecté, l'accès au Panel User Data est possible, nous avons deux onglets principaux : Data ID et RX (ordonnance)

Comme il est affiché, il n'y a pas encore de données sans scanner la carte RFID de chaque patient (Fig. III.12) et (Fig. III.13).

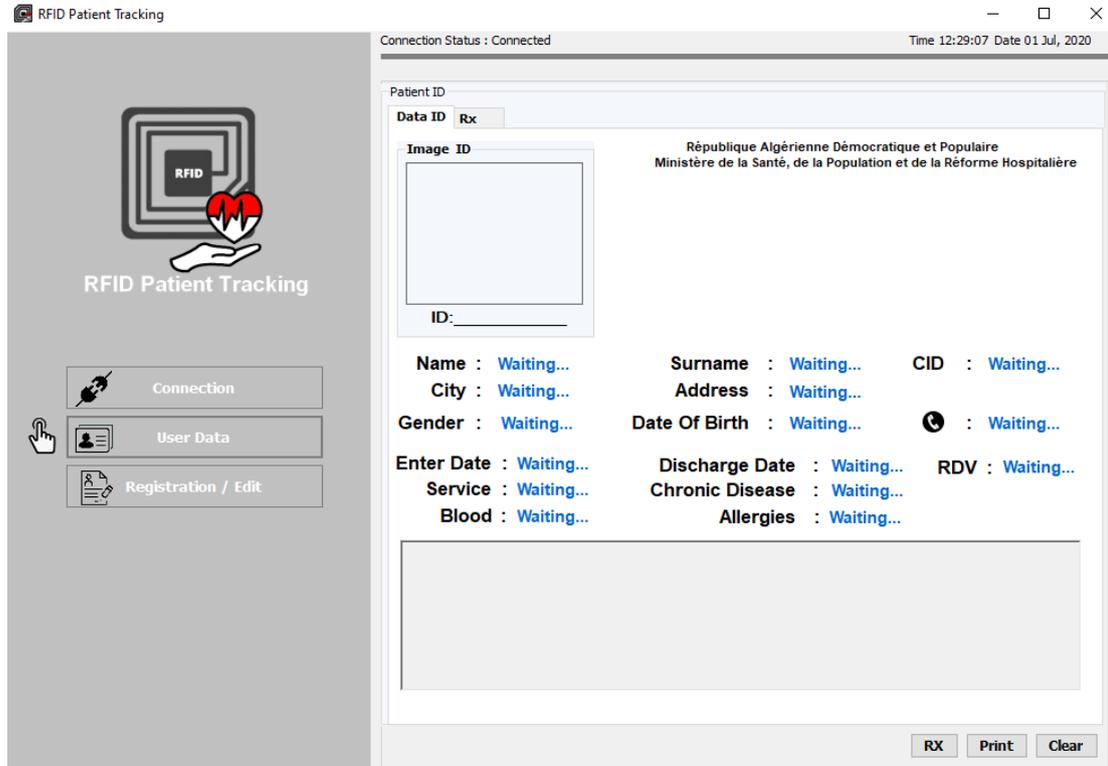


Figure III. 12: Panel User Data - Onglet Data ID.

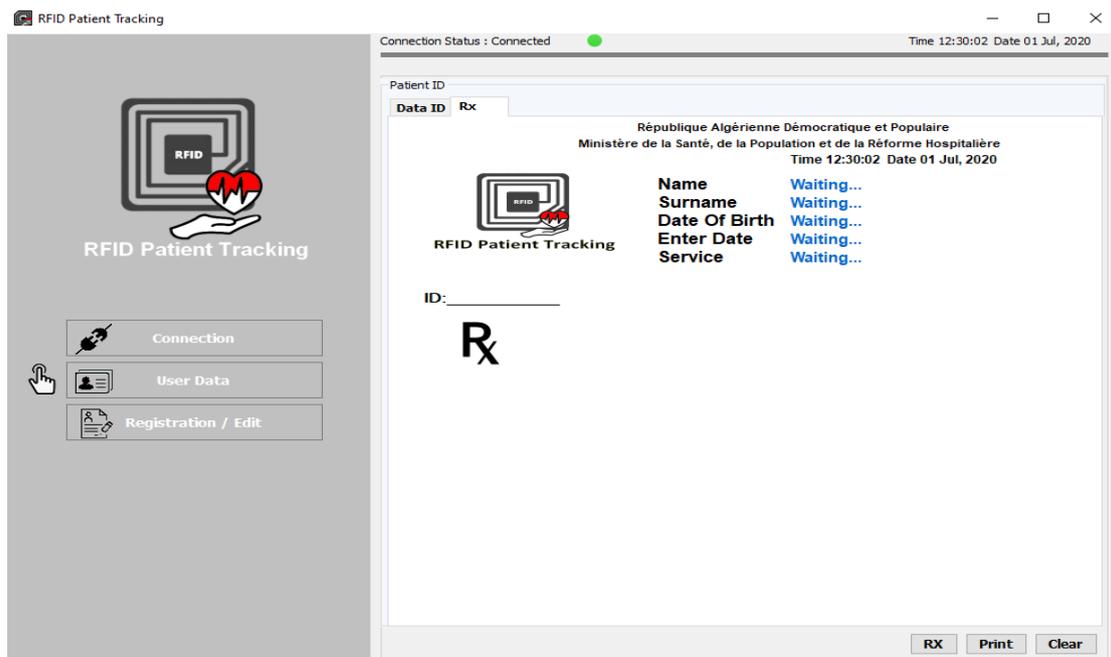


Figure III. 13: Panel User Data - Onglet RX.

III.2.3.2.1 Lorsque la carte RFID n'est pas encore enregistrée

Quand on scanne la carte RFID du patient lorsqu'elle n'est pas enregistrée, nous recevons le message suivant (Fig. III.14).

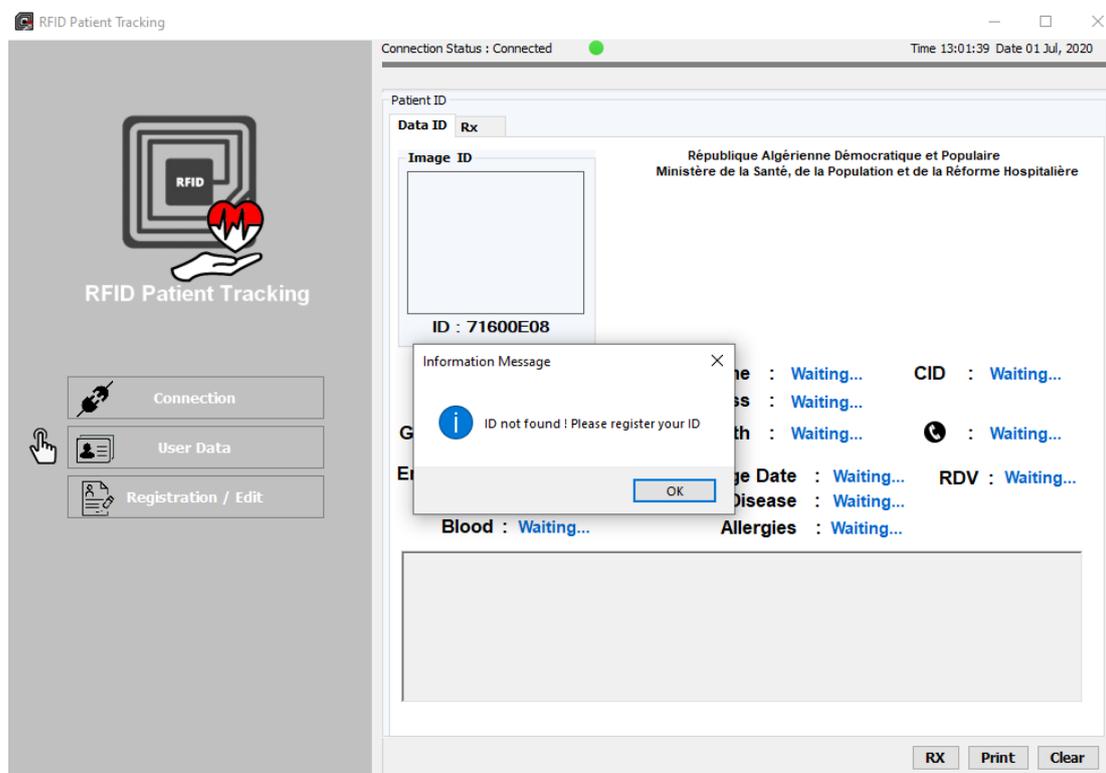


Figure III. 14: Message d'information indiquant que l'ID n'est pas enregistré.

III.2.3.2.2 Lorsque la carte RFID est enregistrée

Lorsque la carte RFID est scannée sur le RFID Reader l'identifiant réservé au patient dans la base de données affiche les données de patient associées à cet identifiant comme illustré ci-dessous dans (Fig.III.15) et (Fig.III.16).

- **Le bouton « RX »** : Pour imprimer le formulaire RX (ordonnance).
- **Le bouton « Print »** : Pour imprimer les données d'identification du patient.
- **Le bouton « Clear »** : Pour initialiser les informations d'ID du patient dans l'onglet Data ID et RX.

III. CHAPITRE III – IMPLEMENTATION DU SYSTEME

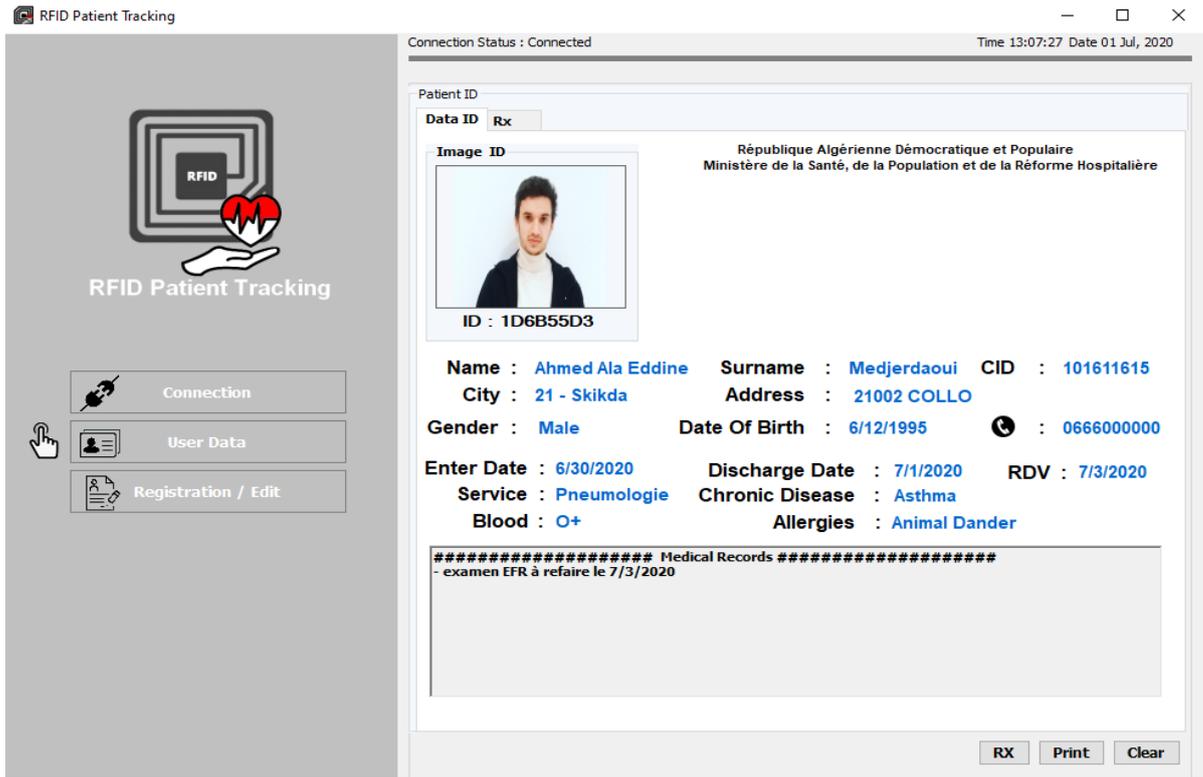


Figure III. 15: Onglet Data ID avec informations affichées.

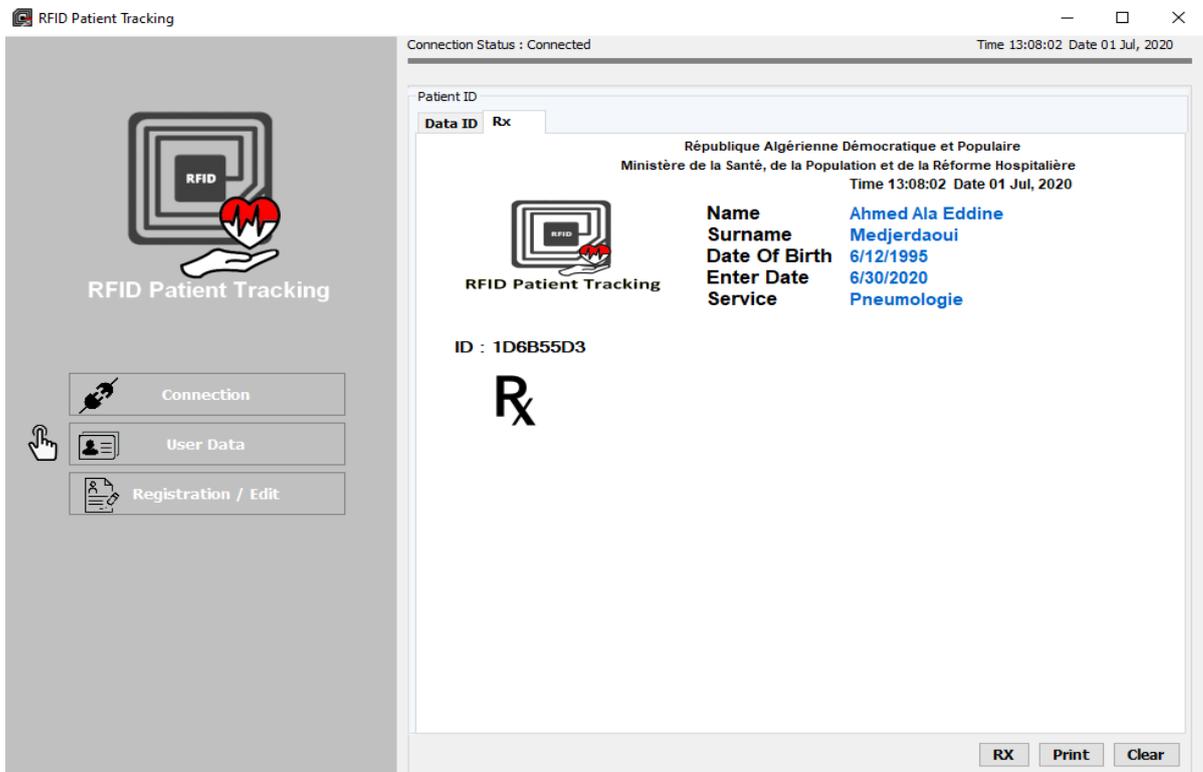


Figure III. 16: Onglet RX avec informations affichées.

III.2.4 Panel Registration/Edit - RPT

C'est l'espace où l'utilisateur peut enregistrer ou modifier les données du patient sur chaque carte RFID, garder une trace des données enregistrées dans le tableau connecté au serveur de base de données, imprimer les données ou les exporter vers Excel (Fig. III.17).

Connection Status : Connected ● Time 18:20:20 Date 01 Jul, 2020

Name:

Surname:

Date of birth: 7/ 1/2020 CID: Gender:

Address:

City: Blood: Allergies:

Service: Chronic Disease:

Enter Date: 7/ 1/2020 Discharge Date: RDV:

Medical Records:
Medical Records

Image

Get ID

ID: Patients N° 2

Record Review

Search: Surname ID

	Surname	Name	ID	City	CID	Service	Birthdate	Enterdate	RDV
▶	Medjerdaoui	Ahmed Ala E...	1D685SD3	21 - Skkda	101611615	Pneumologie	6/12/1995	6/30/2020	7/25/2020
	Moknine	Mohamed	A7E1BA3C	02 - Chlef	123456789	Cardiologie	2/29/1996	6/20/2020	6/26/2020

Figure III. 17: Panel Registration/Edit.

- **Le bouton « Clear »** : Pour initialiser les informations d'ID du patient dans le formulaire d'enregistrement
- **Le bouton « Print »** : Pour imprimer les informations du tableau de données.
- **Le bouton « Excel »** : Pour exporter les informations du tableau en tant que fichier Excel

III.2.4.1 Lorsque RFID Reader n'est pas connecté

Dans ce cas, l'utilisateur ne peut suivre que les cartes RFID déjà enregistrées, si nous appuyons sur le bouton « Scan », nous recevons le message suivant (Fig. III.18).

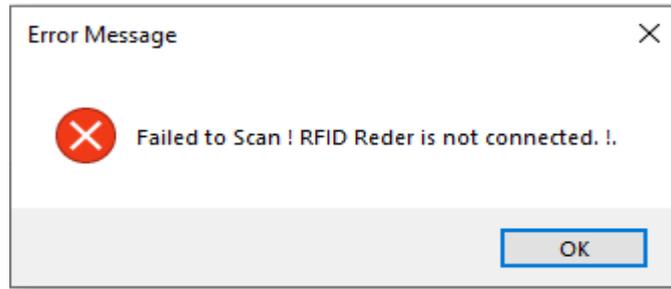


Figure III. 18: Message d'erreur Le RFID Reader est déconnecté.

III.2.4.2 Lorsque RFID Reader est connecté

Dans ce cas l'utilisateur peut scanner des cartes RFID pour les enregistrer ou les modifier.

III.2.4.2.1 Lorsque la carte RFID n'est pas encore enregistrée

En appuyant sur le bouton « Scan » pour scanner la carte RFID

Si la lecture réussit, le numéro d'identification s'affiche (Fig. III.19).

Figure III. 19: Les champs d'enregistrement.

Maintenant l'utilisateur peut remplir les informations puis les enregistrer. Après avoir rempli les informations correctes, l'utilisateur appuie sur le bouton Enregistrer, le message suivant apparaît (Fig. III.20).

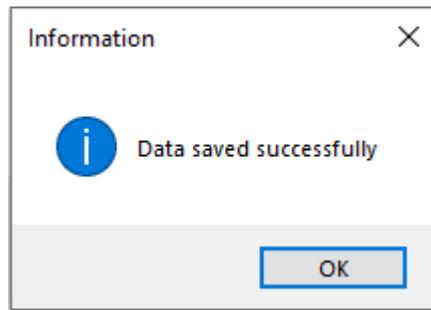


Figure III. 20: Message sauvgarde réussi.

III.2.4.2.2 Lorsque la carte RFID est déjà enregistrée

En appuyant sur le bouton « Scan » pour scanner la carte RFID

- Si la lecture réussit et l'ID de la carte RFID est déjà enregistré dans la base de données, le message suivant apparaît (Fig. III.21).

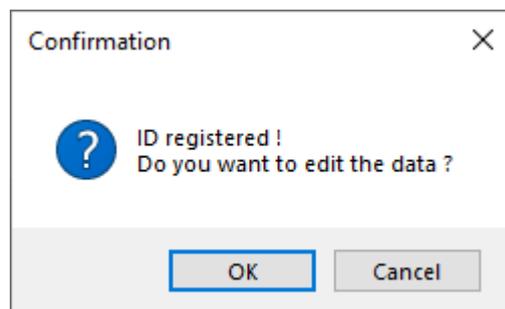


Figure III. 21: Message de confirmation lorsque la carte RFID est déjà enregistré.

- Si l'utilisateur veut mettre à jour les informations de la carte RFID, on appuie sur « Ok », puis on change les informations, puis on appuie sur le bouton « Save », le message suivant apparaît (Fig. III.22).

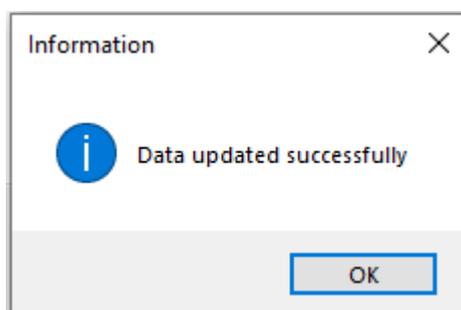


Figure III. 22: Message de mise à jour réussi.

III.2.5 Options du tableau de données - RPT

Le tableau de données est une section importante dans l'interface pour garder une trace des ID RFID enregistrés dans la base de données système (Fig. III.23).

	Surname	Name	ID	City	CID	Service	Birthdate	Enterdate	RDV
▶	Mohamed	Ahmed	71600E08	31 - Oran	112113115	Les Urgences	1/1/2000	7/1/2020	7/1/2020
	Moknine	Mohamed	A7E1BA3C	02 - Chlef	123456789	Cardiologie	2/29/1996	6/20/2020	7/3/2020
	Medjerdaoui	Ahmed Ala E...	1D6B55D3	21 - Skikda	101611615	Pneumologie	6/12/1995	6/30/2020	7/25/2020

Figure III. 23: Section d'affichage des enregistrements.

III.2.5.1 Search

L'utilisateur peut rechercher un n'importe quel patient en utilisant son nom de famille ou son ID dans tableau de données (Fig. III.24).

Figure III. 24: La barre de recherche du tableau de données.

III.2.5.2 Code couleur pour les lignes du tableau de données

Si la couleur du fond d'une ligne est

- **Verte** : Indiquer qu'aujourd'hui est la date du RDV du patient.
- **Jaune** : La ligne est colorée en jaune 3 jours avant la date de RDV du patient pour indiquer que la date de RDV est proche (Fig. III.25).

	Surname	Name	ID	City	CID	Service	Birthdate	Enterdate	RDV
▶	Medjerdaoui	Ahmed Ala E...	1D6B55D3	21 - Skikda	101611615	Pneumologie	6/12/1995	6/30/2020	7/25/2020
	Mohamed	Ahmed	71600E08	31 - Oran	112113116	Les Urgences	1/1/2000	7/1/2020	7/1/2020
	Moknine	Mohamed	A7E1BA3C	02 - Chlef	123456789	Cardiologie	2/29/1996	6/20/2020	7/3/2020

Figure III. 25: Code couleur pour les lignes du tableau de données.

III.2.5.3 Menu contextuel du tableau de données

Avec un clic droit de la souris dans le tableau de données, ce menu contextuel apparaît (Fig. III.26):

:

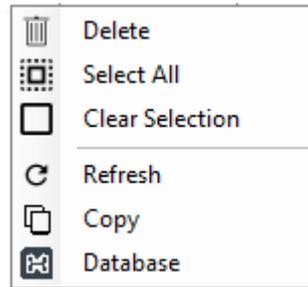


Figure III. 26: Menu contextuel du tableau de données.

- **Delete** : Supprimer la ligne sélectionnée (ID RFID) de la base de données.
- **Select All** : Pour sélectionner toutes les lignes du tableau de données.
- **Clear Selection** : Pour désélectionner la ligne sélectionnée.
- **Refresh** : Pour actualiser le tableau de données.
- **Copy** : Pour copier les informations de la ligne sélectionnée.
- **Database** : Pour accéder à la base de données du système.

III.3 RFID Asset Tracking

Dans l'interface RFID Asset Tracking, nous avons un utilisateur principal (Admin) et un utilisateur secondaire (User) qui ont un nom d'utilisateur et un mot de passe de connexion pour accéder à l'interface déjà identifié dans la base de données du système.

III.3.1 Authentification - RAT

Au lancement de l'interface, une fenêtre de connexion apparaît qui demande à l'utilisateur de saisir le nom d'utilisateur et le mot de passe corrects pour accéder au logiciel (Fig. III.27).

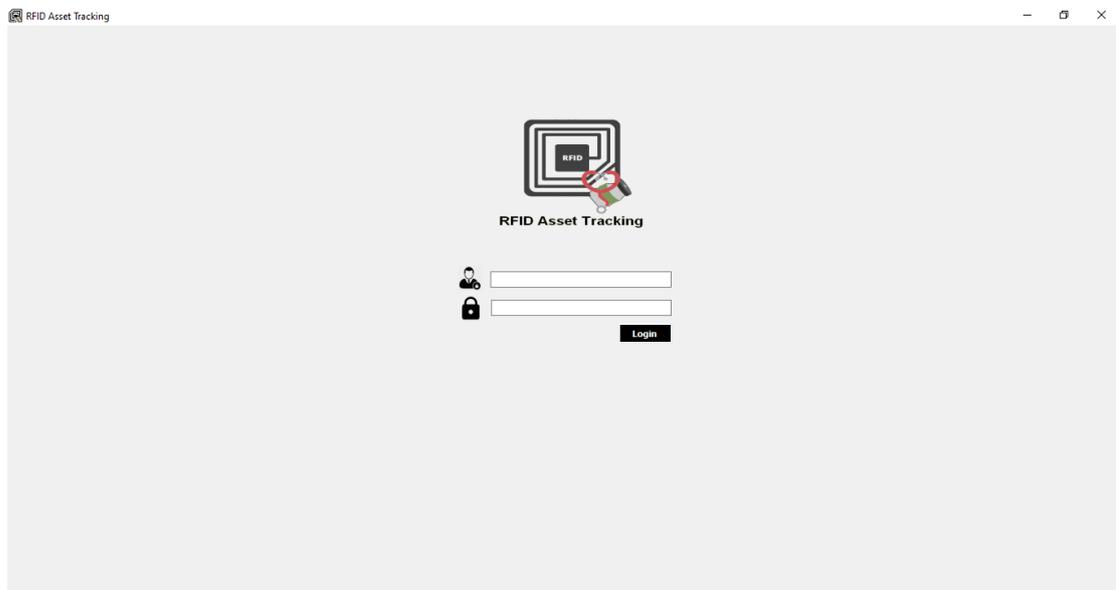


Figure III. 27: Interface d'authentification – RAT.

Au cas où l'utilisateur entrerait un mauvais nom d'utilisateur ou mot de passe, ce message apparaît (Fig. III.28).

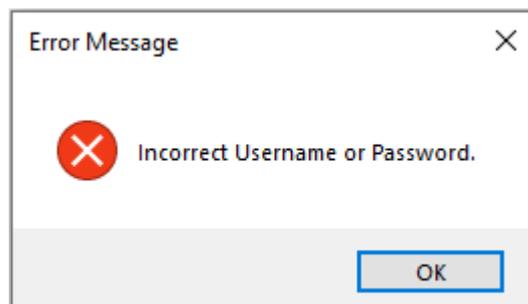


Figure III. 28: Message d'erreur d'authentification – RAT.

III.3.2 Panel Connection - RAT

Une fois l'utilisateur est connecté, cette interface apparaît là où elle affiche le panneau de connexion (Fig. III.29).

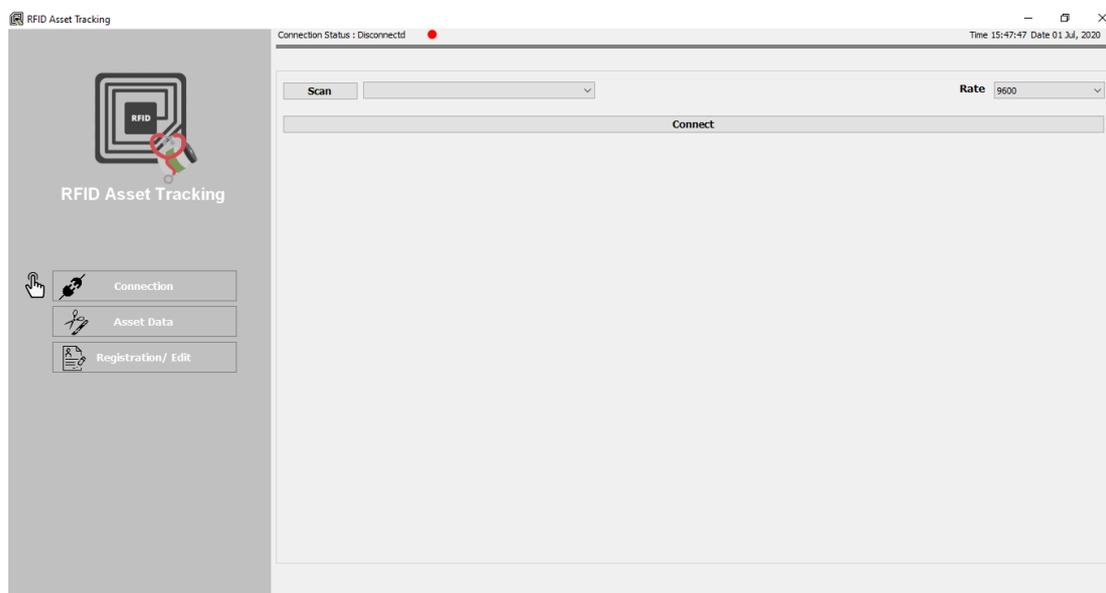


Figure III. 29: Panel Connection – RAT.

Dans le panneau de connexion lorsque nous appuyons sur le bouton « Scan »
 ➤ Si le lecteur RFID n'est pas connecté, ce message apparaît (fig. III. 30).

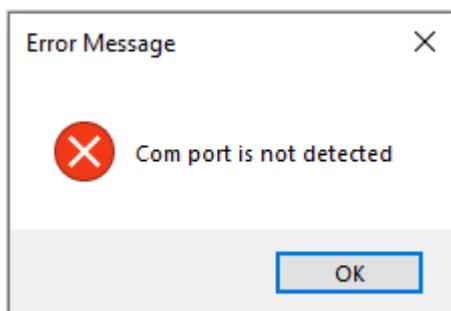


Figure III. 30: Message d'erreur Le port COM n'est pas détecté – RAT.

Nous ne recevons aucun résultat pour le scan, on remarque en haut que l'état de connexion n'est pas encore modifié (Fig. III.31).

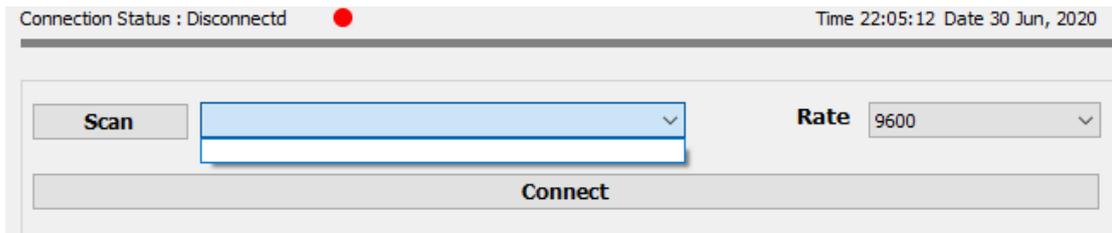


Figure III. 31: ID de port n'est pas trouvé – RAT.

- Si le RFID Reader est connecté, nous recevons le port ID dans le scan comme résultat (Fig. III.32).

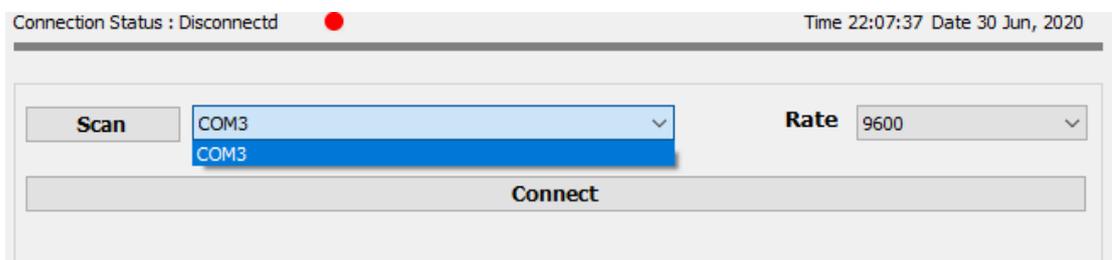


Figure III. 32: ID de port est trouvé – RAT.

Une fois l'identifiant du port détecté, nous appuyons sur le bouton « Connect » pour connecter le RFID Reader à l'interface, on remarque en haut que l'état de connexion est modifié (Fig. III.33).

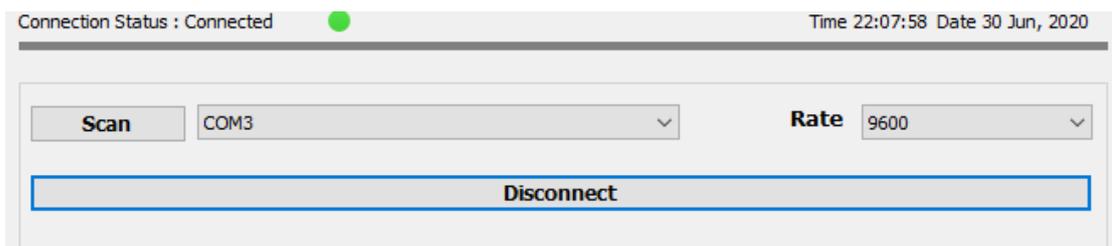


Figure III. 33: Connexion réussie au RFID Reader – RAT.

Pour déconnecter le RFID Reader, nous appuyons sur le bouton « Disconnect » pour revenir à l'état montré dans (Fig. III.29).

III.3.3 Panel Asset Data

C'est l'espace où l'utilisateur peut consulter l'identifiant d'Asset médical pour afficher son état, pour y accéder on appuie sur le bouton « Asset Data » à gauche (fig. III.29).

III.3.3.1 Lorsque RFID Reader n'est pas connecté

Lorsque le RFID Reader n'est pas connecté, l'accès est refusé nous recevons le message suivant (Fig. III.34).

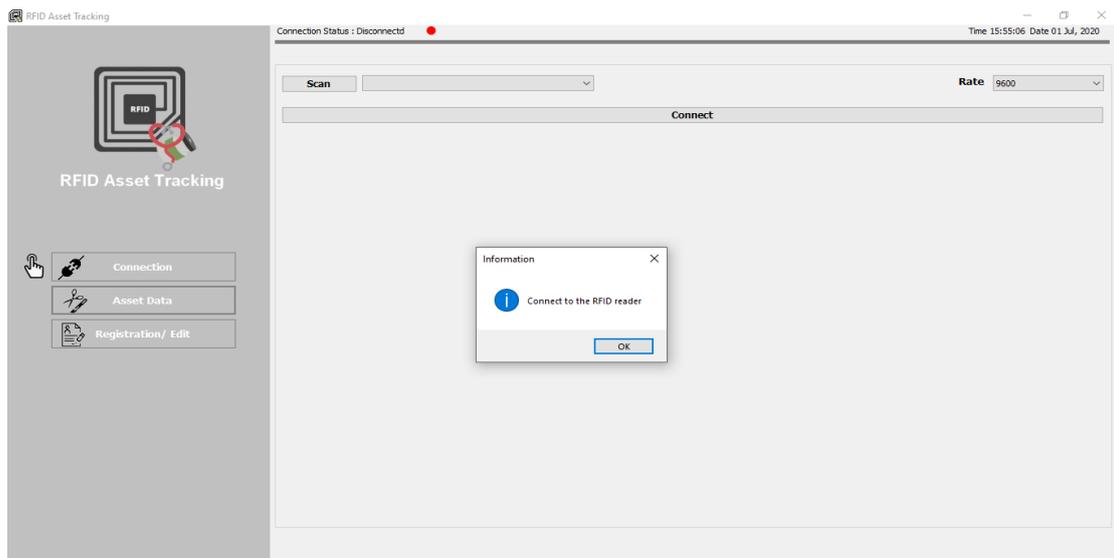


Figure III. 34: Message d'information indiquant que Panel Asset data n'est pas accessible – RAT.

III.3.3.2 Lorsque RFID Reader est connecté

Une fois le RFID Reader est connecté, l'accès au Panel Asset Data est possible, comme il est affiché, il n'y a pas encore de données sans scanner le tag RFID de chaque asset (Fig. III.35).

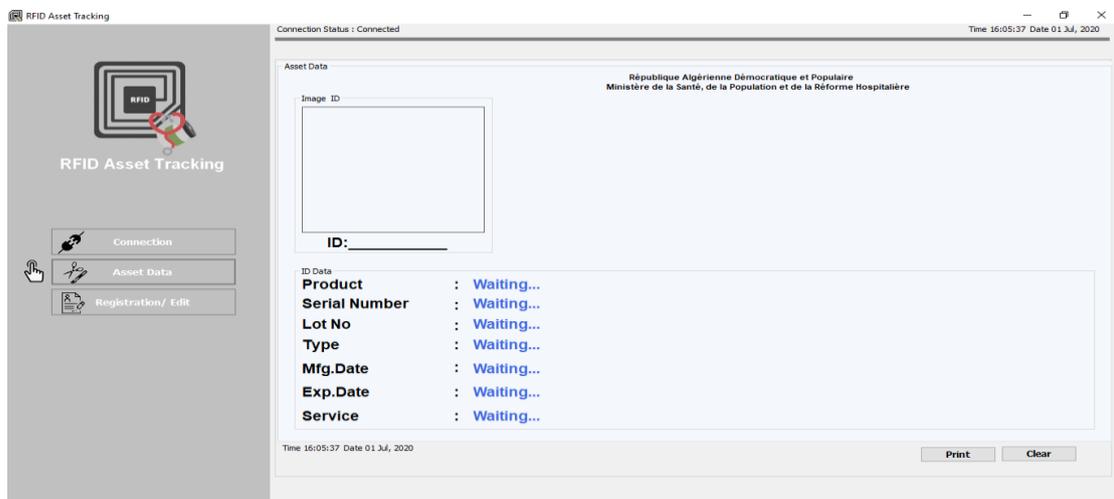


Figure III. 35: Panel Asset Data .

III.3.3.2.1 Lorsque le tag RFID n'est pas encore enregistré

Quand on scanne le tag RFID du Asset lorsqu'il n'est pas enregistré, nous recevons le message suivant (Fig. III.36).

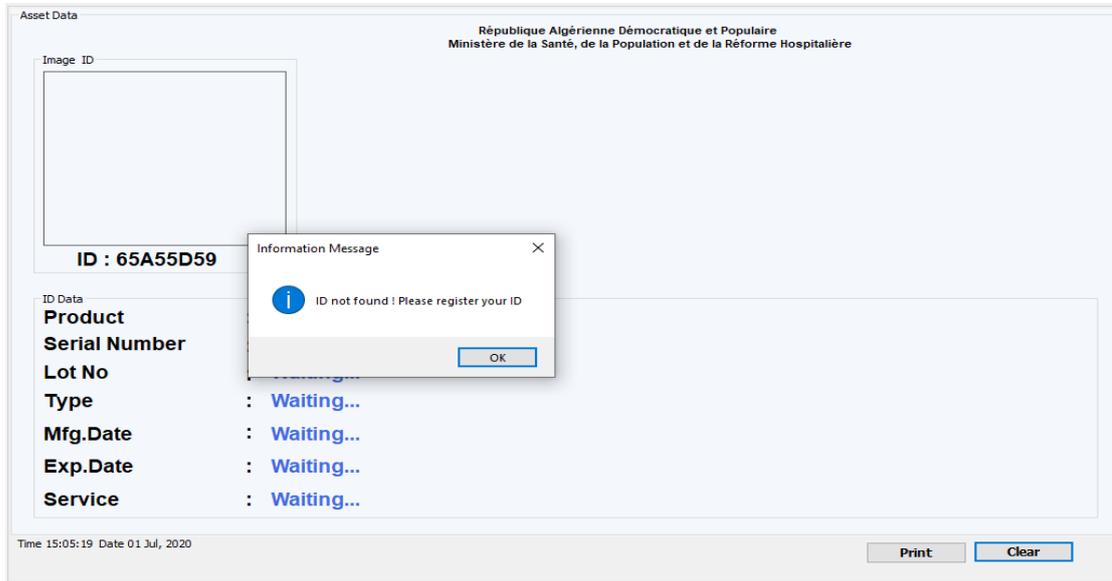


Figure III. 36: Message d'information indiquant que l'ID n'est pas enregistré – RAT.

III.3.3.2.2 Lorsque le Tag RFID est enregistré

Lorsque le tag RFID est scanné sur le RFID Reader l'identifiant réservé au asset dans la base de données affiche les données de l'asset associées à cet identifiant comme illustré ci-dessous dans (Fig. III.37).

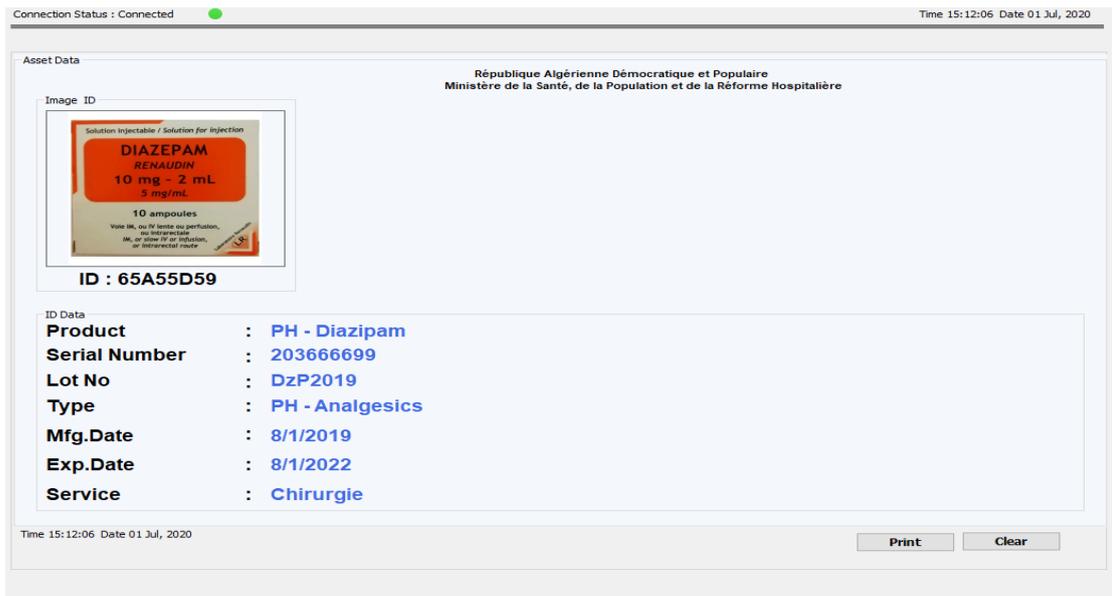


Figure III. 37: Panel Asset Data avec informations affichées.

- **Le bouton « Print »** : Pour imprimer les données d'identification d'asset affiché
- **Le bouton « Clear »** : Pour initialiser les informations d'ID d'asset affiché

III.3.4 Panel Registration/Edit - RAT

III.3.4.1 Authentification

En raison de la valeur élevée des actifs et de la responsabilité qui accompagne l'enregistrement et le suivi, il est très important de protéger ce panneau avec l'authentification de connexion.

III.3.4.4.1 Authentification par user / pass méthode

L'administrateur insère conjointement le mot de passe et utilisateur pour accéder au panneau puis cliquez sur « Login » (Fig. III.38).

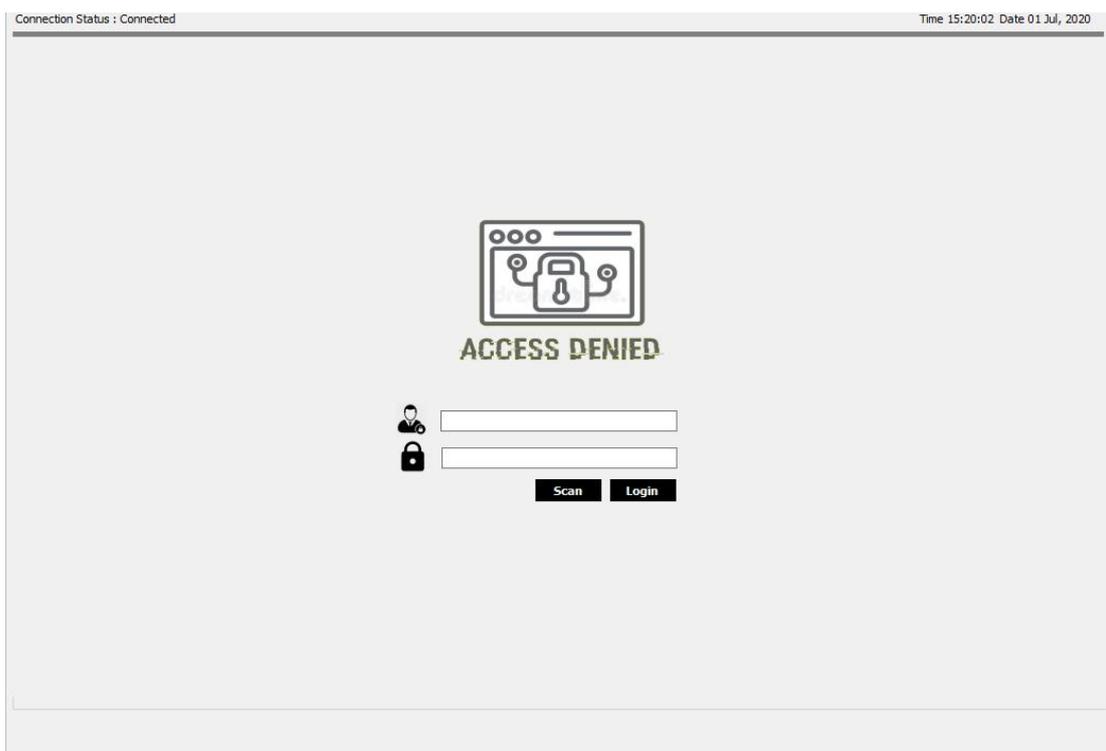


Figure III. 38: Authentification par user / pass methode.

III.3.4.1.1 Authentification par une carte RFID

L'administrateur clique sur « Scan » puis scanne la carte RFID pour accéder directement au panneau (Fig. III.39).

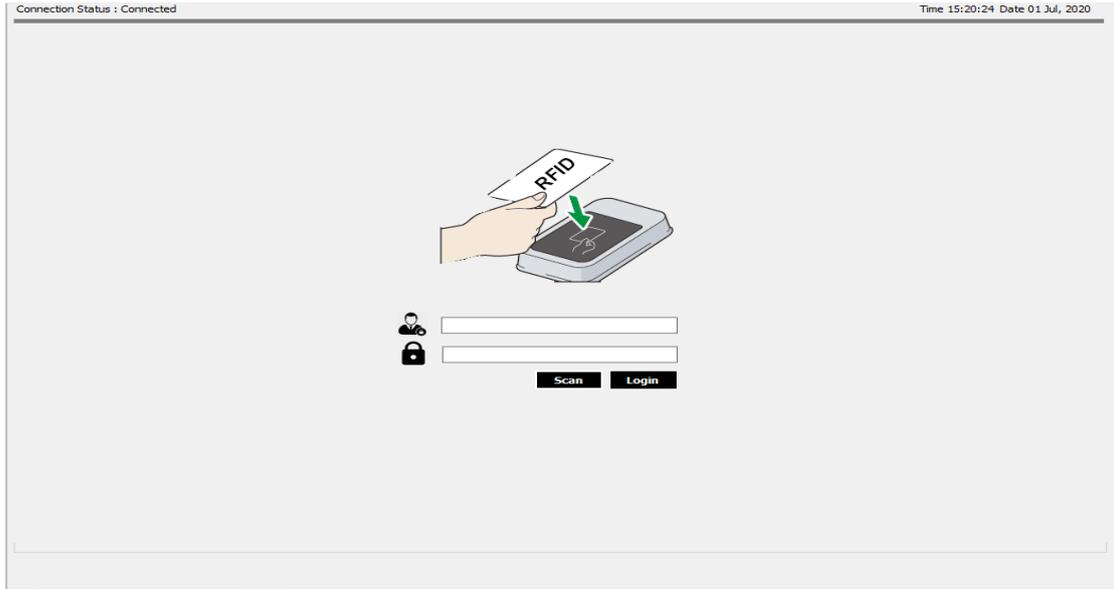


Figure III. 39: Authentification par une carte RFID.

III.3.4.2 Interface Panel Registration/Edit

C'est l'espace où l'utilisateur peut enregistrer ou modifier les données d'asset sur chaque tag RFID , garder une trace des données enregistrées dans le tableau connecté au serveur de base de données, imprimer les données ou les exporter vers Excel (Fig. III.40).

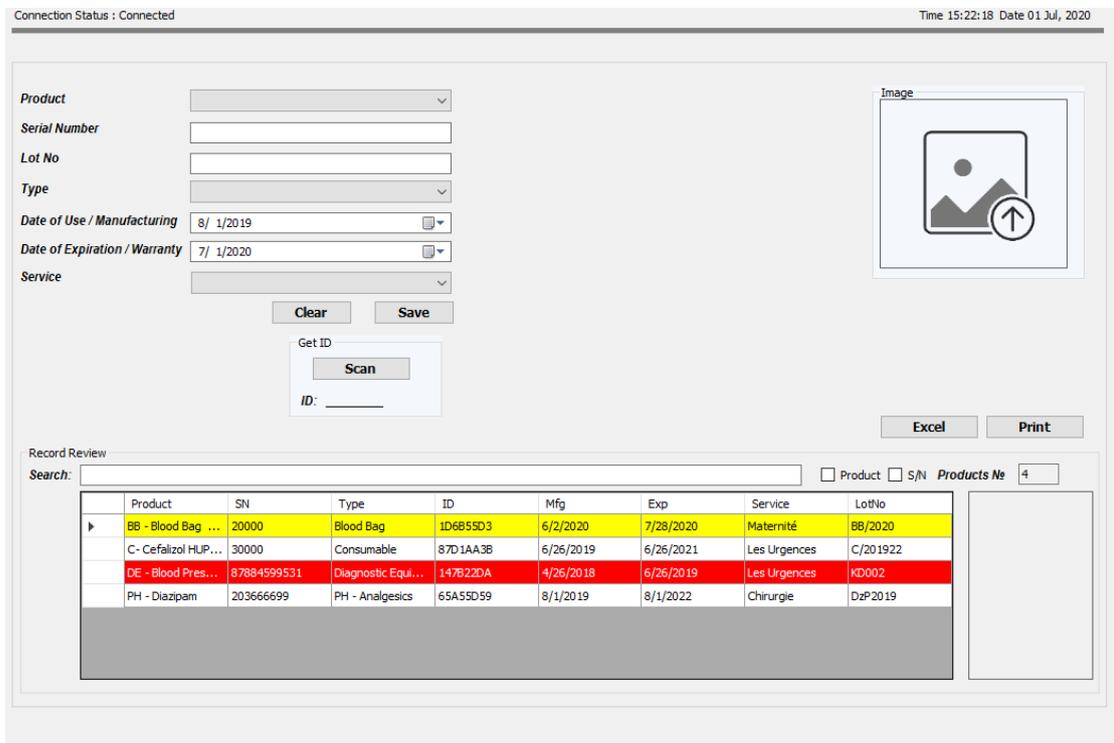


Figure III. 40: Panel Registration/Edit.

- **Le bouton « Clear »** : Pour initialiser les informations d'ID d'asset dans le formulaire d'enregistrement
- **Le bouton « Print »** : Pour imprimer les informations du tableau de données.
- **Le bouton « Excel »** : Pour exporter les informations du tableau en tant que fichier Excel

III.3.4.3 Lorsque RFID Reader n'est pas connecté

Dans ce cas, l'utilisateur ne peut suivre que les tag RFID déjà enregistrées, si nous appuyons sur le bouton « Scan », nous recevons le message suivant (Fig. III.41).

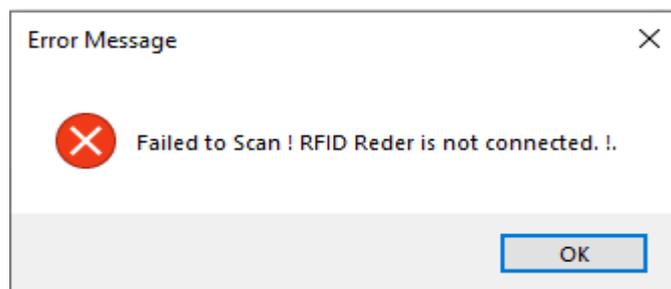


Figure III. 41: Message d'erreur Le RFID Reader est déconnecté – RAT.

III.3.4.4 Lorsque RFID Reader est connecté

Dans ce cas l'utilisateur peut scanner des tags RFID pour les enregistrer ou les modifier.

III.3.4.4.1 Lorsque le tag RFID n'est pas encore enregistré

En appuyant sur le bouton « Scan » pour scanner la carte RFID

- Si la lecture réussit, le numéro d'identification s'affiche (Fig. III.42).

Figure III. 42: Les champs d'enregistrement – RAT.

Maintenant l'utilisateur peut remplir les informations puis les enregistrer. Après avoir rempli les informations correctes, l'utilisateur appuie sur le bouton Enregistrer, le message suivant apparaît (Fig. III.43).

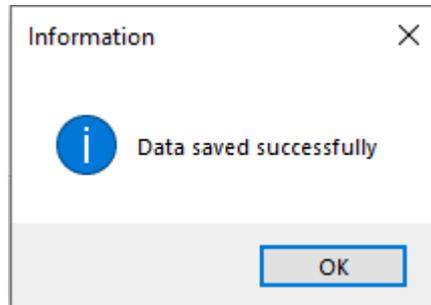


Figure III. 43: Message sauvegarde réussi – RAT.

III.3.4.4.2 Lorsque le tag RFID est déjà enregistré

En appuyant sur le bouton « Scan » pour scanner la carte RFID

- Si la lecture réussit et l'ID de la carte RFID est déjà enregistré dans la base de données, le message suivant apparaît (Fig. III.44).

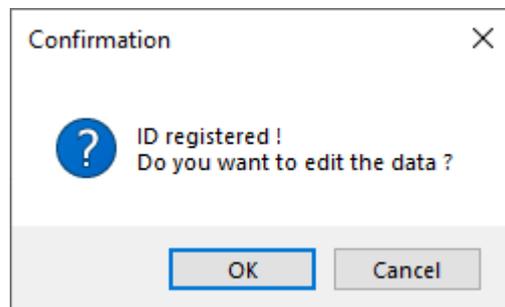


Figure III. 44: Message de confirmation lorsque la carte RFID est déjà enregistré – RAT.

- Si l'utilisateur veut mettre à jour les informations de la carte RFID, on appuie sur « Ok », puis on change les informations, puis on appuie sur le bouton « Save », le message suivant apparaît (Fig. III.45).

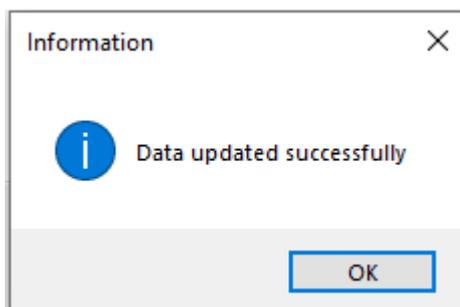


Figure III. 45: Message de mise à jour réussi – RAT.

III.3.5 Options du tableau de données - RAT

Le tableau de données est une section importante dans l'interface pour garder une trace des ID RFID enregistrés dans la base de données système système (Fig. III.46).

Product	SN	Type	ID	Mfg	Exp	Service	LotNo
BB - Blood Bag ...	20000	Blood Bag	1D6B55D3	6/2/2020	7/28/2020	Maternité	BB/2020
C- Cefalzol HUP...	30000	Consumable	87D1AA3B	6/26/2019	6/26/2021	Les Urgences	C/201922
DE - Blood Pres...	87884599531	Diagnostic Equi...	147B22DA	4/26/2018	6/26/2019	Les Urgences	KD002
PH - Diazepam	203666699	PH - Analgesics	65A55D59	8/1/2019	8/1/2022	Chirurgie	DzP2019

Figure III. 46: Section d'affichage des enregistrements – RAT.

III.3.5.1 Search

L'utilisateur peut rechercher un certain asset en utilisant le nom du produit ou son S /N dans tableau de données (Fig. III.47).

Figure III. 47: La barre de recherche du tableau de données – RAT.

III.3.5.2 Code couleur pour les lignes du tableau de données

Si la couleur du fond d'une ligne est

- **Rouge** : indiquer que le produit est périmé ou nécessite un entretien
- **Jaune** : indiquer pendant 30 jours que la date d'expiration ou de maintenance est proche.

Product	SN	Type	ID	Mfg	Exp	Service	LotNo
BB - Blood Bag ...	20000	Blood Bag	1D6B55D3	6/2/2020	7/28/2020	Maternité	BB/2020
C- Cefalzol HUP...	30000	Consumable	87D1AA3B	6/26/2019	6/26/2021	Les Urgences	C/201922
DE - Blood Pres...	87884599531	Diagnostic Equi...	147B22DA	4/26/2018	6/26/2019	Les Urgences	KD002
PH - Diazepam	203666699	PH - Analgesics	65A55D59	8/1/2019	8/1/2022	Chirurgie	DzP2019

Figure III. 48: Code couleur pour les lignes du tableau de données – RAT.

III.3.5.3 Menu contextuel du tableau de données

Avec un clic droit de la souris dans le tableau de données, ce menu contextuel apparaît (Fig. III.49).

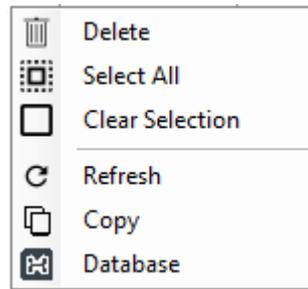


Figure III. 49: Menu contextuel du tableau de données

- **Delete** : Supprimer la ligne sélectionnée (ID RFID) de la base de données.
- **Select All** : Pour sélectionner toutes les lignes du tableau de données.
- **Clear Selection** : Pour désélectionner la ligne sélectionnée.
- **Refresh** : Pour actualiser le tableau de données.
- **Copy** : Pour copier les informations de la ligne sélectionnée.
- **Database** : Pour accéder à la base de données du système.

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté la partie implémentation de notre projet, et les différents outils de développement des deux applications ainsi que leurs interfaces utilisateurs essentielles , où nous présentons un guide d'utilisation pour les deux applications.

Conclusion Générale

L'objectif de notre projet de fin d'étude, présenté dans ce mémoire, est la conception et le Développement d'une interface homme machine de tracking RFID (Identification par Radiofréquences) dans un service hospitalier.

Le processus de développement a été réalisé durant trois phases :

Nous avons fait des recherches sur la technologie RFID et ses applications dans le domaine de la santé pour avoir une meilleure compréhension de l'intégration de la technologie RFID dans un service hospitalier.

La deuxième phase c'est la conception du système avec le processus UP et le langage de modélisation UML.

La troisième phase c'est l'implémentation de notre système, ou nous avons utilisé Visual Studio, et langage Visual Basic (VB) pour réaliser le projet.

General conclusion

The objective of our end-of-study project, presented in this report, is the design and development of a human-machine interface for RFID tracking (Identification by Radiofrequencies) in a hospital service.

The development process took place in three phases:

We researched RFID technology and its applications in the health field in order to better understand the integration of RFID technology in a hospital department.

The second phase is the design of the system with the UP process and the UML modeling language.

The third phase is the implementation of the system, where we used Visual Studio and the Visual Basic (VB) language to carry out the project.

La bibliographie

[1] http://igm.univ-mlv.fr/~dr/XPOSE2012/RFID_Modbus/RFID/histoire.html
« accédé le 20/03/2020»

<https://www.paragon-id.com/fr/inspiration/lhistoire-de-la-technologie-identification-par-radiofrequence> « accédé le 20/03/2020»

[2] Les services aux milieux documentaires. (Août 2017). FICHE
D' INFORMATION NO 1

Hauet J.P. (2006). Identification par radiofréquence - Technologies et perspectives

[3] <https://www.companeo.com/portiques-de-securite/guide/technologie-rfid>
« accédé le 21/03/2020»

<https://www.etmm-online.com/what-is-rfid-definition-function-in-detail-a-824632/> « accédé le 21/03/2020»

[4] K.Finkenzelle. (2010). RFID Handbook: Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards, Radio Frequency Identification and Near-Field Communication, 6.

[5] <https://www.brooks.com/applications-by-industry/semiconductor/rfid/rfid-basics/rfid-components/rfid-reader> « accédé le 21/03/2020»

[6] <http://fireflyrfid.com/firefly-university/what-is-rfid-copy/index.html> « accédé le 22/03/2020»

[7] Jones EC, Chung CA. (2008). RFID in logistics: a practical introduction. Boca Raton: CRC Press. 23

[8] Myerson, J. M. (2007). RFID in the supply chain: a guide to selection and implementation, Auerbach Publications .29

- [9] Jean-Ferdinand Susini, H. Chabanne, P. Urien. (2010). RFID et l'internet des choses. HERMES SCIENCE PUBLICATIONS / LAVOISIER.
- [10] http://igm.univ-mlv.fr/~dr/XPOSE2012/RFID_Modbus/RFID/principe.html
« accédé le 24/03/2020»
- [11] Hauet J.P. (2006). Identification par radiofréquence - Technologies et perspectives
- [12] R. KHOURI. (28 Mai, 2007). “ Modélisation comportementale en VHDL-AMS du lien RF pour la simulation et l’optimisation des systèmes RFID UHF et micro-ondes“
- [13] D. PARET. (2008). “ RFID en ultra et super hautes fréquences UHF & SHF“, Dunod, Paris
- [14] <https://www.electronics-notes.com/articles/connectivity/rfid-radio-frequency-identification/standards-iec-iso-epcglobal.php> « accédé le 24/03/2020»
http://www-igm.univ-mlv.fr/~dr/XPOSE2007/mmadegar_rfid/communication_introduction.html « accédé le 25/03/2020»
- [15] <https://www.peak-ryzex.com/articles/rfid-vs-barcode-comparison-advantages-disadvantages/> « accédé le 26/03/2020»
T.Borgohain, S.Sanyal.(2015).Technical Analysis of Security Infrastructure in RFID Technology - Department of Instrumentation Engineering, Assam Engineering College, Guwahati, India
- [16] Hauet J.P. (2006). Identification par radiofréquence - Technologies et perspectives
- [17] <https://www.hindawi.com/journals/misy/2016/8364909/> « accédé le 26/03/2020»
K.P. Fishkin ; M. Philipose. (2005). A. Rea Hands-On RFID: Wireless Wearables for Detecting Use of Objects , Adam Rea *Intel Research Seattle*
- [18] Jones EC, Chung CA. (2008). RFID in logistics: a practical introduction. Boca Raton: CRC Press .120

[19] <https://www.global-tag.com/fr/applications-rfid-inventaire/> « accédé le 28/03/2020»

[20] Myerson, J. M. (2007). RFID in the supply chain: a guide to selection and implementation, Auerbach Publications . 17
<https://www.lsa-conso.fr/le-controle-des-stocks-et-la-traca-bilite-premiers-enjeux-de-la-rfid,125690> « accédé le 28/03/2020»

[21] BULLETIN TECHNIQUE N°47 (Septembre 2016) La RFID, technologie clé de l'Usine du Futur, Institut Maupertuis.

K.Finkenzelle. (2010). RFID Handbook: Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards, Radio Frequency Identification and Near-Field Communication .410

[22] https://www.kimaldi.com/fr/secteurs/vehicules_et_stationnements/tracabilite_et_controle_d_acces_pour_vehicules_par_rfid_active/ « accédé le 29/03/2020»

[23] OCDE. (2008). L'identification par radiofréquence (RFID) SÉCURITÉ DE L'INFORMATION ET PROTECTION DE LA VIE PRIVÉE

[24] K.Finkenzelle. (2010). RFID Handbook: Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards, Radio Frequency Identification and Near-Field Communication .391.

[25] K.Finkenzelle. (2010). RFID Handbook: Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards, Radio Frequency Identification and Near-Field Communication .372

L.Lissa'idah, M.A.Rosid, A. Fitriani. (2018). Web-based canteen payment system with RFID technology International Conference on Education, Science and Technology

[26] <https://www.healthaffairs.org/doi/full/10.1377/hlthaff.25.1.163> « accédé le 30/03/2020»

[27] Fuhrer, P.; Guinard, D. (2006). Building a Smart Hospital Using RFID Technologies: Use Cases and Implementation; University of Fribourg, Switzerland

- [28] M.Haddara, A.Staaby. (2018). RFID Applications and Adoptions in Healthcare: A Review on Patient Safety
B, Khosla ,B.Chowdhury. (2007). RFID-based Hospital Realtime Patient Management System. Melbourne.
- [29] <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5075230/> « accédé le 01/04/2020»
- [30] R.Koh, E.Schuster, I.Chackrabarti, A.Bellman. (2003). White paper: Securing the pharmaceutical supply chain.
- [31] UPS Supply Chain Solutions. (2005). White Paper RFID in Healthcare – A panacea for the regulations and issues affecting the industry?, United Parcel Service of America.
- [32] E.Reymond. (2007). Pharma sees great RFID opportunities for clinical trials.
- [33] A Report for BT. (2004). RFID in the Pharmaceutical Supply Chain: A future prognosis.
- [34] UPS Supply Chain Solutions. (2005). White Paper RFID in Healthcare – A panacea for the regulations and issues affecting the industry?, United Parcel Service of America.
- [35] Zebra Technologies. (2015). RFID Solutions For Healthcare Reducing Costs And Improving Operational Efficiency.
- [36] <https://www.epilepsy.com/connect/forums/diagnostic-dilemmas-and-testing/rfid-monitor-brain-activity-and-sleep-apnea-new> « accédé le 02/04/2020»
- [37] P. Gouthaman. (Aug 27, 2007). Enabling Remote Health-care Applications With RFID, *RFID Journal*.
- [38] A Report for BT. (2004). RFID in the Pharmaceutical Supply Chain: A future prognosis.
- [39] S.Ranger. (2006). RFID to cure NHS hardware thefts.
- [40] W. H. Dzik, E. Cooley. (September 2003). Lecture 2002: Transfusion Safety in the Hospital. *Transfusion*, 43(9):1190–1199.

- [41] RFID knowledge base. (2005). Massachusetts General Hospital blood, USA.
<https://www.idtechex.com/tw/research-article/rfid-in-healthcare-in-2005/125> « accédé le 03/04/2020»
- [42] Les Hôpitaux Universitaires de Genève Solid Solutions en Identification SA - Distributeur de vêtements automatique dans les hôpitaux
- [43] J.Collin . (2005). RFID Delivers Newborn Security.
<https://www.rfidjournal.com/articles/view?1372/2> « accédé le 05/04/2020»
- [44] <https://www.rfiddiscovery.com/solutions/baby-tagging> « accédé le 05/04/2020»
- [45] M.Pappu, R.Singhal, B.Zoghi. (2004).RFID In Hospitals: Issues And Solutions.
- [46] - Patient Safety & Quality Healthcare. June 2006
 - <https://www.psqh.com/mayjun06/rfid.html> « accédé le 07/04/2020»
 - The Development of an RFID Solution to Facilitate the Traceability of Patient and Pharmaceutical Data
 -<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5677332/> « accédé le 14/04/2020»
- [47] Aguilar A, Van Der Putten W, Kirrane F, editors. Positive patient identification using RFID and wireless networks. HISI 11th Annual Conference and Scientific Symposium; 2006.
- [48] Rosenbaum BP. Radio frequency identification (RFID) in health care: privacy and security concerns limiting adoption. Journal of medical systems. 2014
- [49] - F. Rahman, M.Bhuiyan, S.Ahamed. (2017). A privacy preserving framework for RFID based healthcare systems. Future Generation Computer Systems.
 -[Http://ijmi.ir/index.php/IJMI/article/view/186/267](http://ijmi.ir/index.php/IJMI/article/view/186/267) « accédé le 14/04/2020»
- [50] JRC European Communities. (2007). RFID Technologies: Emerging Issues, Challenges and Policy Options.
- [51] <https://www.lucidchart.com/pages/fr/langage-uml> « accédé le 15/04/2020»

- [52] D.Conan, C.Taconet, C.Bac. (Octobre 2015). Introduction au langage de modélisation UML.
- [53] P.Gérard. (2013). UML Cours 1 : Diagrammes de cas d'utilisation IUT de Villetaneuse DUT informatique, S2.
- [54] P.Gérard. (2013). UML Cours 1 : Diagrammes de séquences IUT de Villetaneuse DUT informatique, S2.
- [55] L.Audiber. (2006). TUML 2 - de l'apprentissage à la pratique
- [56] <https://www.tutorialspoint.com/vb.net/index.htm> « accédé le 16/04/2020»
<https://www.floridatechonline.com/blog/information-technology/programming-languages-visual-basic-and-visual-basic-for-applications/> « accédé le 18/04/2020»
- [57] <https://searchwindevelopment.techtarget.com/definition/Visual-Studio-NET>
<https://www.computerhope.com/jargon/v/visual-studio.htm> « accédé le 20/04/2020»
- [58] <https://www.cs.wcupa.edu/rkline/index/xampp.html> « accédé le 01/06/2020»
- [59] <https://www.hostinger.com/tutorials/what-is-mysql> « accédé le 02/06/2020»
- [60] <https://www.arduino.cc/en/main/software> « accédé le 02/06/2020»
- [61] <https://www.arduino.cc/en/Guide/ArduinoUno> « accédé le 12/06/2020»
- [62] MFRC522 (April 2016).Standard performance MIFARE and NTAG frontend Rev. 3.9 — 27
- [63] RFID/NFC 13.56MHz Networking Guide - Libelium

Liste des figures

I. CHAPITRE I - LA RFID ET SES APPLICATIONS DANS LE DOMAINE DE LA SANTE

FIGURE I. 1 : MODALISATION D'UN SYSTÈME RFID.....	15
FIGURE I. 2 : SCHEMA SYNOPTIQUE D'UN SYSTEME RFID.....	15
FIGURE I. 3 : LECTEUR MOBILE.....	16
FIGURE I. 4: LECTEUR FIXE.....	16
FIGURE I. 5: CIRCUIT D'UN TAG RFID.....	17
FIGURE I. 6: SCHEMA D'UN TAG RFID.....	17
FIGURE I. 7: DISTRIBUTION DE VETEMENTS AUTOMATIQUE DANS LES HOPITAUX PAR UN TAG RFID.....	46

II. CHAPITRE II – CONCEPTION DU SYSTEME

FIGURE II. 1: LES TYPES DE DIAGRAMMES UML.....	54
FIGURE II. 2 : LE PROCESSUS UNIFIE (UP).....	55
FIGURE II. 3: REPRESENTATION D'UN ACTEUR.....	56
FIGURE II. 4: REPRESENTATION UML D'UNE CLASSE.....	60
FIGURE II. 5 : REPRESENTATION DICTIONNAIRE DE CLASS ET DES ATTRIBUTS.....	60
FIGURE II. 6: AUTHENTIFICATION DU RFID PATIENT TRACKING.....	61
FIGURE II. 7: LE DIGRAMME DE CAS D'UTILISATION DU RFID PATIENT TRACKING (RPT).....	62
FIGURE II. 8: LE DIAGRAMME DE SEQUENCE POUR AUTHENTIFICATION - RPT.....	63
FIGURE II. 9: LE DIAGRAMME DE SEQUENCE POURCONNECTION - RPT.....	64
FIGURE II. 10: LE DIAGRAMME DE SEQUENCE POURUSER DATA – RPT.....	65
FIGURE II. 11: LE DIAGRAMME DE SEQUENCE POUR REGISTRATION/EDIT – RPT.....	66
FIGURE II. 12: LE DIAGRAMME DE CLASSE (RPT).....	67
FIGURE II. 13: AUTHENTIFICATION DU RFID ASSET TRACKING.....	69
FIGURE II. 14 : LE DIGRAMME DE CAS D'UTILISATION DU RFID ASSET TRACKING (RAT).....	70
FIGURE II. 15 : LE DIAGRAMME DE SEQUENCE POUR AUTHENTIFICATION – RAT.....	71
FIGURE II. 16: LE DIAGRAMME DE SEQUENCE POUR CONNECTION – RAT.....	72
FIGURE II. 17 : LE DIAGRAMME DE SEQUENCE POUR ASSET DATA – RAT.....	73
FIGURE II. 18 : LE DIAGRAMME DE SEQUENCE POUR REGISTRATION/EDIT – RAT.....	74
FIGURE II. 19: LE DIAGRAMME DE CLASSE (RAT).....	75

III. CHAPITRE III – IMPLEMENTATION DU SYSTEME

FIGURE III. 1: ARDUINO UNO MODULE.....	81
FIGURE III. 2: RC522 RFID MODULE.....	81
FIGURE III. 3: TYPE-A 13,56 MHZ RFID CARD.....	82
FIGURE III. 4: INTERFACE D'AUTHENTIFICATION – RPT.....	83
FIGURE III. 5: MESSAGE D'ERREUR D'AUTHENTIFICATION – RPT.....	84
FIGURE III. 6: PANEL CONNECTION – RPT.....	84
FIGURE III. 7: MESSAGE D'ERREUR LE PORT COM N'EST PAS DETECTE – RPT.....	85
FIGURE III. 8: ID DE PORT N'EST PAS TROUVE – RPT.....	85

FIGURE III. 9: ID DE PORT EST TROUVE – RPT.	85
FIGURE III. 10: CONNEXION REUSSIE AU RFID READER	86
FIGURE III. 11: MESSAGE D'INFORMATION INDIQUANT QUE PANEL USER DATA N'EST PAS ACCESSIBLE.....	86
FIGURE III. 12: PANEL USER DATA - ONGLET DATA ID.....	87
FIGURE III. 13: PANEL USER DATA - ONGLET RX.	87
FIGURE III. 14: MESSAGE D'INFORMATION INDIQUANT QUE L'ID N'EST PAS ENREGISTRE.....	88
FIGURE III. 15: ONGLET DATA ID AVEC INFORMATIONS AFFICHEES.	89
FIGURE III. 16: ONGLET RX AVEC INFORMATIONS AFFICHEES.....	89
FIGURE III. 17: PANEL REGISTRATION/EDIT.	90
FIGURE III. 18: MESSAGE D'ERREUR LE RFID READER EST DECONNECTE.	91
FIGURE III. 19: LES CHAMPS D'ENREGISTREMENT.	91
FIGURE III. 20: MESSAGE SAUVEGARDE REUSSI.	92
FIGURE III. 21: MESSAGE DE CONFIRMATION LORSQUE LA CARTE RFID EST DEJA ENREGISTRE.....	92
FIGURE III. 22: MESSAGE DE MISE A JOUR REUSSI.	92
FIGURE III. 23: SECTION D'AFFICHAGE DES ENREGISTREMENTS.....	93
FIGURE III. 24: LA BARRE DE RECHERCHE DU TABLEAU DE DONNEES.	93
FIGURE III. 25: CODE COULEUR POUR LES LIGNES DU TABLEAU DE DONNEES.....	93
FIGURE III. 26: MENU CONTEXTUEL DU TABLEAU DE DONNEES.....	94
FIGURE III. 27: INTERFACE D'AUTHENTIFICATION – RAT.	95
FIGURE III. 28: MESSAGE D'ERREUR D'AUTHENTIFICATION – RAT.	96
FIGURE III. 29: PANEL CONNECTION – RAT.....	96
FIGURE III. 30: MESSAGE D'ERREUR LE PORT COM N'EST PAS DETECTE – RAT.....	96
FIGURE III. 31: ID DE PORT N'EST PAS TROUVE – RAT.....	97
FIGURE III. 32: ID DE PORT EST TROUVE – RAT.	97
FIGURE III. 33: CONNEXION REUSSIE AU RFID READER – RAT.....	97
FIGURE III. 34: MESSAGE D'INFORMATION INDIQUANT QUE PANEL ASSET DATA N'EST PAS ACCESSIBLE – RAT.	98
FIGURE III. 35: PANEL ASSET DATA	98
FIGURE III. 36: MESSAGE D'INFORMATION INDIQUANT QUE L'ID N'EST PAS ENREGISTRE – RAT.	99
FIGURE III. 37: PANEL ASSET DATA AVEC INFORMATIONS AFFICHEES.....	99
FIGURE III. 38: AUTHENTIFICATION PAR USER / PASS METHODE.	100
FIGURE III. 39: AUTHENTIFICATION PAR UNE CARTE RFID.....	101
FIGURE III. 40: PANEL REGISTRATION/EDIT.	101
FIGURE III. 41: MESSAGE D'ERREUR LE RFID READER EST DECONNECTE – RAT.	102
FIGURE III. 42: LES CHAMPS D'ENREGISTREMENT – RAT.....	102
FIGURE III. 43: MESSAGE SAUVEGARDE REUSSI – RAT.	103
FIGURE III. 44: MESSAGE DE CONFIRMATION LORSQUE LA CARTE RFID EST DEJA ENREGISTRE – RAT.	103
FIGURE III. 45: MESSAGE DE MISE A JOUR REUSSI – RAT.	103
FIGURE III. 46: SECTION D'AFFICHAGE DES ENREGISTREMENTS – RAT.....	104
FIGURE III. 47: LA BARRE DE RECHERCHE DU TABLEAU DE DONNEES – RAT.....	104
FIGURE III. 48: CODE COULEUR POUR LES LIGNES DU TABLEAU DE DONNEES – RAT.	104
FIGURE III. 49: MENU CONTEXTUEL DU TABLEAU DE DONNEES.....	105

Liste des Tableaux

I. CHAPITRE I - LA RFID ET SES APPLICATIONS DANS LE DOMAINE DE LA SANTE

TABLEAU I. 1: LES TYPES DES TAG RFID.....	19
TABLEAU I. 2: LES TYPES DES FREQUENCES RFID.....	22
TABLEAU I. 3: LES ESSAIS, PILOTES ET APPLICATIONS RFID PAR PAYS.....	32
TABLEAU I. 4: LISTE DES DOMAINES LES PLUS PERTINENTS POUR LES APPLICATIONS RFID DANS LES SOINS DE SANTE.	34
TABLEAU I. 5: EXAMEN DES SYSTEMES RFID POUR LA GESTION ET LE SUIVI DANS LES HOPITAUX.	47

II. CHAPITRE II – CONCEPTION DU SYSTEME

TABLEAU II. 1: LA MULTIPLICITÉ.	60
TABLEAU II. 2: LES ROLES D’ADMIN RPT	61
TABLEAU II. 3: DICTIONNAIRE DES CLASSES ET DES ATTRIBUTS DE RFID PATIENT TRACKING.....	68
TABLEAU II. 4: LES ROLES D’ADMIN ET USER RAT.....	69
TABLEAU II. 5: DICTIONNAIRE DES CLASSES ET DES ATTRIBUTS DE RFID ASSET TRACKING.....	76

Liste des abréviations

BASIC: Beginners All-purpose Symbolic Instruction Code.

BF: Basse fréquence.

EEPROM: Electrically erasable programmable read-only memory.

EPC: Electronic Product Code.

FDA: The Food and Drug Administration.

GHz: Gigahertz.

HF: Haute fréquence.

ID: Identity /Identification.

IDE: Integrated development environment.

IEC: International Electro technical Commission.

IFF: Identify Friend or Foe.

IOT: Internet of things.

ISM: Industrial Scientific Medical frequency range.

ISO: International Standard Organisation.

Kb/s: kilobit per second.

KHz: Kilohertz.

MHz: Megahertz.

MIT: Massachusetts Institute of Technology.

MySQL: My- Structured Query Language.

NFC: Near Field Communication.

OMS: Organisation mondiale de la santé.

PDA: personal digital assistant.

RAT: RFID Asset Tracking.

RF: Radio Frequency.

RFID: Radio Frequency Identification.

RPT: RFID Patient Tracking.

RX: Prescription (Ordonnance).

SIS: Le système d'information de santé.

SQL: Structured Query Language.

UART: Universal Asynchronous Receiver-Transmitter.

UHF: Ultra High Frequency.

UHFID: Ultra High-Frequency Identification.

UML: Unified Modeling Language.

UP: Unified Process.

UPC: Universal Product Code.

VB: Visual Basic.

Wi-Fi: wireless fidelity.

XAMPP: X (cross) Apache Maria DB Perl PHP).

XML: Extensible Markup Language.