

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université de 8 Mai 1945 – Guelma -

Faculté des Mathématiques, d'Informatique et des Sciences de la matière

Département d'Informatique



Mémoire de Fin d'études Master

Filière : Informatique

Option : Systèmes Informatiques

Thème :

Construction du parcours de soin d'un patient.

Encadré Par :

Mr.BOURBIA Riad

Présenté par :

KOUADRIA Lina

Juillet 2019

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

REMERCIEMENTS

Avant tout, on remercie le miséricordieux, le tout puissant qui nous a accordé la force et la patience d'accomplir ce travail, car sans son aide tout cela n'aurait pu être possible.

Je tiens à remercier Mon Encadreur, Monsieur BOURBIA Riad pour son aide et ses précieux conseils.

Mes remerciements vont également aux membres de jury qui ont accepté d'évaluer ce modeste travail.

Nous désirons aussi remercier toute l'équipe pédagogique du département d'informatique.

Enfin, nous tenons également à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

DEDICACE

Je dédie ce mémoire

À Ma mère et Mon père,

Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours. Puisse Dieu, le Très Haut, vous accorder santé, bonheur et longue vie.

À MES CHERS ET ADORABLES FRERES ET SŒURS : Choubaila, Randa et Boutaina et Skander. Je vous souhaite tous une vie pleine de bonheur et de succès et que Dieu, le tout puissant, vous protège et vous garde.

À MES CHERS PETITS NEVEUX ET NIECES Rawnek, Mayar, Ayoub, et mes petis Soujoud et Adem, Puisse Dieu vous garder, éclairer votre route et vous aider à réaliser à votre tour vos vœux les plus chers.

À Mon cher grand père Ali, Que Dieu te garde en bonne santé et prolonge ton âge.

À ma meilleure copine et ma chérie Soumia, pour son soutien et pour tous les beaux moments passés ensemble, merci d'être toujours à mes côtés.

Une spéciale dédicace à tous ceux qui ont été de vrais amis pour moi, qui m'ont soutenu et partagé avec moi tous les moments de ma joie et de ma peine tout au long de ces années, merci. Puisse Allah vous préserver. J'espère conserver à jamais les souvenirs et les liens qui nous unissent.

LINA KOUADRIA 

Résumé

Depuis quelques années, un nouveau métier a fait son entrée aux Hôpitaux Universitaires tel que celui de Genève : Itinéraire Patient manager (IP manager). Ce professionnel a pour mission de planifier la trajectoire suivie par les patients au sein de l'hôpital. Autrement dit, il s'agit pour lui d'optimiser la durée des hospitalisations et d'aider les médecins et les infirmiers à anticiper leurs transferts et sorties. Une autre façon de réduire les dépenses en milieu hospitalier est de fluidifier le parcours du patient, en facilitant son accès aux soins et en contribuant activement à leurs qualités.

L'objectif de ce mémoire, est d'informatiser le dossier de soin d'un patient qui fait partie intégrante du système d'information de l'hôpital. Cet outil permettra d'améliorer la qualité des soins et la prise en charge efficiente des patients et la rationalisation des ressources des hôpitaux.

Mots-clés : Informatique médicale, Système d'Information Médicale (SIM), Parcours de soin, Dossier Patient Informatisé (DPI), Système Multi-Agents (SMA).

Liste des figures

<i>Figure 1.1 : Les grands domaines de l'informatique (bio) médicale et les différents niveaux micro et macroscopique</i>	3
<i>Figure 1.2 : Niveaux d'interaction d'un SIM</i>	5
<i>Figure 1.3 : Les acteurs d'un système d'information médical</i>	6
<i>Figure 2.1 : Architecture globale du système</i>	29
<i>Figure 2.2 : Le parcours d'un patient à l'hôpital</i>	31
<i>Figure 2.3 : Les différents Acteurs intervenant dans le parcours du patient et le flux de données échangés</i>	32
<i>Figure 2.4 : Diagramme cas d'utilisation _Médecin Chef Service</i>	34
<i>Figure 2.5 : Diagramme cas d'utilisation IMA _Médecin de Suivi</i>	34
<i>Figure 2.6 : Diagramme cas d'utilisation IMA_infirmier</i>	35
<i>Figure 2.7 : Diagramme de séquence de suivi du patient</i>	36
<i>Figure 2.8 : Diagramme de classe</i>	40
<i>Figure 3.1 : Architecture logiciel de la plateforme JADE</i>	44
<i>Figure 3.2 : Container et plates-formes Source</i>	45
<i>Figure 3.3 : Interface principale du système</i>	46
<i>Figure 3.4 : Sélection des causes identifiées</i>	47
<i>Figure 3.5 : Sélection des symptômes observés</i>	47
<i>Figure 3.6 : Listes des maladies probables</i>	47
<i>Figure 3.7 : Fonctionnalités Médecin Chef Service</i>	48
<i>Figure 3.8 : Gestion des infirmiers(es)</i>	48
<i>Figure 3.9 : Affectation des infirmiers(es)</i>	49

Figure 3.10 : Fonctionnalités Médecin de Suivi	49
Figure 3.11 : Gestion des traitements prescrits	50
Figure 3.12 : Gestion des médicaments prescrits	50
Figure 3.13 : Interface de connexion de l'infirmier(e)	51
Figure 3.14 : Liste des admissions affectées aux infirmiers(es)	51
Figure 3.15 : Gestion des traitements et médicaments envoyés aux infirmiers(es)	52
Figure 3.16 : Validation de prise de médicament	52
Figure 3.17 : Validation du traitement de suivi avec résultat mesurable	53
Figure 3.18 : Validation du traitement de suivi sans résultat	53
Figure 3.19 : Suivre le séjour d'un patient	54
Figure 3.20 : Fiche de suivi d'un patient au format PDF	54
Figure 3.21 : Liste des observations	55
Figure 3.22 : Suivre la validation des médicaments administrés	55
Figure 3.23 : Suivre la validation des traitements de suivi avec résultat	55
Figure 3.24 : Diagramme d'évolution du traitement de suivi	56
Figure 3.25 : Suivre la validation des traitements de suivi sans résultat	56

Liste des abréviations

SIM	systèmes d'informations Médicaux
DMP	Dossier Médical patient
DPI	Dossier patient Informatisé
DSI	Dossier de soin Informatisé
SMA	Système Multi Agent
KQML	Knowledge Query and Manipulation Language
FIPA	Foundation for Intelligents Physical Agents
MASE	Multiagent software Engineering
AUML	Agent UML
UML	UniFied Modeling Language
ACL	Agent communication Language
MAS-ML	Multi-Agent system Modeling Language
AML	Agent Modeling Language
IBM	International Business Machines
JADE	Java Agent Developpement Frame Work
MADKIT	Multi Agents Developpement Kit
Radl	Reticular Agent Definition Language
DF	Directory Facilitator
ACC	Agent Communication Channel
AMS	Agent Management system
SGBD	système de Gestion de Base de Données
AID	Agent IDentifier

Liste des tableaux

<i>Tableau 1.1 : Tableau des avantages pour les intervenants</i>	9
<i>Tableau 2.1 : Dictionnaire de données</i>	39
<i>Tableau 2.2 : Model logique de donnée</i>	42
<i>Tableau 3.1 : Environnement Matériel</i>	43
<i>Tableau 3.2 : Distribution des applications et les bases de données sur les deux ordinateurs portables</i>	56

Sommaire

Résumé	i
Liste des figures	ii
Liste des abréviations	iv
Liste des tableaux	v
Sommaire	vi
Introduction générale	1

Chapitre 1 : Revue de littérature

1. Informatique Médicale	3
1.1 Introduction	3
1.2 L'ère de l'informatique médicale	3
1.3 Les Systèmes d'Informations Médicaux	4
1.3.1 Objectifs des SIM	5
1.3.2 Les acteurs impliqués	5
1.4 Le Dossier Médical du Patient	7
1.4.1 Définition	7
1.4.2 Constitution du dossier médical	7
1.5 Le Dossier Patient Informatisé	8
1.6 Conclusion	10
2 Parcours du patient et dossier de soins	11
2.1 Introduction	11
2.2 Définitions et Enjeux.....	11
2.3 Dossier de soins	12
2.3.1 Définition	12
2.3.2 Les avantages du dossier de soins	13
2.3.3 Le contenu du dossier de soins	13
2.3.4 La réalisation des soins, la mission principale de l'infirmière	13

2.3.5	Les tâches administratives de l’infirmière	15
2.4	Le dossier du soins infirmiers informatisé	15
2.4.1	Objectifs du DSI	16
2.4.2	Intérêts de l’informatisation	16
2.5	Conclusion	17
3	SMA et Domaine Médicale	18
3.1	Introduction	18
3.2	Le concept d’Agent : Définitions	18
3.3	Typologies des agents	19
3.4	Les Systèmes Multi-Agents (SMA)	19
3.4.1	Définitions	19
3.4.2	Les caractéristiques des Systèmes Multi-Agents	20
3.4.2.1	L’environnement	20
3.4.2.2	L’interaction	21
3.4.2.3	L’organisation	21
3.4.2.4	La communication	21
3.4.2.5	Protocoles de communication	22
3.4.3	Architecture des Systèmes Multi-Agents	23
3.4.3.1	Les systèmes centralisés	23
3.4.3.2	Les systèmes hiérarchiques	23
3.4.3.3	Les systèmes distribués	23
3.4.4	Les Méthodes de Conception de Systèmes Multi-Agents	24
3.4.5	Formalismes existants pour la modélisation d’agents	24
3.4.5.1	Le langage AUML	24
3.4.5.2	Le langage MAS-ML	24
3.4.5.3	Le langage AML	25
3.4.6	Les plates-formes orientées agents	25
3.4.6.1	La plate-forme ZEUS	25
3.4.6.2	La plate-forme JADE	26
3.4.6.3	La plate-forme MADKIT	26
3.4.6.4	La plate-forme Agent Builder	26
3.4.7	Les approches à base d’agents dans le domaine de la santé	26
3.5	Conclusion	27

Chapitre 2 : Conception du parcours et dossier de soin du patient

1. Introduction	28
2. Objectifs	28
3. Présentation du SIM à base d'agent mis en place	28
3.1 Description	28
3.2 Architecture à base d'agents	29
4. Modélisation du parcours de soin du patient	30
5. Fonctionnement du système	33
5.1 Diagramme de cas d'utilisation	33
5.2 Diagramme de séquence	35
6. Modélisation des données	36
6.1 Dictionnaire de données	36
6.2 Diagramme de classe	39
6.3 Règles de transformation du diagramme de classe vers le modèle relationnel ...	41
6.4 Modèle logique de données (MLD)	41
7. Conclusion	42

Chapitre 3 : Implémentation du futur système

1. Introduction	43
2. Environnement de travail	43
2.1 Environnement matériel	43
2.2 Environnement logiciel	43
2.2.1 Plateforme multi-agent JADE	43
2.2.2 Langage de programmation JAVA	45
2.2.3 Système de Gestion de Base de Données (SGBD)	46
3. Présentation des fonctionnalités du système	46
4. Configuration du réseau	56
5. Conclusion	57
Conclusion générale	58
Bibliographie et Webographie	59

Introduction générale

Les hôpitaux sont confrontés à de nombreux défis qui impactent fortement la gestion des parcours de soins. D'un côté, on assiste à une augmentation, tant en nombre qu'en complexité, des maladies qui évoluent vers un caractère chronique. D'un autre côté, on compte de plus en plus de patients à traiter, puisque de manière générale, la durée de vie de la population tend à s'allonger. De plus, la prise en charge du patient s'appuie sur une succession d'actes de soins morcelés, isolés, réalisés par divers professionnels, sans visibilité.

Depuis quelques années, la transformation digitale s'est imposée aux entreprises et influe aujourd'hui sur un grand nombre de secteurs où l'activité est désormais pilotée par le digital. Les établissements de santé sont à tel point sollicités que les ressources financières et humaines ne sont plus suffisantes pour délivrer un service de qualité.

De part ces faits et dans l'optique de proposer des services à forte valeur ajoutée, il est de rigueur d'améliorer la qualité des parcours de soins des patients. Le terme parcours est utilisé pour décrire le processus de prise en charge du patient par les acteurs du réseau de santé. Ceci constitue une première façon de réduire les dépenses en milieu hospitalier est de fluidifier le parcours du patient, en facilitant son accès aux soins. Ainsi, Les technologies de l'information et des communications (TIC) sont une solution pour relever les défis de l'hôpital de demain.

Le paradigme multi-agents propose des concepts particulièrement intéressants pour le développement des systèmes d'informations hospitaliers tels que l'autonomie de contrôle et la décentralisation.

C'est dans cette optique d'amélioration du parcours de soins que s'inscrit ce modeste mémoire. Ainsi, pour répondre à cet objectif nous aborderons les points suivants :

Dans le premier chapitre, consacré à l'état de l'art, nous allons d'abord présenter dans la première section, l'informatique médicale et le système de santé en général. Puis, dans la deuxième section, nous tenterons de définir le parcours de soins du patient comme mode de

Introduction générale

Prise en charge pertinent dans le contexte d'une organisation hospitalière et enfin dans la dernière section, nous discutons des SMA et leurs applications dans le domaine de santé.

Le deuxième chapitre, présente la conception du système, l'architecture et le fonctionnement de chaque composant de ce dernier à savoir les agents, et la base de données.

Le troisième chapitre, décrit la mise en œuvre de notre architecture. Nous décrivons les choix techniques et la conception logicielle du prototype.

Ce mémoire s'achève par une conclusion générale qui résume l'apport essentiel de notre travail et présente quelques perspectives de recherches.

Chapitre 1 : Revue de littérature

1. Informatique Médicale

1.1 Introduction

L'informatique médicale est devenue au fil des années une vraie discipline scientifique. Les systèmes informatisés se sont progressivement répandus dans divers domaines de santé et sont maintenant largement présents dans nombre d'hôpitaux, de cabinets médicaux et dentaires, et d'officines pharmaceutiques. Les développements effectués en informatique médicale reposent sur les méthodes et les outils développés par les informaticiens. Malheureusement, les logiciels en santé sont loin d'être considérés comme optimaux. Leur utilisation semble souvent laborieuse. Dans cette section nous essayerons d'expliquer ce qu'est l'informatique médicale, les systèmes d'informations de santé, d'examiner les dossiers médicaux des patients et le partage d'information.

1.2 L'ère de l'informatique médicale [1]

Le terme « informatique médicale » initialement utilisé en Europe, puis s'est diffusé aux États-Unis et partout dans le monde à partir des années 2000 pour désigner cette discipline. La figure 1 décrit les grands domaines de l'informatique (bio) médicale et les différents niveaux, micro et macroscopiques, auxquels ils s'adressent.

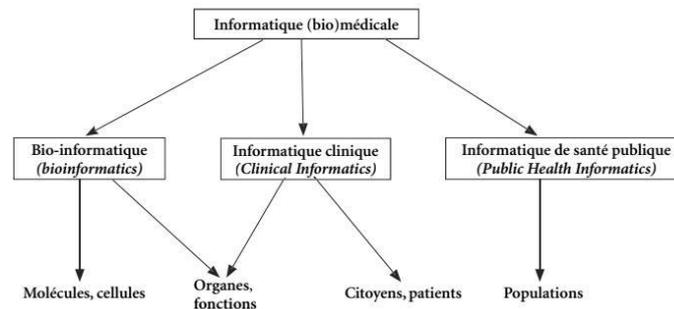


Figure 1.1 - Les grands domaines de l'informatique (bio) médicale et les différents niveaux, micro et macroscopiques [1]

La bio-informatique concerne le niveau moléculaire ou cellulaire de la médecine. Des méthodes très sophistiquées ont été développées pour analyser les séquences de gènes. L'informatique clinique ou bioclinique traite des données des patients et des connaissances médicales associées à la prise en charge individuelle des patients. L'informatique clinique

Cherche à offrir des solutions méthodologiques et techniques pour la représentation des données et des connaissances, leur organisation, leur saisie, leur stockage, leur interrogation, leur interprétation, leur communication ou leur utilisation pratique. La prise en charge aidée par l'informatique peut se faire en présence du malade ou à distance grâce aux outils de la télémédecine. La santé publique vise à développer des actions éducatives, préventives, curatives et sociales pour améliorer la santé globale des populations. Pour être efficaces, ces actions doivent s'appuyer sur des systèmes d'information performants dont la conception relève de l'informatique médicale et reposent sur les méthodes et les outils développés par les informaticiens. Parmi les grands domaines de l'informatique dont les méthodes sont particulièrement utilisées en informatique médicale, on citera : les **bases de données**, **l'intelligence artificielle**, **les réseaux** informatiques, **le traitement et l'analyse automatique d'images**, et les méthodes utilisées dans **les systèmes d'information géographique**.

1.3 Les Systèmes d'Informations Médicaux

Les Systèmes d'Informations Médicaux (SIM) sont avant tout des Systèmes d'Informations (SI). En sciences de l'informatique, le SI est défini comme « l'ensemble des ressources matérielles, humaines et informatiques contribuant à la collecte, la mémorisation, la recherche, la communication et l'utilisation des données nécessaires et suffisantes pour un pilotage des opérations au sein du système de l'entreprise » [5].

Pour Xukai et ces collègues [2] cité dans les travaux de Zarour [5], « le SIM est une application informatique typiquement collaborative où des gens tels que médecin, infirmier, chercheur, personnel d'assurance de santé, etc., partagent des informations du patient (incluant textes, images, données multimédia) et gèrent collaborativement des tâches critiques via un réseau ».

Les flux d'information échangés sont multiples. Ils concernent les soins, la logistique, l'administration et la fonction de gestion. Les informations échangées dépendent de l'acteur et son domaine d'activité ainsi que l'action effectuée. Nous les classons en trois catégories [3].

- Médicales : concernent toute information médicale.
- Organisationnelles : les activités de l'ensemble des intervenants.
- Communes : rôles et fonctions hiérarchisés entre tous les acteurs.

La Figure 1.2, tirée des travaux de Zarour [5], nous montre l'échange d'information entre le SIM et d'autres systèmes.

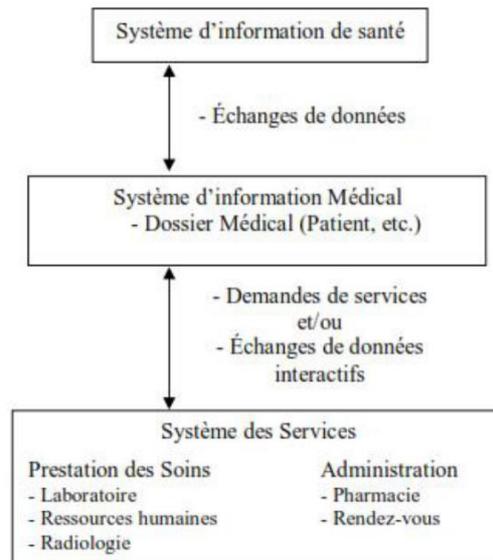


Figure 1.2 - Niveaux d'interaction d'un SIM [4]

1.3.1 Objectifs des SIM

L'objectif d'un SIM est de produire des informations appropriées capable de supporter la prise de décision [5] :

- Evaluer la qualité des soins.
- Superviser le personnel de soins et paramédical dans ses tâches quotidiennes.
- Définir le rôle de chaque catégorie de personnel.
- Utiliser la démarche de soins pour la satisfaction des besoins des patients.
- Exécuter les prescriptions médicales en utilisant le plan de soins.
- Rechercher une adéquation optimale entre charge de travail et effectifs.
- Déterminer pour chaque service, les besoins de formation du personnel.

1.3.2 Les acteurs impliqués

La prise en charge d'un patient demande la collaboration d'un ensemble d'acteurs qui coopère selon un processus de soins prédéfini, la figure 1.3 nous donne un aperçu partiel sur ces acteurs. La clé de voûte de la coordination entre eux réside dans la circulation de l'information médicale [5].

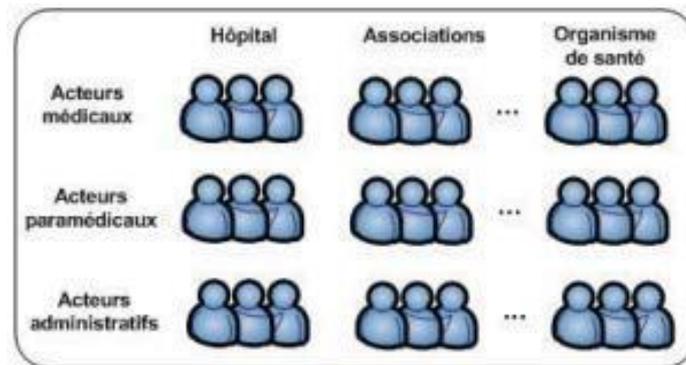


Figure 1.3 : Les acteurs d'un système d'information médicale

Voici quelques métiers classés par nature de profession [5] :

- **Les professions médicales** : chirurgien-dentiste, médecin, pharmacien et sage-femme, Ils développent, chacun dans leur domaine des compétences, des activités de diagnostic, de soins et de prévention
- **Les professions paramédicales** : infirmiers, aides-soignants, auxiliaires de puériculture, pédicures-podologues, masseurs-kinésithérapeutes, ergothérapeutes, psychomotriciens, orthophonistes, orthoptistes, diététiciens, manipulateurs d'électroradiologie médicale, techniciens de laboratoire, opticiens-lunettiers, audioprothésistes. Cet ensemble collabore avec le médecin. Souvent, après que ce médecin ait posé un diagnostic et institué un traitement, les paramédicaux préparent, soignent, appareillent, réhabilitent et rééduquent les patients.
- **Les professions administratives** : Ils peuvent se voir confier des missions, des études ou des fonctions comportant des responsabilités, notamment dans les domaines des admissions et des relations avec les usagers, de la gestion des ressources humaines, de la gestion des achats et des marchés publics, de la gestion financière et du contrôle de gestion.
- **Service social** : le service social intervient pour réduire le déséquilibre familial, socioprofessionnel et économique lié à la maladie, tout en favorisant leur réinsertion.

1.4 Le Dossier Médical du Patient

Depuis plusieurs années, le dossier du médical fait l'objet d'une attention toute particulière. Il est considéré comme un critère majeur de qualité des soins.

1.4.1 Définition

Selon F. Roger France [1], le Dossier Médical Patient (DMP) est « la mémoire écrite de toutes les informations concernant un malade, constamment mises à jour et dont l'utilisation est à la fois individuelle et collective ».

Dans [5], on définit le Dossier Médical comme suit : « Le dossier du malade ne se résume pas à l'observation écrite du médecin (le dossier médical proprement dit) ou aux notes de l'infirmière (le dossier infirmier). Il englobe tout ce qui peut être mémorisé chez un malade, des données démographiques aux enregistrements électro-physiologiques ou aux images les plus sophistiquées. Compte tenu de ce rôle, le dossier du malade restera longtemps l'outil principal de centralisation et de coordination de l'activité médicale »

C'est un outil indispensable pour la pratique médicale. Il est intrinsèquement lié au processus de prise en charge du patient. Il contient des données d'origine et de nature différentes (administratives, médicales, paramédicales, sociales, etc.) qui sont générées, inférées, recueillies et notées par autant de type d'acteurs impliqués dans la prise en charge. Ces données sont autant de faits utiles correspondant aux diverses décisions et actions que nécessite l'état du patient.

1.4.2 Constitution du dossier médical

Un dossier médical est constitué pour chaque patient hospitalisé dans un établissement de santé public ou privé. Ce dossier contient au moins les éléments suivants [1]:

- La partie administrative du Dossier Médical Patient fournit les données d'identification du patient et les données sociodémographiques régulièrement tenues à jour (suivi de l'identité de l'état civil, de la couverture sociale, du statut matrimonial, des employeurs, etc.).
- Le Dossier Médical Patient comporte les données de santé dont le volume et la complexité croît sous l'influence du développement des spécialités médicales et de leur technicité.

Le Dossier Médical Patient est considéré de nos jours, comme un outil de collaboration et de coordination entre les différents types d'acteurs. Il permet une communication simple et une présentation unifiée de toutes les informations médicales. Les

Médecins utilisent le dossier médical plus comme un aide-mémoire de prise en charge que comme un outil de retranscription de l'ensemble des informations et activités réalisées [5].

1.5 Le Dossier Patient Informatisé

Le processus d'informatisation du DP est souvent progressif. Ce dossier recouvre un ensemble d'informations associées aux soins, d'ordre médical, infirmier, administratif et relatif à l'Assurance-maladie. Le dossier patient comprend des faits d'observation, les résultats d'examen complémentaires (résultats biologiques, comptes rendus d'imagerie, etc.), des éléments diagnostiques et/ou pronostiques et des décisions médicales de prévention, de diagnostic, de traitement, de pronostic ou de suivi. Le DPI a pour objectif d'améliorer la qualité des soins. Il facilite la mémorisation des informations, la communication entre les partenaires de soins et favorise la continuité de soins et la prise de décisions médicales. Il permet de regrouper des informations destinées à faciliter l'évaluation, la recherche et la planification. Il est censé accompagner un patient au cours de ses épisodes de soins dans les institutions où il est pris en charge [6].

L'informatisation du DP est devenue aujourd'hui incontournable. La dématérialisation des données médicales permet de répondre aux besoins d'une médecine moderne, devenue de plus en plus technique et impliquant la plupart du temps une approche multidisciplinaire. Le tableau qui suit résume quelques-uns des avantages potentiels pour les intervenants.

INTERVENANTS	AVANTAGES POTENTIELS
Public	<ul style="list-style-type: none">• plus grande facilité d'obtention de soins de santé efficaces• davantage d'information sécuritaire• amélioration du sentiment de bien-être• accès à des renseignements sur la façon dont le système de soins de santé fonctionne

INTERVENANTS	AVANTAGES POTENTIELS
Patients ou leurs représentants (c.-à-d. enfant représentant un parent âgé ou parent représentant un enfant)	<ul style="list-style-type: none"> • amélioration des soins de santé et diminution des risques (par ex., effets indésirables des médicaments) • intégration des services de santé • disparition de la nécessité de répéter l'information de base comme le nom, l'adresse • confiance accrue due à la connaissance du fait que tous les professionnels de la santé ont accès à toutes les parties pertinentes de leurs antécédents médicaux • l'accès à leurs propres dossiers de santé aide les patients à prendre des décisions informées au sujet de leur santé • évitement des tests en double, effractifs ou coûteux • réduction des listes d'attente
Professionnels de la santé	<ul style="list-style-type: none"> • vue intégrée des données sur le patient • accès accru à d'autres renseignements reliés et intégrés sur le patient • accès amélioré grâce à une entrée vers des services de santé reliés • décisions améliorées grâce à de l'information sur le patient à jour et disponible au besoin • soins continus améliorés grâce à la coordination des soins entre de nombreux professionnels et établissements • élaboration améliorée des systèmes de soutien à la décision
Administrateurs des services de santé	<ul style="list-style-type: none"> • augmentation du temps accordé aux soins au patient • accès aux données de soutien de la gestion clinique et de la planification locale • réduction des coûts des soins de santé • amélioration de la qualité des soins de santé
Décideurs (y compris les gouvernements)	<ul style="list-style-type: none"> • amélioration de l'efficacité de la surveillance et de l'éducation en matière de santé • soutien aux processus de prise de décisions médicales et administratives • amélioration de la planification à long terme
Chercheurs (y compris les gouvernements)	<ul style="list-style-type: none"> • accès au moment opportun à des données de grande qualité pour la recherche • accès à des résultats de recherche, à des traitements et à des choix de médication qui sont à jour • amélioration de la qualité des données • accès à des données regroupées • amélioration conséquente des analyses de tendances
Gouvernements	<ul style="list-style-type: none"> • amélioration de la responsabilité • amélioration de l'allocation de ressources en santé

Tableau 1.1 : Tableau Des Avantages Pour Les Intervenants [4]

Le dossier patient est le réceptacle des données issues des activités médicales et soignantes. Dans le DPI, les données peuvent être organisées selon différentes modalités : en fonction des acteurs, chronologiquement, par la source ou par problème. De plus, le dossier médical n'est pas une retranscription *ad integrum* des informations produites lors du processus de soins. Le dossier permet d'organiser, de structurer, de standardiser et de coder l'information afin qu'elle puisse être un support à la décision et qu'elle soit communicable et partageable avec les professionnels de santé et les patients [1].

1.4 Conclusion

L'informatique médicale, connaît un essor significatif et se positionne à présent comme incontournable pour les systèmes de santé. L'exercice et la pratique de la médecine ont bien évolué et est devenue de plus en plus technique et impliquant la plupart du temps une approche multidisciplinaire. Ainsi les SIM sont devenus un réel outil d'organisation, de management et d'analyse et permettent d'améliorer la qualité des soins administrés dans un hôpital tout en augmentant son efficacité.

2. Parcours du patient et dossier de soins

2.1 Introduction

Le parcours de soins décrit les éléments du processus de prise en charge de la maladie du patient, par les acteurs du réseau de soins. Il correspond donc à une trajectoire composée d'étapes variant d'une part, selon le lieu d'habitation et l'histoire médicale du patient et, d'autre part, selon les acteurs du réseau qui peuvent et doivent interagir. Dans chacune des séquences du parcours de soins, les professionnels de santé peuvent anticiper l'ensemble des actions à planifier pendant toute la durée de la séquence.

2.2 Définitions et Enjeux

Le parcours de soins peut se définir comme [9] « *un ensemble d'étapes que le patient va suivre tout au long de la trajectoire déterminée par sa maladie et par la spécificité de sa situation, depuis son admission à l'hôpital jusqu'à sa sortie, en passant par les différentes structures et professionnels qui assureront sa prise en charge* ».

Caillavet-Bachellez [9] propose cette définition « *Le parcours de soins peut se définir comme un ensemble d'étapes que le patient va suivre tout au long de la trajectoire déterminée par sa maladie et par la spécificité de sa situation* ». Le parcours de soins se définit aussi comme « la trajectoire globale des patients et usagers dans leur territoire de santé, avec une attention particulière portée à l'individu et à ses choix. Il nécessite l'action coordonnée des acteurs de la prévention, du sanitaire, du médico-social et du social » [10]. Un parcours de soins peut également être défini comme « *un plan de soins qui est développé et utilisé par une équipe multidisciplinaire, et est applicable à plus d'un aspect des soins* » [11].

Une autre définition qui synthétise plus les travaux des différents chercheurs est introduite par Benabdejlil [12] est la suivante : « Un parcours de soins est un processus complexe centré patient et constitué d'un enchaînement idéal d'étapes et de tâches considérées comme essentielles relativement à un problème clinique spécifique. Il possède des objectifs explicites et correspond à une évolution clinique attendue. Son point de départ et son point d'arrivée correspondent généralement au début et à la fin de la prise en charge du patient. Finalement, il correspond à la trajectoire globale du patient ».

La formalisation d'un parcours de soins a pour objectif global d'améliorer les résultats des soins et, plus précisément, de rationaliser les différentes interventions des professionnels

de santé, de réduire la variabilité des pratiques (standardisation) et de suivre et évaluer les écarts de mise en œuvre. Le parcours de soins d'un patient est un élément de son dossier médical. Sa formalisation permet également [12]:

- Le développement des actions de communication, de coordination et d'échanges d'informations entre tous les acteurs impliqués grâce à la spécification des documents relatifs au parcours,
- Une meilleure coordination des interventions professionnelles et une planification des actions des personnels,
- Une meilleure intégration de différentes dimensions : réduction des risques et des coûts, amélioration de la qualité des soins, satisfaction du patient et efficience dans l'utilisation des ressources,

Les enjeux autour de ce dispositif se situent à deux niveaux : **celui de la qualité de la prise en charge du patient et celui de la maîtrise des dépenses de santé**. L'objectif principal est d'assurer la continuité du parcours de soins, d'éviter la redondance d'examen inutiles et d'augmenter la qualité grâce à de l'information fiable et partagée, en temps réel. Il s'agit, également, d'asseoir l'organisation de la trajectoire suivie par le patient, en s'appuyant sur l'organisation graduée des soins fondée sur trois niveaux : l'accueil de proximité (urgences, soins médicaux spécialisés, accouchements simples, soins de longue durée), les soins de recours mis en œuvre au sein de pôles de référence (plateaux techniques plus spécialisés, comme la réanimation, les spécialités médicales et chirurgicales, la néonatalogie), et les soins très spécialisés mis en œuvre par le Centre hospitalo-universitaire et les instituts spécialisés.

2.3 Le Dossier de Soins [Web 3]

2.3.1 Définition

Appelé parfois dossier infirmier, le dossier de soins est un document unique et individualisé, regroupant l'ensemble des informations concernant la personne soignée. Il est indispensable pour la cohérence et la continuité des soins dispensés à la personne soignée par l'équipe pluridisciplinaire. Il est le support du processus de Soins Infirmiers. Il est une des préoccupations quotidiennes de l'infirmier. Il prend en compte l'aspect préventif, éducatif, curatif et relationnel du soin. Il comporte le projet de soin qui devrait être établi avec la personne soignée ; le dossier de soins doit donc refléter toutes les étapes de la démarche de

Soins. Il contient les informations spécifiques à la pratique infirmière, il doit être un outil de communication pour les différentes disciplines. Le dossier de soins a pour but d'améliorer : la qualité des soins : efficacité, continuité, sécurité l'organisation des soins

2.3.2 Les avantages du dossier de soins

Pour la personne soignée, il permet :

- De mieux connaître la personne soignée et d'être le support du projet de soins,
- De constituer un ensemble de documents utiles et utilisables par les différentes personnes intervenant auprès de la personne soignée,
- Une plus grande sécurité dans l'organisation, du suivi des soins faits et à faire,
- De suivre le malade en cas de transfert.

Pour l'équipe soignante, il permet :

- De valoriser le travail du personnel, en tant que support de l'activité pluridisciplinaire, une meilleure organisation du travail et une meilleure coordination,
- De faciliter l'intégration du personnel de remplacement ou en formation,
- Une traçabilité des soins effectués et des prescriptions,
- D'être un moyen d'évaluation de la qualité des soins

2.3.3 Le contenu du dossier de soins

Aucun texte réglementaire ne définit le contenu du dossier de soins. C'est à l'équipe de réfléchir à la nature des informations nécessaires et indispensables à la prise en charge de la personne soignée. Le contenu de ces documents qui servent de support à l'infirmier pour réaliser une démarche de soins.

- Les fiches de recueil de données administratives du patient et synthétisant sa situation à son arrivée dans le service.
- Les fiches de prescription médicale : Ces feuilles de prescriptions écrites, datées et signées par le ou les médecins permettent aux Infirmières et autres membres de l'équipe pluridisciplinaire de prendre en charge le programme thérapeutique de la personne.

2.3.4 La réalisation des soins, la mission principale de l'infirmière [Web 1]

Lors de la prise en charge du patient, le métier d'infirmière comprend **2 types de tâches** : les actes médicaux, délégués par le professionnel de santé et les missions propres, où

l'infirmière évalue l'état clinique du patient et décide des actions ou protocoles à mettre en place pour améliorer sa santé ou son bien-être.

L'infirmière réalise des **actes délégués**, qui ne peuvent être accomplis que sur prescription du médecin. Ces gestes techniques réalisés sous ordonnance médicale sont l'essence même du métier :

- La délivrance de médicaments.
- La réalisation d'une ponction.
- La pose des sondes et des cathéters.
- Les prélèvements sanguins.

L'infirmière n'a pas le droit d'avoir l'initiative des actes médicaux, qui relèvent d'une prescription. Toutefois, elle est chargée de la **surveillance du patient**, pour le bon déroulement des soins tels que :

- Le bon débit de la perfusion.
- La vérification du dosage et des interactions médicamenteuses.
- L'administration de l'alimentation par sonde gastrique.
- Le changement de sonde ou d'un pansement.
- L'aide au lever et la surveillance suite à une opération.

La surveillance s'effectue en binôme, avec plusieurs passages par jour auprès du patient. Dans les services de soins intensifs ou de réanimation, la présence d'infirmière est constante. Responsable des actes de l'aide-soignante, elle n'est pas pour autant sa supérieure hiérarchique. Le travail entre infirmière et aide-soignant est fondamental au sein d'un service hospitalier et s'établit sur la base de la **coopération**. Elle délègue l'accompagnement dans les gestes de la vie quotidienne (repas, marche, toilette) aux aides-soignantes, dans de nombreux services. Dans le cadre de la surveillance du patient, la professionnelle établit un **diagnostic infirmier**. Elle peut donc mettre en place, dans le cadre de soins préventifs, curatifs ou palliatifs, par exemple :

- Les soins cutanés, comme les soins de bouche.
- La prévention et les soins d'escarres.
- La mise en place d'un équipement de confort auprès du patient.

- Un contrôle périodique de la tension artérielle, du rythme cardiaque et de la température du patient.

En cas d'aggravation de l'état de santé du patient, l'infirmière doit juger des actions à mener pour aider le malade. Elle doit également **alerter les médecins**, si la personne a besoin d'un nouveau diagnostic médical.

2.3.5 Les tâches administratives de l'infirmière [Web 1]

Quel que soit le service, la journée d'une infirmière, commence et se termine par les **transmissions**, avec l'équipe pluri professionnelle. Elle reçoit et donne les informations, à chaque changement d'équipe. L'infirmière a de nombreuses **obligations administratives**, qui participent à la traçabilité et à la mise en place d'une coordination dans l'intérêt du patient :

- Remplir le **cahier de liaison**, qui est lu durant les transmissions et accessible à tous.
- Gérer le stock des médicaments du service et passer les commandes auprès de la pharmacie centrale ou des pharmacies de secteur.
- Etablir le **planning des soins du service**, en collaboration avec le cadre de santé.
- Organiser le parcours de soin du patient par la prise de rendez-vous dans d'autres services ou auprès de professionnels libéraux.

L'infirmière a également pour mission de remplir et de mettre à jour le **dossier de soins infirmiers Informatisé**.

2.4 Le dossier de soins infirmiers informatisé [Web 2]

Il constitue une partie du dossier d'hospitalisation qui est un document permettant la connaissance du malade, regroupant toutes les données administratives et médicales, les informations relatives aux soins, traitements, examens ou interventions pratiqués durant le séjour du malade à l'hôpital. Le DSI possède une structure commune composée de trois parties :

- **Administratif** : fiche d'identification du patient contenant l'ensemble des renseignements administratifs,
- **Médical** : fiches d'observation, de prescription médicale (avec nom du prescripteur, signature, date, nom du produit, dose, nombre de prise, forme, voie d'administration, durée du traitement), de prescription d'examen (avec nom du prescripteur, date et nom de l'examen),

- **Infirmier et social** : fiches de transmissions infirmières et aides-soignantes avec identification du rédacteur reflétant les actions infirmières, feuille de surveillance permettant la relève des constantes journalières par équipe, documents émanant de l'assistante sociale ou d'autres spécialités, fiche liaison infirmière (document destiné à être remis au service ou à l'établissement receveur lors de la sortie ou du transfert du patient).

2.4.1 Objectifs du DSI [Web 2]

- La confidentialité des données du patient,
- Le recueil centralisé de toutes les pièces du dossier du patient,
- D'avoir une vision globale du patient,
- De constituer la trace écrite des observations et des actes en cas de faute et risque de poursuites judiciaires,
- Le suivi du patient dans sa dimension médicale (feuille de surveillance, résultats d'examens, transmission infirmière, etc.) et psychologique,
- Le regroupement des observations et du travail de tous les autres membres de l'équipe soignante (kinésithérapeute, orthophoniste, assistante sociale, etc.).

2.4.2 Intérêts de l'informatisation [Web 2]

Le DSI fait partie intégrante du système d'information d'un hôpital. En effet, rattaché ou non au dossier médical du patient, il constitue, s'il est informatisé, un outil permettant d'améliorer la qualité des soins tout en assurant son rôle de gestion et un gain de temps. Les avantages sont :

- Une mise en place systématique d'un dossier de soins pour chacun des patients pris en charge,
- Une meilleure synchronisation de l'équipe soignante en regard des projets de soins et des protocoles de service,
- Une amélioration dans la programmation des interventions à mener par l'équipe paramédicale,
- Une évaluation de la qualité des soins, des recherches dans le domaine des soins infirmiers ou des études de charges de travail.

2.5 Conclusion

La mise en place d'un dossier de soin individualisé implique un système d'organisation et de répartition des soins relevant de la même logique et permet la prise en charge globale des personnes soignées. Le dossier de soins : centralise les données nécessaires à la prise en charge des patients et à l'organisation des soins. Facilite la coordination et la cohérence dans la prise en charge, l'équipe travaillant avec le même outil.

3. SMA et Domaine Médicale

3.1 Introduction

Le paradigme multi-agents propose des concepts particulièrement intéressants pour le développement des systèmes d'informations hospitaliers tels que l'autonomie de contrôle et la décentralisation. Dans cette section, nous présentons un état de l'art sur les systèmes multiagent et leur application dans le domaine de la santé.

3.2 Le concept d'Agent : Définitions

Il n'existe pas de définition unique de ce qui est un agent. La plupart des travaux font référence à cette définition [13]: « *Un agent est une entité autonome, situé dans un environnement, doué de raisonnement et capable de communiquer avec ces semblables* ». Cependant, Ferber [14] propose une définition plus complète des agents puisqu'il fixe neuf caractéristiques pour ces derniers : « *On appelle agent une entité physique ou virtuelle* :

- Qui est capable d'agir dans un environnement,
- Qui peut communiquer directement avec d'autres agents,
- Qui est mue par un ensemble de tendances (sous la forme d'objectifs individuels ou d'une fonction de satisfaction, voire de survie, qu'elle cherche à optimiser),
- Qui possède des ressources propres,
- Qui est capable de percevoir (mais de manière limitée) son environnement,
- Qui ne dispose que d'une représentation partielle de cet environnement (et éventuellement aucune),
- Qui possède des compétences et offrant des services,
- Qui peut éventuellement se reproduire,
- Dont le comportement tend à satisfaire ses objectifs, en tenant compte des ressources et des compétences dont elle dispose, et en fonction de sa perception, de ses représentations et des communications qu'elle reçoit.

D'un point de vue purement informatique, un agent peut être défini comme un objet (Au sens des langages objets) dont le comportement est décrit par un "script" (fonction principale main), disposant de ses propres moyens de calcul, et qui peut se déplacer de places en places (une place pouvant être un site informatique distant du site originel de l'agent) pour communiquer avec d'autres agents. De par son "script", l'agent est capable de suivre un comportement de vie qui lui sera inculqué au moment de l'implémentation et qui lui permettra d'avoir comme principale caractéristique d'être entièrement autonome [15].

3.3 Typologies des agents

Il existe en fait plusieurs types d'agents, qui selon les capacités qu'ils possèdent, seront qualifiés de réactifs, cognitifs ou hybride [13].

- a. Agent cognitif** : Ces agents possèdent une représentation explicite de leur environnement, des autres agents et d'eux-mêmes. Ils sont aussi dotés de capacités de raisonnement et de planification ainsi que de communication. Ces agents sont structurés en société où il règne donc une véritable organisation sociale.
- b. Agent réactif** : Les agents à capacités réactives ne possèdent pas de moyen de mémorisation et n'ont pas de représentation explicite de leur environnement : ils fonctionnent selon un modèle stimuli/réponse. En effet, dès qu'ils perçoivent une modification de leur environnement, ils répondent par une action programmée.
- c. Agent hybride** : Les agents hybrides sont des agents ayant des capacités cognitives et réactives. Ils conjuguent en effet la rapidité de réponse des agents réactifs ainsi que les capacités de raisonnement des agents cognitifs.

3.4 Les Systèmes Multi Agents (SMA)

3.4.1 Définitions

Il existe plusieurs définitions de système multi agent : Un SMA peut être défini comme un ensemble d'agents situés dans un environnement commun et interagissent selon une certaine organisation. De son côté Ferber [14] définit les SMA comme étant un système composé des éléments suivants :

1. « Un environnement **E**, c'est à dire un espace disposant généralement d'une métrique.
2. Un ensemble d'objets **O**. Ces objets sont situés, c'est à dire que, pour tout objet, il est possible, à un moment donné, d'associer une position dans **E**. Ces objets sont passifs, c'est à dire qu'ils peuvent être perçus, créés, détruits et modifiés par les agents.
3. Un ensemble **A** d'agents, qui sont des objets particuliers (**A** inclus dans **O**), lesquels représentent les entités actives du système.
4. Un ensemble de relations **R** qui unissent des objets (et donc des agents) entre eux.
5. Un ensemble d'opérations **Op** permettant aux agents de **A** de percevoir, produire, consommer, transformer et manipuler des objets de **O**.

6. *Des opérateurs chargés de représenter l'application de ces opérations et la réaction du monde à cette tentative de modification, que l'on appellera les lois de l'univers »*

Selon Chaib-Draa [16], un SMA est un système distribué composé d'un ensemble d'agents interagissant selon des modes de coopération, de concurrence ou de coexistence. Demazeau [17] avance qu'un SMA est un système composé d'agents qui évoluent dans un environnement et interagissent de manière organisée. Ainsi, un SMA est défini selon l'équation ci-dessous :

$$\text{SMA} = \text{Agents} + \text{Environnement} + \text{Interactions} + \text{Organisations}$$

3.4.2 Les caractéristiques des Systèmes Multi-Agents

Les systèmes multi-agents sont issus du domaine de l'intelligence artificielle distribuée. Ainsi, dans un SMA, les traitements et les données sont distribués mais aussi les compétences, les rôles et les buts des agents. Ces agents ont chacun un point de vue partiel et il n'y a aucun contrôle global du système. En plus, ils sont en activité permanente et prennent leurs propres décisions en fonction de leurs objectifs et leurs connaissances et sont capables de communiquer entre eux selon des langages plus ou moins élaborés [18].

Les agents sont situés dans un environnement où ils interagissent en vue de réaliser conjointement une tâche ou d'atteindre conjointement un but particulier. Ainsi, c'est la notion d'interaction qui distingue un SMA d'une collection d'agents indépendants [16]. Par ailleurs, cette notion est une caractéristique principale d'un SMA en plus de l'organisation qui est produite par l'interaction entre les agents.

3.4.2.1 L'environnement

Dans un système multi-agents, on appelle environnement l'espace commun aux agents du système. Un environnement peut être [13] :

- **Accessible** si un agent peut, à l'aide des primitives de perception, déterminer l'état de l'environnement et ainsi procéder, par exemple, à une action. Si l'environnement est inaccessible alors il faut que l'agent soit doté de moyens de mémorisation afin d'enregistrer les modifications qui sont intervenues.
- **Déterministe**, ou non, selon que l'état futur de l'environnement ne soit, ou non, fixé que par son état courant et les actions de l'agent.

- **Episodique** si le prochain état de l'environnement ne dépend pas des actions réalisées par les agents.
- **Statique** si l'état de l'environnement est stable pendant que l'agent réfléchit. Dans le cas contraire, il sera qualifié de dynamique.
- **Discret** si le nombre des actions faisables et des états de l'environnement est fini.

Les caractéristiques de l'environnement influencent la façon dont on conçoit un agent car il faut tenir compte de l'évolution de l'environnement, de la capacité de l'agent de saisir cette évolution et de sa capacité à décider en conséquence.

3.4.2.2 L'interaction

Le concept d'interaction est fondamental pour les SMA. En effet, sans interactions aucune métaphore sociale n'est possible. Dans le cadre des SMA, une interaction peut être définie comme la mise en relation dynamique de deux ou plusieurs éléments du système par le biais d'un ensemble d'actions réciproque. En général, les interactions sont mises en œuvre par un transfert d'informations entre agents ou entre l'environnement et les agents, soit par perception, soit par communication. Par la perception, les agents ont connaissance d'un changement de comportement d'un tiers au travers du milieu. Par la communication, un agent fait un acte délibéré de transfert d'informations vers un ou plusieurs autres agents [19]. Les conversations entre agents dans les SMA sont souvent structurées selon des schémas typiques appelés protocoles d'interaction. Il existe différents types de protocoles d'interaction, on cite :

- **La Coordination**
- **La Coopération**
- **La Négociation**

3.4.2.3 L'organisation

L'organisation d'un système multi-agents est la manière dont le groupe d'agent est constitué, à un instant donné, pour pouvoir fonctionner. Cette organisation peut être statique ou dynamique. Son dynamisme est le fait que le groupe se réorganise à chaque fois en fonction de la tâche à accomplir.

3.4.2.4 La communication [19]

La communication est le concept de base qui permet de relier les agents d'un système pour qu'ils constituent un tout. Les agents communiquent dans le but de mieux accomplir

leurs buts. Elle permet aux agents de coordonner leurs actions et leurs comportements pour obtenir un système cohérent. Les modes et protocoles de communication établissent les moyens et les styles de communication entre les agents. Il existe principalement deux modèles de communication :

a) Communication par envoi de messages (communication directe)

Les agents communiquent entre eux par envoi de messages et cela se fait soit d'une manière sélective (un agent connaît son interlocuteur) soit d'une manière propagée (un agent envoie un message à tout le monde). Pour communiquer les agents doivent utiliser un protocole qui leur permet de structurer et d'assurer la continuité des communications et des échanges entre un début et une fin de message. Plusieurs protocoles sont utilisés, les décisions sur la façon dont les agents vont communiquer entre eux sont contraintes par l'organisation choisie [20] :

- Communication sélective ou diffuse : les agents font-ils une distinction entre ceux avec qui ils vont communiquer et les autres. Si oui quels sont les critères pour choisir les destinataires.
- Communication non sollicitée ou sur demande : sait-on qui veut communiquer avec qui. La communication est-elle effectuée après demande d'information ou après analyse des besoins des autres agents.
- Communication avec ou sans accusé de réception : le destinataire doit-il ou non indiquer à l'émetteur s'il a reçu l'information.
- Communication unique ou répétée : une information est-elle envoyée une ou plusieurs fois et à quelle fréquence.

b) Communication par partage d'information (communication indirecte).

Ce modèle de communication est basé sur le partage des informations en utilisant un support centralisé à l'image du tableau noir où la mémoire partagée est vue comme un tableau sur lequel les agents écrivent leurs messages et trouvent des réponses ou des informations.

3.4.2.5 Protocoles de communication

Au sein d'un SMA, les agents ont besoin d'interagir pour échanger de l'information, pour se coordonner et pour coopérer. Il existe plusieurs langages de communication inter-agents qui proposent une forme structurée de messages échangés afin d'assurer une standardisation de contenu de ces messages [13]. Il existe aujourd'hui deux grands

standards de langage de communication inter agent (ACL : Agent Communication Language)

- **KQML** (Knowledge Query and Manipulation Language)
- **FIPA ACL**, mis au point par la FIPA (Foundation for Intelligent Physical Agents).

3.4.3 Architecture des Systèmes Multi Agents

Les systèmes multi-agents existent sous plusieurs formes à savoir [20].

3.4.3.1 Les systèmes centralisés (tableau noir)

L'architecture de tableau noir est l'une des plus utilisée dans les systèmes multi agents cognitifs ; Le modèle de tableau noir est fondé sur un découpage en modules indépendants appelés source de connaissances (KS) qui interagissent indirectement en partageant leurs informations sur un espace de travail (tableau noir) qui contient les états partiels d'un problème en cours de résolution et toutes les informations que s'échangent les KS. Et pour éviter tout conflit d'accès à cette ressource unique, un dispositif de contrôle gère tous les conflits d'accès entre les KS.

3.4.3.2 Les systèmes hiérarchiques

Basés sur une structure où les agents répondent à leur supérieur hiérarchique en terme organisationnel, comme par exemple dans une usine. Ainsi, le système est divisé en plusieurs niveaux, chaque groupe d'agent d'un niveau inférieur interagissent entre eux dans le même niveau pour aboutir à un but global qui est le but de l'agent chef du niveau supérieur, et ainsi jusqu'à l'arrivée au dernier niveau où le but global du système est émergent. Le peu de tolérance aux fautes et les limites imposées par les capacités des supérieurs hiérarchiques représentent l'inconvénient de ce type de système.

3.4.3.3 Les systèmes distribués

La distribution est un atout pour les SMA, elle permet de contrôler la complexité des problèmes à résoudre en décomposant le système en sous-systèmes constitués d'un ou de plusieurs agents et effectuant chacun une partie du travail ce qui conduit à une meilleure adaptation aux changements de l'environnement extérieur. L'approche distribuée procure de grands avantages comme la très grande tolérance aux fautes, le partage équitable du travail entre les sous-systèmes et/ou agents, l'utilisation plus uniforme des ressources,

L'indépendance et l'autonomie des sous-systèmes, la répartition des tâches, l'efficacité du modèle concurrent et/ou parallèle, leur grande extensibilité, etc.

3.4.4 Les Méthodes de Conception de Systèmes Multi-Agents [21]

La modélisation des SMA est actuellement un champ de recherche très ouvert. Quoique plusieurs méthodologies et approches aient été proposées, on n'a toujours pas fixé une méthode standard de développement malgré la multitude de travaux qui tentent de standardiser les méthodologies. Les méthodologies les plus connues sont :

- TROPOS
- PASSI
- Prometheus
- Gaia
- ADELFE
- MESSAGE
- INGENIAS
- MaSE (Multiagent Software Engineering)

3.4.5 Formalismes existants pour la modélisation d'agents

La modélisation d'agents passe par le choix d'un langage convenable permettant de suivre un processus allant de la spécification des besoins vers la description des comportements individuels des agents. Parmi les langages de modélisation des SMA, les plus connus, on cite [22].

3.4.5.1 Le langage AUML

Le langage AUML (Agent-UML) est une extension de la notation UML (Unified Modeling Language) pour les SMA. Ce langage développé par l'équipe FIPA, propose un ensemble de notations pour : la modélisation d'agents, la représentation de leurs interactions (diagramme de séquence, activités, collaboration, état), et la représentation des comportements internes des agents (diagramme d'activité, et d'état). Cependant, AUML, ne permet pas la modélisation des rôles et leurs attributions aux agents.

3.4.5.2 Le langage MAS-ML

Le langage MAS-ML (*Multi-Agent System Modeling Language*) est également connu comme étant une extension du langage UML pour la modélisation d'agents. Il décrit de

nouvelles méta-classes, en enrichissant les diagrammes de classe et de séquence et en proposant deux nouveaux diagrammes : le diagramme d'organisation et le diagramme de rôle. Les auteurs de MAS-ML proposent un environnement de modélisation appelé Visual Agent qui supporte l'utilisation de ce langage.

3.4.5.3 Le langage AML

Le langage AML (*Agent Modeling Language*) est un langage de modélisation graphique, semi formel basé sur UML 2.0. L'avantage de ce langage est de permettre :

- La représentation du but d'un agent et sa décomposition en sous-buts,
- La modélisation des rôles et l'attribution de rôles,
- La spécification des comportements individuels des agents et la description de leurs interactions.

Ce langage est supporté par des outils de modélisation tels que : *RationalRose* de IBM, Enterprise Architect et StarUML.

3.4.6 Les plates-formes orientées agents

Il existe une multitude de plates-formes multi-agents dédiées à différents modèles d'agent. Les plates-formes fournissent une couche d'abstraction permettant de facilement implémenter les concepts des systèmes multi-agents. D'un autre côté, elle permet aussi le déploiement de ces systèmes. Ainsi, elles constituent un réceptacle au sein duquel les agents peuvent s'exécuter et évoluer. En effet, les plates-formes sont un environnement permettant de gérer le cycle de vie des agents et dans lequel les agents ont accès à certains services. Dans ce qui suit, nous présentons quelques plates-formes. Cette liste n'est pas exhaustive. Elle représente cependant les plates-formes les plus utilisées et les plus citées dans la littérature [23].

3.4.6.1 La plate-forme ZEUS

Zeus est une plate-forme dédiée pour la construction rapide d'applications à base d'agents collaboratifs. Elle se prête bien aux systèmes économiques qui utilisent des applications de planification ou d'ordonnancement. Pour implémenter les agents collaboratifs, Zeus se base principalement sur les concepts agents, buts, tâches (que les agents doivent réaliser pour atteindre leurs buts) et faits (qui représentent les croyances des agents). Zeus fournit un environnement de développement d'agents grâce à un ensemble de bibliothèques Java que les développeurs peuvent réutiliser pour créer leurs agents.

3.4.6.2 La plate-forme JADE

La plate-forme JADE (Java Agent Development framework) est certainement celle qui est la plus utilisée par la communauté des systèmes multi-agents. JADE permet de développer et d'exécuter des applications distribuées basées sur le concept d'agents et d'agents mobiles. Jade n'offre pas de méthodologie, par contre plusieurs méthodologies la prennent comme plate-forme cible lors de la génération de code. L'implémentation de Jade est basée sur Java. La plate-forme peut être répartie sur un ensemble de machines et configurée à distance. La configuration du système peut évoluer dynamiquement puisque la plate-forme supporte la mobilité des agents.

3.4.6.3 La plate-forme MADKIT

La plate-forme MadKit (Multi-Agents Development kit) est développée à l'Université de Montpellier II. Bien qu'elle puisse supporter le développement de divers systèmes, elle semble bien adaptée pour les applications de simulation. La plate-forme MADKIT est basée sur les concepts agent, groupe et rôle. Cette implémentation correspond à la conception réalisée au niveau de la méthodologie AALAADIN. En effet, à partir des concepts AGR, cette méthodologie définit une démarche de développement axée sur la spécification du cadre organisationnel des applications multi-agents. Cette démarche définit l'ensemble des rôles possibles, spécifie les interactions, et décrit les structures abstraites de groupe.

3.4.6.4 La plate-forme Agent Builder

Agent Builder est une suite intégrée d'outils permettant de construire des agents intelligents. Cette plate-forme est adaptée pour tous types de systèmes. Agent Builder est composé d'une interface graphique et d'un langage orienté agent permettant de définir des croyances, des engagements et des actions. Il permet également de définir des ontologies et des protocoles de communications inter-agents. Les agents sont décrits avec le langage Radl (Reticular Agent Définition Language), qui permet de définir les règles du comportement de l'agent. Agent Builder propose l'utilisation de la méthode OMT durant la phase d'analyse.

3.4.7 Les approches à base d'agents dans le domaine de la santé

Les propriétés des agents intelligents (autonomie, proactivité, capacités sociales) et l'architecture des systèmes multi-agents (traitement de l'information distribuée, communication, coordination, négociation) se révèlent une piste prometteuse pour résoudre

les problèmes dans le domaine de la santé. En voici quelques exemples de leur champ d'application.

- Nealon et al. [26] discutent de diverses applications des SMA en soins de santé par exemple, la coordination des transplantations d'organes dans les hôpitaux Espagnols, le calendrier de traitement, les soins pour personnes âgées, etc.
- Zachewitz, [27] a développé un système basé sur les agents pour améliorer le pourcentage de vaccination en Allemagne. Les agents ont été développés pour maintenir la cohérence du dossier médical du patient au niveau de la pharmacie, des spécialistes et du médecin traitant.
- Heine et al, [24] ont simulé un agent orienté environnement pour les hôpitaux allemands dans l'objectif d'améliorer ou d'optimiser le système de planification, d'affectation des ressources et de coûts-avantages des essais cliniques.
- Iqbal et al, [25] ont développé un assistant intelligent de connaissance des soins (Intelligent Healthcare Knowledge Assistant) qui utilise le système multi-agents pour la collecte dynamique de la connaissance, le filtrage, l'adaptation et l'acquisition de l'unité de mémoire des soins de l'entreprise

3.5 Conclusion

La technologie agent semble prendre de plus en plus d'importance. En effet, elle permet de répondre aux besoins de nombreux domaines d'application jusque-là difficilement abordables par les moyens traditionnels. Il s'agit notamment des systèmes complexes, des systèmes d'aide à la décision et plus essentiellement des systèmes de santé et de la prise en charge des patients qui nous intéressent plus particulièrement dans ce mémoire.

Chapitre 2 : *Conception du parcours et dossier de soin du patient*

1. Introduction

Dans ce chapitre, on va d'abord énumérer les objectifs à atteindre, puis présenter une description du SIM existant. Nous détaillons par la suite notre approche de conception et le fonctionnement du système. Enfin, nous présentons la modélisation des données collectées pour un système d'information médical distribué assurant la prise en charge du parcours de soin du patient.

2. Objectifs

L'objectif global est l'informatisation du dossier de soin d'un patient et son intégration au SIM déjà mis en place lors des années précédente. Notre travail, consiste à modéliser le travail de l'infirmier en charge du patient. Ceci permettra d'améliorer la qualité des soins et la prise en charge efficiente des patients et la rationalisation des ressources des hôpitaux.

Les sous objectifs à atteindre sont :

- La formalisation du parcours de soin du patient
- L'intégration des données de soins au dossier médical du patient
- Modéliser les tâches de l'infirmier et l'intégrer au SIM existant
- Construire le plan de soin et assurer le bon suivi du patient.
- Assurer la communication et l'échange des données entre tous les intervenants.
- Veiller à une meilleure coordination entre professionnelles

3. Présentation du SIM à base d'agent mis en place

3.1 Description

Le SIM distribué à base d'agents développé au cours des travaux précédents, modélise un ensemble de sous-système où chacun est dédié à la réalisation d'une partie de la tâche globale de manière autonome afin de satisfaire ses propres objectifs locaux (le médecin au niveau du service assure la consultation, le traitement et le suivi, le laboratoire réalise les examens d'analyses, ... etc.).

Les sous-systèmes représentaient les services de l'hôpital, à savoir :

- Service des Urgences (Médecin Consultant)
- Bureau des Entrées (Agent Bureau Entrée)
- Service Hospitalier (Médecin Chef Service, Médecin de Suivi)
- Laboratoire d'analyse (Laborantin).

3.2 Architecture à base d'agents

La technologie à base d'agent est une solution pour répondre aux exigences issues de l'environnement complexe et dynamique de l'hôpital. D'ailleurs, plusieurs types de problèmes médicaux peuvent être résolus par des agents. Parmi les exemples de problèmes qui se posent à l'hôpital, on peut citer : la collaboration entre services hospitaliers, l'élaboration de diagnostics, la collecte d'informations sur les patients, etc.

L'architecture définie dans ce travail permet de relier les différents SI des sous-systèmes composants le SIM hospitalier. C'est une architecture extensible, dans la mesure, où on peut rattacher d'autres structures et services. La figure ci-dessous représente l'architecture du SIM Hospitalier [7] [8].

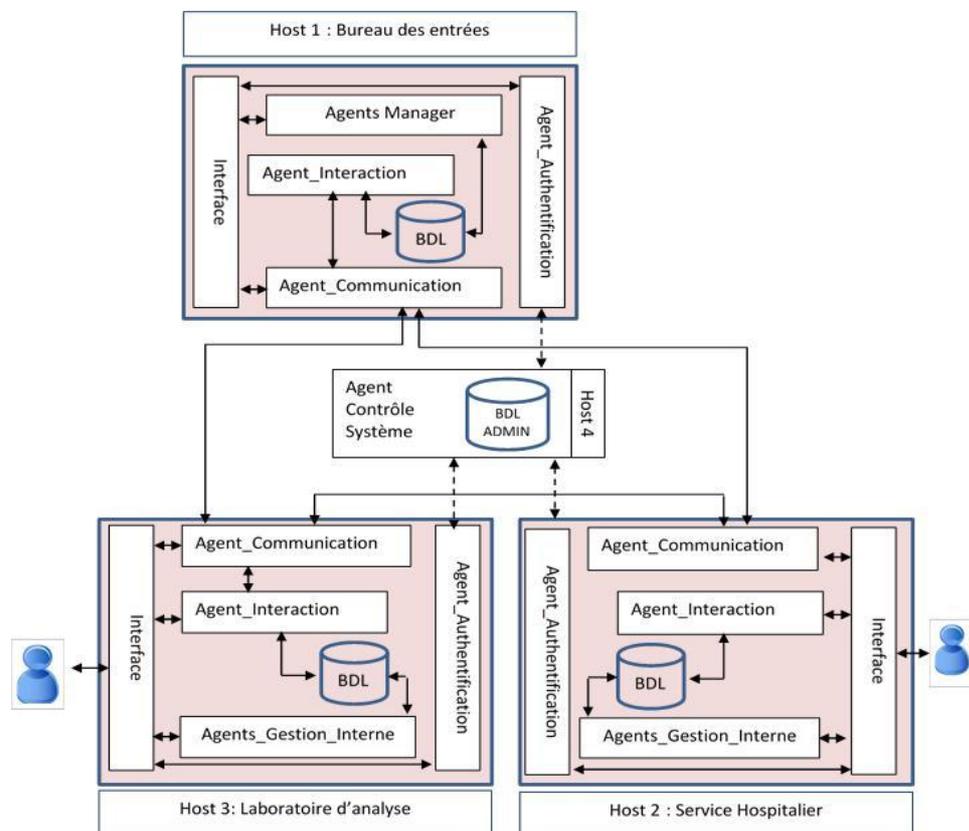


Figure 2.1 : Architecture globale du système.

L'identification des sous-systèmes opérationnels et des agents a été effectuée en analysant le parcours du patient de l'admission à la sortie. Un ensemble de classes d'agents a été identifié pour chaque sous-système afin d'obtenir une unification accrue et d'assurer une forte interopérabilité entre les SI futurs. Les classes d'agents identifiés sont :

- **Agents_Authentification** : responsables de l'authentification des acteurs humains
- **Agent_Communication** : permet d'établir la communication avec les différents sous-systèmes interconnectés.
- **Agents_Manager** : responsable de l'exécution des tâches internes associées à chaque sous-système.

Exemple : Au niveau du service hospitalier (Pneumologie), on trouve :

- **Agent Médecin Chef (CP_Agent)**

Il gère le dossier de tous les médecins travaillant dans le service hospitalier ; il valide l'admission des patients. Il gère son dossier médical de l'admission à la sortie. Il tient à jour le registre d'occupation des salles et des lits du service.

- **Agent Médecin Traitant (AP_Agent)**

Il prescrit les traitements, administre les médicaments et demande à faire des examens biologiques et radiologiques. Et enfin, il donne un avis de sortie au patient.

- **Agent_Interaction** : répond aux requêtes émanantes de services externes

Exemple : Requête envoyée par un agent du service pneumologie à l'agent_laboratoire pour lui demander les résultats d'un examen effectué par le patient.

- **GUI_Interface** : Responsable de relier l'utilisateur au système en présentant les fonctionnalités du système sous la forme d'une interface graphique.

4. Modélisation du parcours de soin du patient

Un parcours de soins est un processus complexe centré patient et constitué d'un enchaînement idéal d'étapes et de tâches considérées comme essentielles relativement à un problème clinique spécifique. Son point de départ et son point d'arrivée correspondent généralement au début et à la fin de la prise en charge du patient. La formalisation d'un parcours de soins a pour objectif global d'améliorer les résultats des soins et, plus

précisément, de rationaliser les différentes interventions des professionnels de santé, de réduire la variabilité des pratiques (standardisation) et de suivre et évaluer les écarts de mise en œuvre [12].

D'un point de vue modélisation, la première étape a consisté à définir la trajectoire du patient. La figure suivante illustre de façon générale les principaux trajets que le patient peut suivre au sein de l'hôpital.

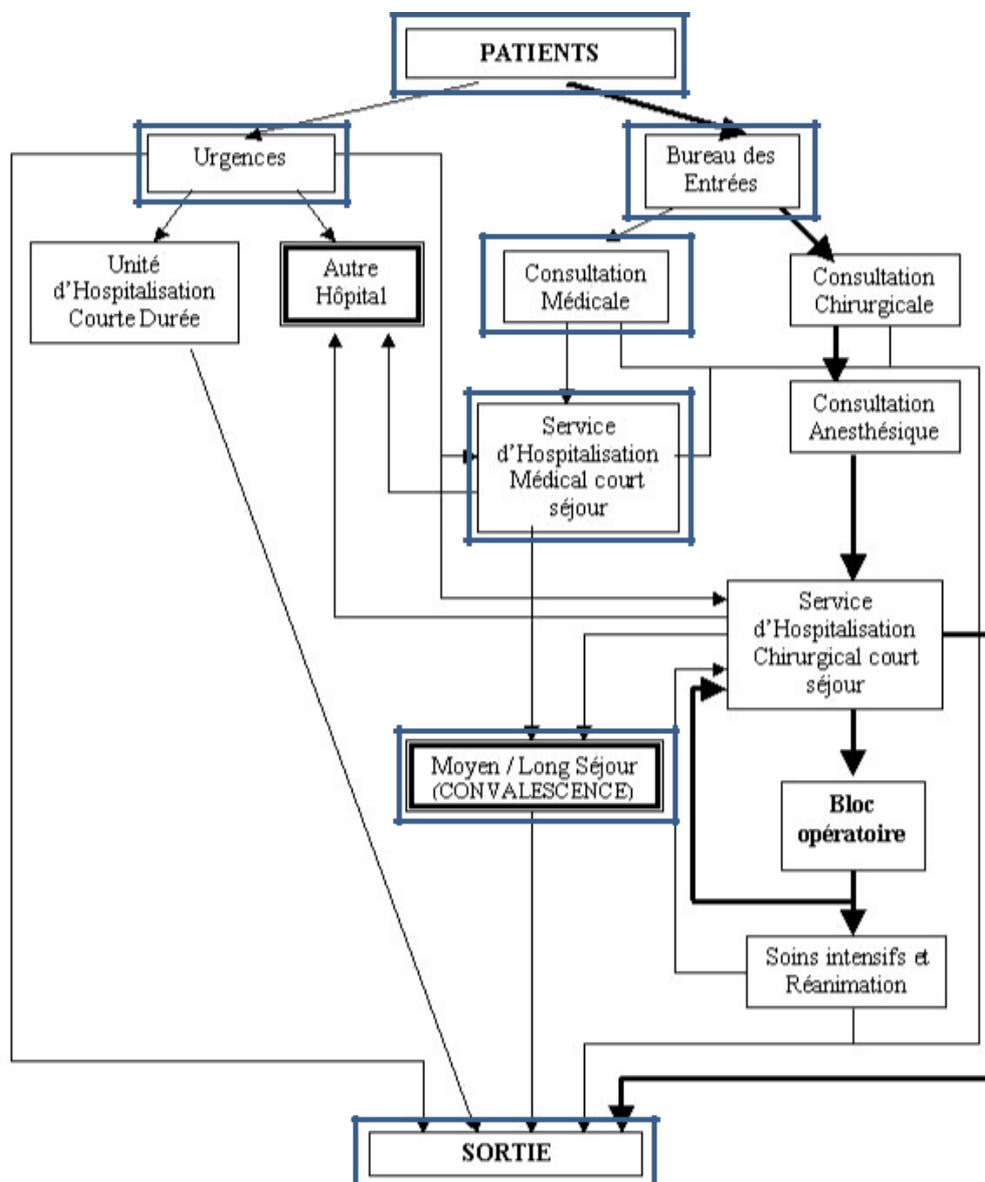


Figure 2.2 : Le parcours d'un patient à l'hôpital [12].

Après que le médecin Consultant au niveau des Urgences, décide d'hospitaliser le patient. Ce dernier, doit d'abord passer par le Bureau des Entrées afin d'enclencher la procédure administrative d'admission. Une fois, arriver au niveau du service hospitalier, le Médecin Chef responsable du service, valide l'admission du patient et lui affecte un Médecin de Suivi qui va le prendre en charge à travers un plan de soin et un Infirmier en charge de sa réalisation.

Le plan de soin va contenir l'ensemble des traitements médicaux prescrits, les médicaments, la radiologie, les examens biologiques et un ensemble de traitements de suivi (pose de perfusion, prélèvement sanguin, prises de températures, mesure de Glycémie, etc ...)

L'analyse de la trajectoire du patient (parcours doublement encadré sur la figure précédente), nous permet de dégager l'ensemble des acteurs intervenants dans la prise en charge et le flux de données échangées entre professionnels.

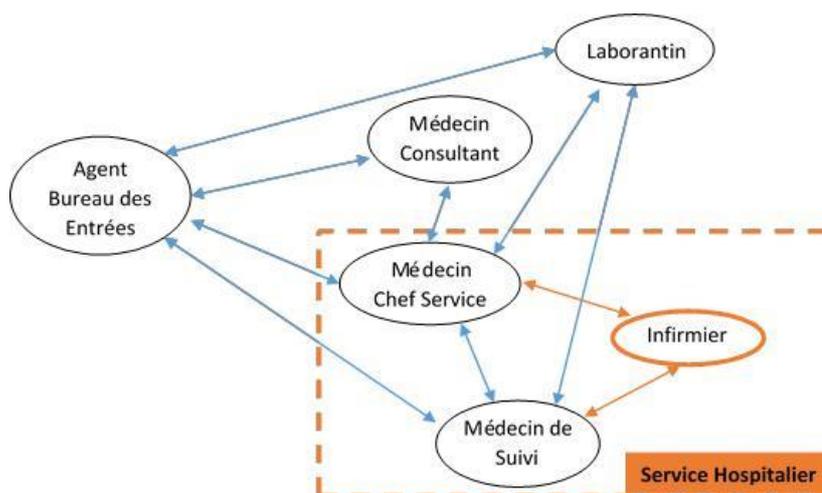


Figure 2.3 : Les différents Acteurs intervenant dans le parcours du patient et le flux de données échangés.

La réalisation du plan de soin, nous emmène à introduire un nouveau acteur qui est l'**infirmier** et dont le rôle principal est de prodiguer les soins par délégation sur prescription médicale. Ces soins ne sont pas applicables sans un avis médical ou un protocole de soins préalablement établi que l'infirmier peut appliquer dans certaines circonstances, y compris dans le cas d'une urgence vitale. Ce sont, par exemple, la pose d'une perfusion, la réfection d'un pansement, la prise de sang, la mise en place d'une thérapeutique médicamenteuse ou invasive, etc...).

La prescription médicale est le seul lien existant entre le médecin et l'infirmier. Il est chargé de la mise en application des prescriptions médicales, et de la surveillance des effets secondaires ou complications qui pourraient en découler.

Afin de faire évoluer le SIM mis en place, nous proposons un système multi-agents centré sur le patient et composé des agents suivants : ""Agent Bureau_Entrée", "Agent Médecin_Consultant ", "Agent Médecin_Suivi", "Agent Infirmière ", "Agent de laboratoire" et "Agent Médecin _Chef_service"

5. Fonctionnement du système

Dans cette partie, on va présenter le fonctionnement de notre futur système, en utilisant le langage UML (Unified Modeling Language). Ce dernier, propose plusieurs diagrammes pour visualiser la conception d'un système. Nous allons utiliser un diagramme de comportement (diagramme de cas d'utilisation), un diagramme d'interaction (diagramme de séquence) et un diagramme de structure (Classe).

5.1 Diagramme de cas d'utilisation

Représentation des possibilités d'interaction entre le système et les acteurs (intervenants extérieurs au système), c'est-à-dire de toutes les fonctionnalités que doit fournir le système.

a. Diagramme _Médecin Chef Service

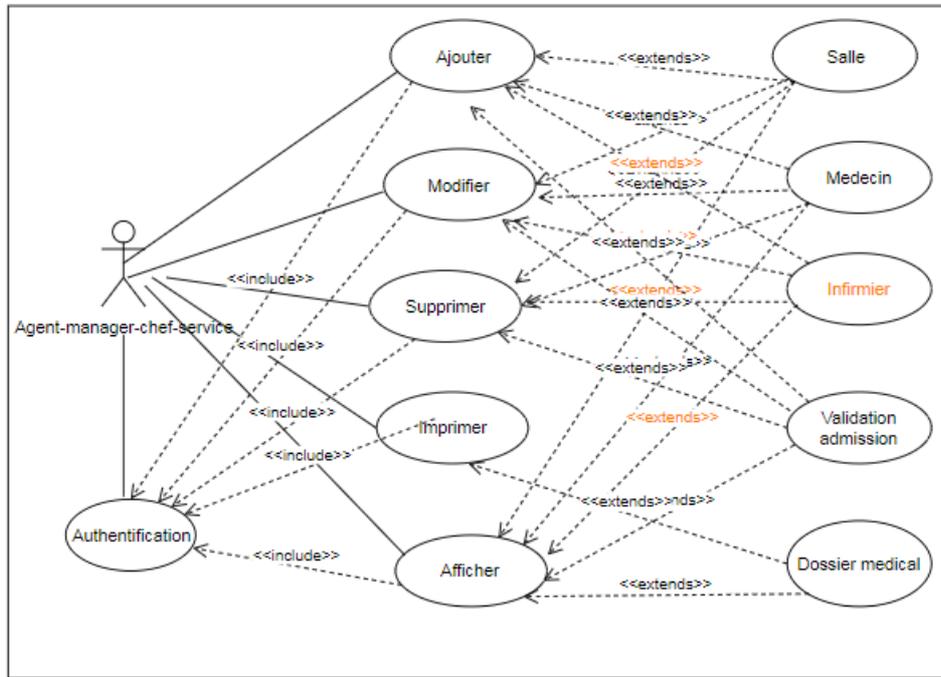


Figure 2.4: Diagramme cas d'utilisation _Médecin Chef Service.

b. Diagramme Médecin de Suivi

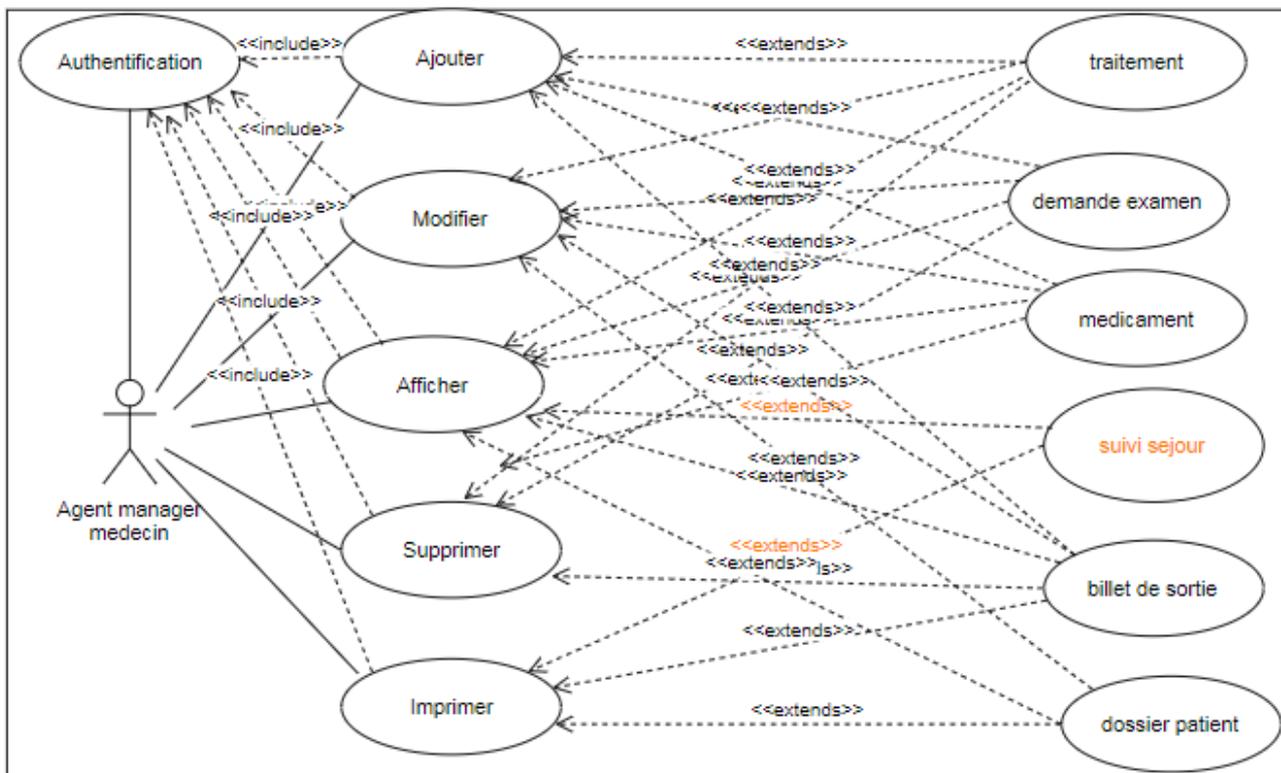


Figure 2.5 : Diagramme cas d'utilisation IMA_Médecin de Suivi.

Figure 2.5 : Diagramme cas d'utilisation IMA_Médecin de Suivi.

c. Diagramme infirmier

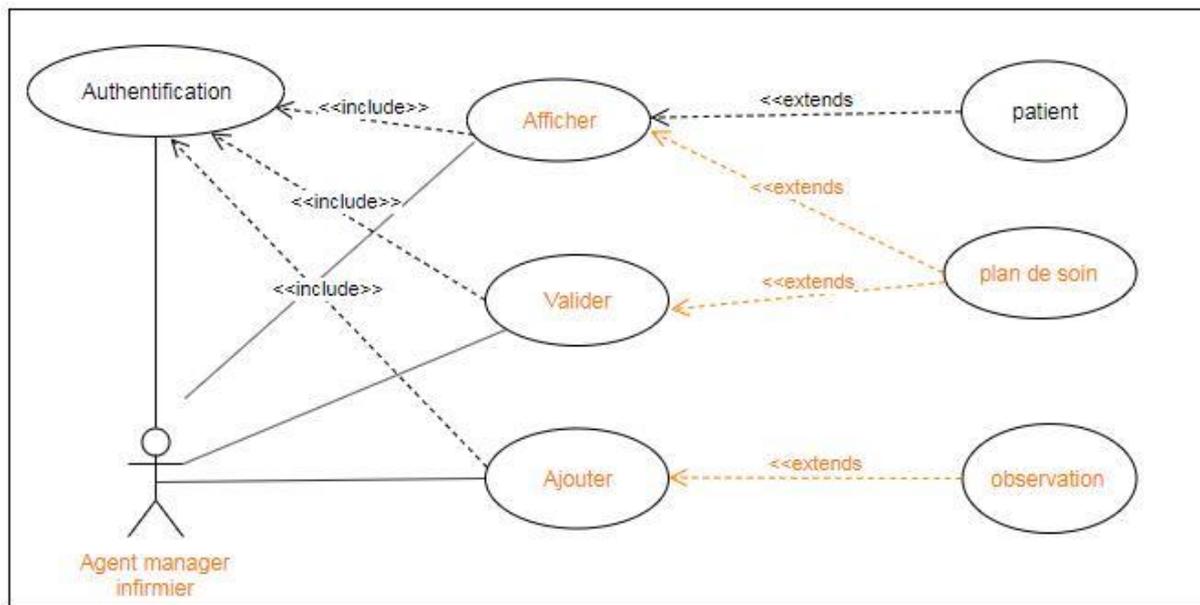


Figure 2.6 : Diagramme cas d'utilisation IMA_infirmier.

5.2 Diagramme de séquence

Représentation de façon séquentielle du déroulement des traitements et des interactions entre les éléments du système et/ou de ses acteurs.

a. Diagramme de séquence de suivi du patient

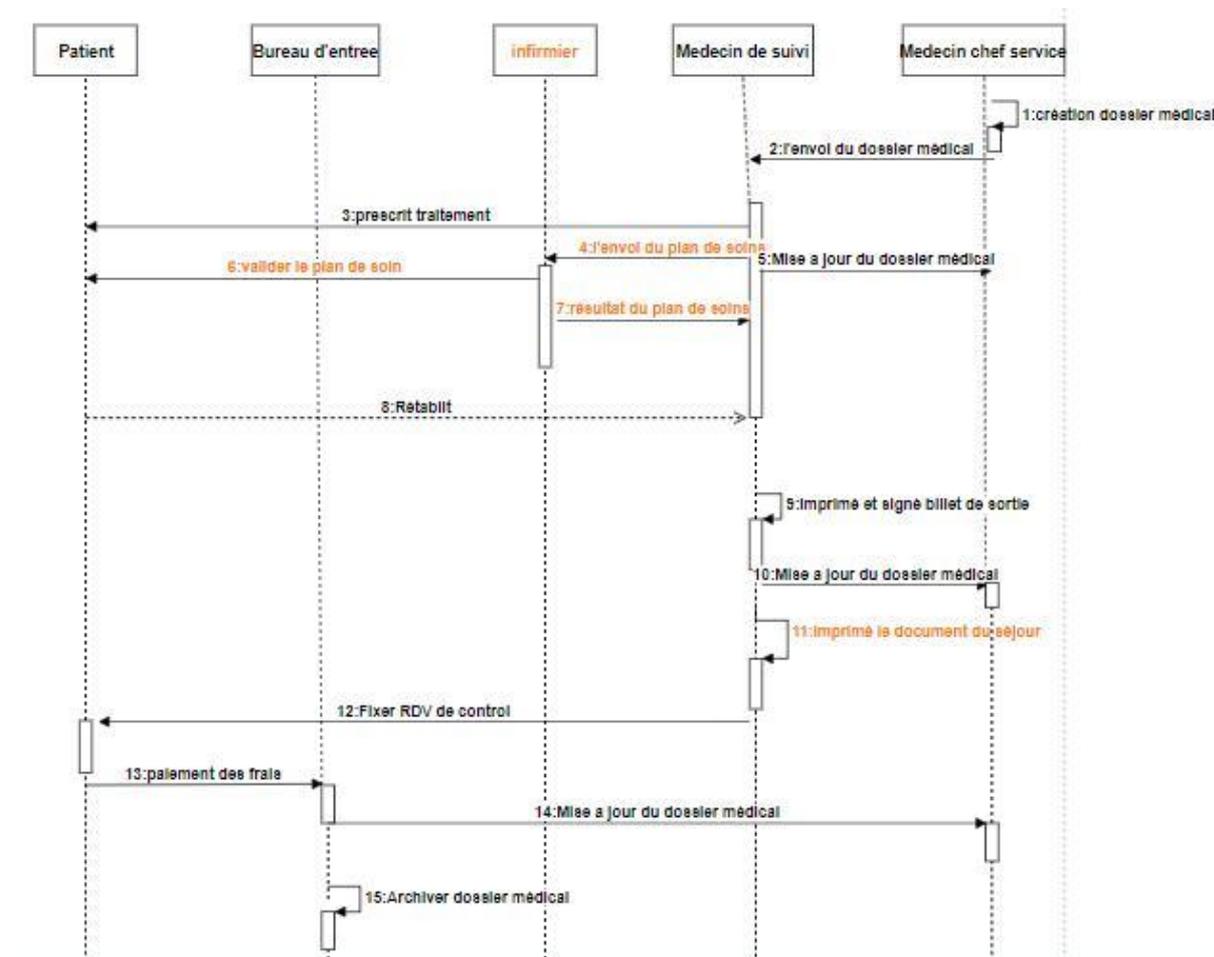


Figure 2.7 : Diagramme de séquence de suivi du patient.

6 Modélisation des données

6.1 Dictionnaire de données

Libellé	Mnémonique	Type de donnée	Taille
Identificateur patient	id-patient	N	6
Nom patient	nom-patient	A	50
Prénom patient	prénom-patient	A	50
Date Naissance patient	Date-naissance-patient	D	8
Sexe patient	sexe-patient	A	50

Conception du parcours et dossier de soin du patient

Téléphone patient	tel-patient	N	11
Mail patient	mail-patient	AN	100
Photo patient	photo-patient	A	250
Groupe sanguin patient	grsang-patient	A	50
Etat matrimonial patient	etamat-patient	A	50
Numéro Admission	numero-admission	N	6
Date admission	date-admission	D	8
Heure admission	heure-admission	T	4
Diagnostic d'entrée	Diagnostic-entree	A	100
Diagnostic de sortie	Diagnostic-sortie	A	100
Mode admission	mode-admission	A	30
Mode fin admission	mode-fin-admission	A	100
Date fin admission	date-fin-admission	D	8
Frais séjour	Paieiment	N	6
Identificateur Médecin	id-med	N	6
Spécialité médecin	specialite-med	A	50
Grade médecin	grade-med	A	50
Nom médecin	nom-med	A	50
Prénom médecin	prenom-med	A	50
Date naissance médecin	date-naissance-med	D	8
Sexe médecin	sexe-med	A	30
Téléphone médecin	tel-med	N	10
Mail médecin	mail-med	AN	100
Numéro salle	numero-salle	N	2
Nombre de lit dans salle	nombre-lit	N	2

Nom salle	nom-salle	A	50
Code service	code-service	N	6
Nom de service	nom-service	A	50
Code traitement	code-traitement	N	6
Nom traitement	nom-traitement	A	100
Code traitement prescrit	code-traitpres	N	11
Date traitement prescrit	date_trait	D	8
Code médicament	code-medic	N	6
Libellé médicament	Libelle-medic	A	100
Forme médicament	forme-medic	A	50
Frais médicament	Frais-medic	N	4
Quantité médicament	qte-medic	AN	50
Dosage médicament	dosage-medic	AN	50
Code médicament prescrit	id-medic-pres	N	11
Identificateur infirmier	id-infer	N	11
Nom infirmier	nom-infer	A	50
Prénom infirmier	prenom-infer	A	50
Date naissance infirmier	date-infer	D	8
Sexe infirmier	Sex-infer	A	20
Téléphone infirmier	tel-infer	N	15
Mail infirmier	mail-infer	AN	50
Identificateur traitement suivi	id-suivi	N	11
Nom traitement suivi	nom-suiv	A	255
Type traitement suivi	Type	N	11
Identificateur de temps	id-time	N	11

Heure matin	Matin	N	11
Heure midi	Midi	N	11
Heure après midi	Apremidi	N	11
Heure nuit	Nuit	N	11
Identificateur affectation infirmier	Idaff	N	11
Date d'observation	Date	D	8
Contenu observation	Inbox	Text	
Date validation traitement	Date	D	8
Résultat traitement suivi	Resultat	N	11
Date prise médicament	Date	D	8
Validation tempsprise médicament	Temps	N	11

Tableau 2.1 : Dictionnaire de données.

6.2 Diagramme de classe

Le diagramme de classe décrit la structure du système en modélisant ses classes, ses attributs, ses opérations et les relations entre ses objets.

6.3 Règles de transformation du diagramme de classe vers le modèle relationnel

Règle 1 : présence de la cardinalité (?..1) d'un côté de l'association

- ✚ Chaque classe se transforme en une table.
- ✚ Chaque attribut de classe se transforme en un attribut de table (relation).
- ✚ L'identifiant de la classe qui est associée à la cardinalité (?..1) devient la clé étrangère de l'autre classe.

Règle 2 : présence de la cardinalité (?..N) des deux côtés de l'association :

- ✚ Chaque classe se transforme en une table.
- ✚ Chaque attribut de classe devient un attribut de table.
- ✚ L'association se transforme en une table. Cette table a comme identifiant, l'identifiant de chacune des deux classes, plus d'éventuels autres attributs.

Règle 2 : présence d'une généralisation :

- ✚ Créer une table avec tous les attributs des classes ✚
- Ajouter un attribut pour distinguer les types des objets.

6.4 Modèle logique de données (MLD)

Après l'application des règles de transformation du diagramme de classe vers le modèle relationnel, on obtient les tables suivantes :

Nom table	Attributs
Patient	(<u>id_patient</u> , grsang-Patient, etamat -Patient, Photo-Patient, nom-patient, prenom-patient, date-naissance-patient, sexe-patient, tel-patient, mail-patient)
Admission	(<u>numero-admission, id-med, id-patient</u> , date-admission, heure-admission, mode-admission, Diagnostic-entrée, Diagnostic-sortie, date-fin-admission, mode-fin-admission, paiement, etat-admission, code-service*)
Medecin	(<u>id-med</u> , nom-med, prenom-med, date-naissance-med, sexe-med, tel-med, mail-med, specialite-med, grade-med, code-service*)
Salle	(<u>numero-salle</u> , nom-salle, nombre-lit, code-service*)
Service	(<u>code-service</u> , nom-service)

Traitement	(<u>code-traitement</u> , nom-traitement, code-maladie*)
Medicament	(<u>code-medic</u> , Libelle-medic, forme-medic, Frais-medic,code-traitement*)
Traitement_prescrit	(<u>code-traitpres</u> , <u>code-traitement</u> , <u>id-patient</u> , <u>id-patient</u> , <u>code-maladie</u> , <u>code-admission</u> , date-trait, description, dureeTrait)
Medicament_prescrit	(<u>id-medic-pres</u> , <u>code-traitpres</u> , <u>code-medic</u> , qte-medic, dosage-medic)
<u>Infirmier</u>	(<u>id-infer</u> , nom-infer, prenom-infer, date-infer, sex-infer, tel-infer, mail-infer, mot-pass-infer, code-service*)
<u>Trait-suiv</u>	(<u>id-suiv</u> , nom-suiv, type)
<u>Suivi</u>	(<u>code-traitpres</u> , <u>id-suivi</u>)
<u>Valide Suivi</u>	(<u>code-traitpres</u> , <u>id-suivi</u> , date, resultat)
<u>Time-Med</u>	(<u>id-time</u> , matin, midi, apres midi, nuit, id-medic-pres*)
<u>Valide-Time</u>	(date, temps, id-medic-pres, id-time)
<u>Affecter</u>	(<u>idaff</u> , <u>id-infer</u> , <u>numero-admission</u>)
<u>Remarque</u>	(<u>numero-admission</u> , date, inbox)

Tableau 2.2 : Model logique de donnée.

Remarque : Les noms de tables soulignées dans le tableau représentent les nouvelles tables utilisées.

7. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons détaillé la conception et le fonctionnement du plan de soin administré par le médecin de suivi et réalisé par l’infirmier en charge du patient. Le plan de soin s’intègre parfaitement au SIM hospitalier opérant dans un environnement distribué. Le médecin de suivi et à travers le dossier médical du patient renforcé par les données du plan de soin, lui permette un meilleur suivi du patient. Le chapitre suivant présente la partie implémentation de notre système.

Chapitre 3 : Implémentation du futur système

1. Introduction

Dans ce dernier chapitre, on va présenter la partie implémentation de notre futur système, en commençant par la présentation de l'environnement matériel et logiciel utilisé, puis nous exposerons les fonctionnalités du système à travers des captures d'écran.

2. Environnement de travail

2.1 Environnement Matériel

Nous avons utilisé des ordinateurs portables pour le développement de notre application :

Caractéristique	PC1	PC2
Marque	Toshiba	Acer
Processeur	Intel® core™ i3-2348M CPU @2.30 GHz	Intel® core™ i3-5005U CPU @2.00 GHz
RAM	4.00 Go	4.00 Go
Disque dur		
Système d'exploitation	Windows 8, 64 bits	Windows 7, 64 bits

Tableau 3.1 : Environnement Matériel.

2.2 Environnement Logiciel

2.2.1 Plateforme Multi agent JADE

JADE est un Framework logiciel entièrement implémenté en langage Java. Il simplifie la mise en œuvre de systèmes multi-agents grâce à un middleware conforme aux spécifications FIPA et à un ensemble d'outils graphiques prenant en charge les phases de débogage et de déploiement.

Un système basé sur JADE peut être distribué sur des machines (qui n'ont même pas besoin de partager le même système d'exploitation) et la configuration peut être contrôlée via

une interface graphique distante. La configuration peut même être modifiée au moment de l'exécution en déplaçant les agents d'une machine à une autre, selon les besoins. JADE est entièrement implémentée en langage Java et la configuration minimale requise est la version 5 de JAVA (environnement d'exécution ou JDK).

L'outil possède trois modules principaux (nécessaires aux normes FIPA), à savoir [Web 5] .

- **DF** « *Director Facilitator* » fourni un service de pages jaunes à la plate-forme un agent peut faire des enregistrements à ses comportements et obtenir des informations sur d'autres comportements d'agents en faisant appel au DF.
- **ACC** « *Agent Communication Chanel* » gère la communication entre les agents par l'échange des messages.
- **AMS** « **Agent Management System** » supervise l'enregistrement des agents, leur authentification, leur accès et utilisation du système.

Ces modules sont activés à chaque démarrage de la plateforme.

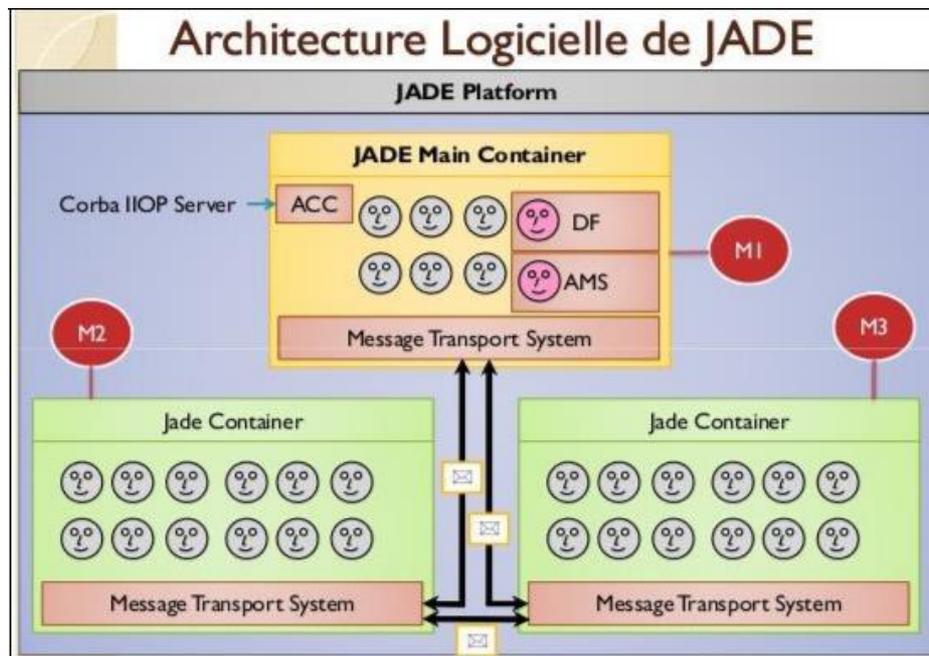


Figure 3.1 : Architecture logiciel de la plateforme JADE [Web 5]

JADE contient :

- **Un Runtime Environnement** : l'environnement où les agents peuvent vivre, il doit être activé pour pouvoir lancer les agents.
- **Une librairie de classes** que les programmeurs peuvent utiliser pour développer leurs agents.
- **Un ensemble d'outils graphiques** qui permettent d'administrer et de surveiller l'activité des agents dans la plateforme.

Chaque instance du JADE et appelée conteneur <<**Container**>> et peut contenir plusieurs agents. Un ensemble de conteneurs constitue une **Plateforme**. Chaque plateforme doit contenir un conteneur spécial appelé **Main container**, et tous les autres conteneurs s'enregistre auprès de celui-là dès leurs lancements [Web 5].

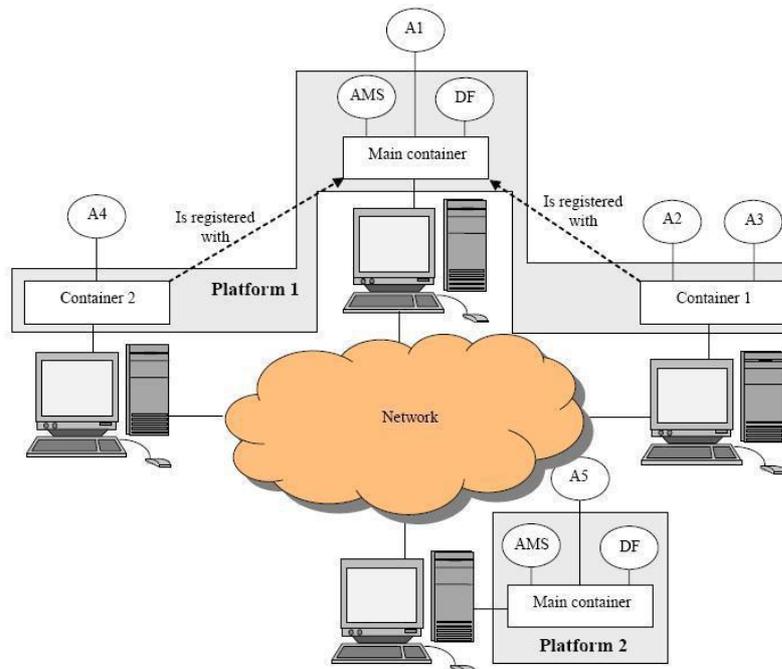


Figure 3.2 : Container et plates-formes Source [Web10].

2.2.2 Langage de programmation JAVA



La technologie **Java** définit à la fois un langage de programmation et une plateforme informatique. Créée par l'entreprise Sun Microsystems (souvent juste appelée "Sun"), et reprise depuis par la société Oracle, elle est indissociable du domaine de l'informatique et du Web. On la retrouve donc sur les ordinateurs, mais aussi sur les téléphones mobiles, les consoles de jeux, etc. [Web 6].



Eclipse IDE est un environnement de développement intégré libre (le terme Eclipse désigne également le projet correspondant, lancé par IBM) extensible, universel et polyvalent, permettant potentiellement de créer des projets de développement mettant en œuvre n'importe quel langage de programmation.

Eclipse IDE est principalement écrit en Java (à l'aide de la bibliothèque graphique SWT, d'IBM), et ce langage, grâce à des bibliothèques spécifiques, est également utilisé pour écrire des extensions [Web 7].

2.2.3 Système de Gestion de Base de Données (SGBD)

Un Système de Gestion de Base de Données, désigne un logiciel informatique permettant le stockage, la consultation, la mise à jour, la structuration ou encore le partage d'informations dans une base de données. Il existe plusieurs systèmes comme : MySQL, PostgreSQL, SQLite, Oracle Database, Microsoft SQL Server [Web8]. Dans notre cas, nous avons utilisé MySQL.



Le terme **MySQL**, pour My Structured Query Language. Est un serveur de bases de données relationnelles Open Source. **MySQL** peut être utilisé sur de nombreux systèmes d'exploitation (Windows, Mac OS, etc.). Il supporte les langages informatiques SQL et SQL/PSM, il est possible de l'intégrer dans des applications écrites en : PHP, Java, Python [Web9].

3. Présentation des fonctionnalités du système

Au lancement de notre application, voici l'interface qui s'affiche :

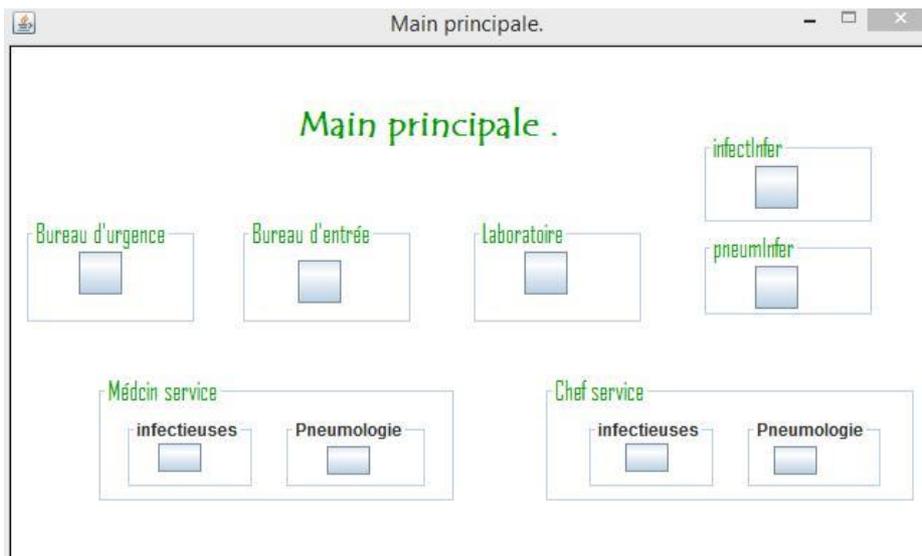


Figure 3.3 : Interface principale du système.

Dans la version précédente de notre application [8], les étudiants ont suivi le parcours d'un patient dès son arrivée au service d'urgence et jusqu'à son hospitalisation. Le Médecin Urgentiste

Consulte le malade, et à partir des symptômes observés et des causes identifiées, et on se basant sur un système aide diagnostic, le patient est soit, il hospitalisé, soit il quitte avec un simple traitement. Si le patient est hospitalisé, il doit passer par le Bureau des entrées avant de rejoindre le service hospitalier. La suite des figures ci-dessous résument ce parcours :

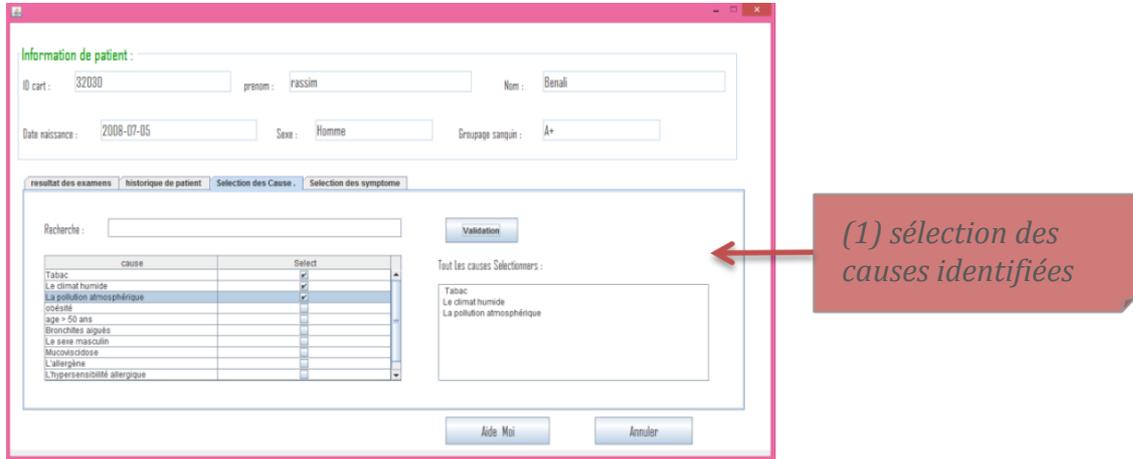


Figure 3.4 : Sélection des causes identifiées.

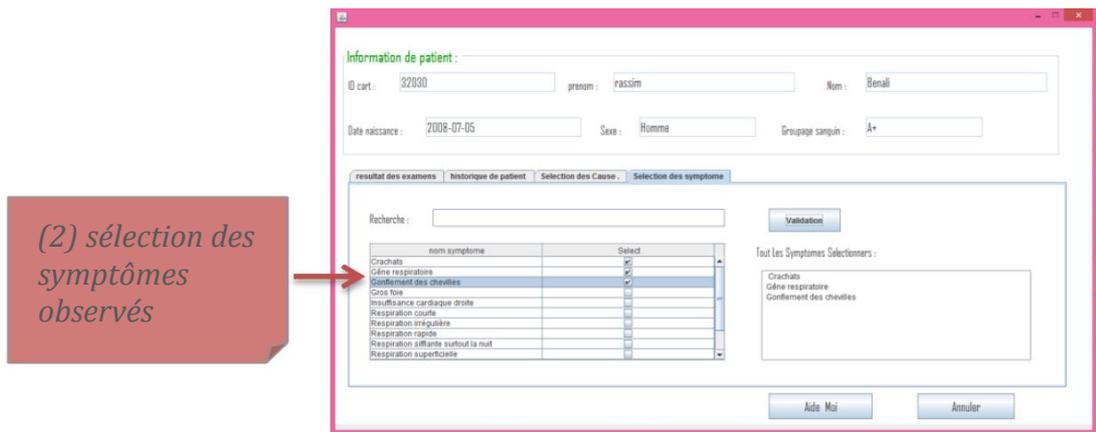


Figure 3.5 : Sélection des symptômes observés.

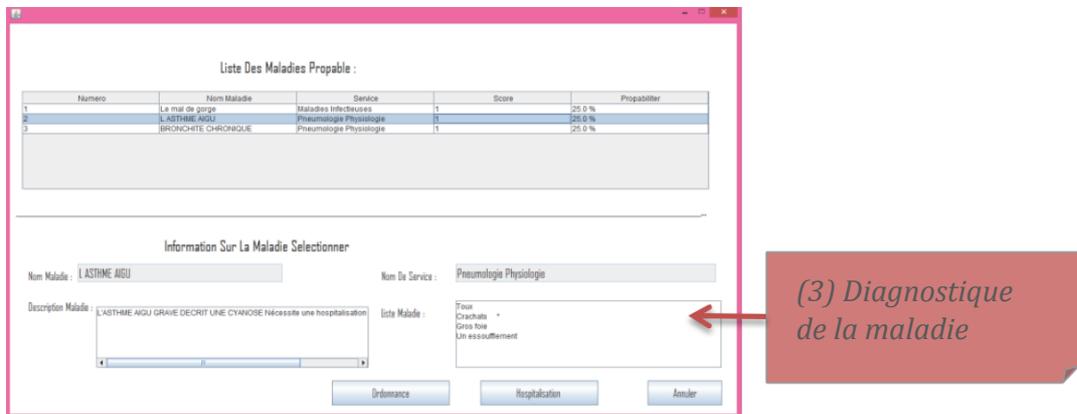


Figure 3.6 : Liste des maladies probables.

Une fois le patient nécessite une hospitalisation et après la validation de son admission par le médecin chef service, on passe maintenant au niveau du service hospitalier, où commencera notre réelle tâche, à savoir, la construction du plan de soins d'un patient et suivre son séjour dès son arrivé jusqu'à sa sortie de l'hôpital.

A. Service hospitalier

A.1 Le médecin Chef service

Voici l'interface qui présente les fonctions du Médecin chef service :



Figure 3.7 : Fonctionnalités Médecin Chef Service.

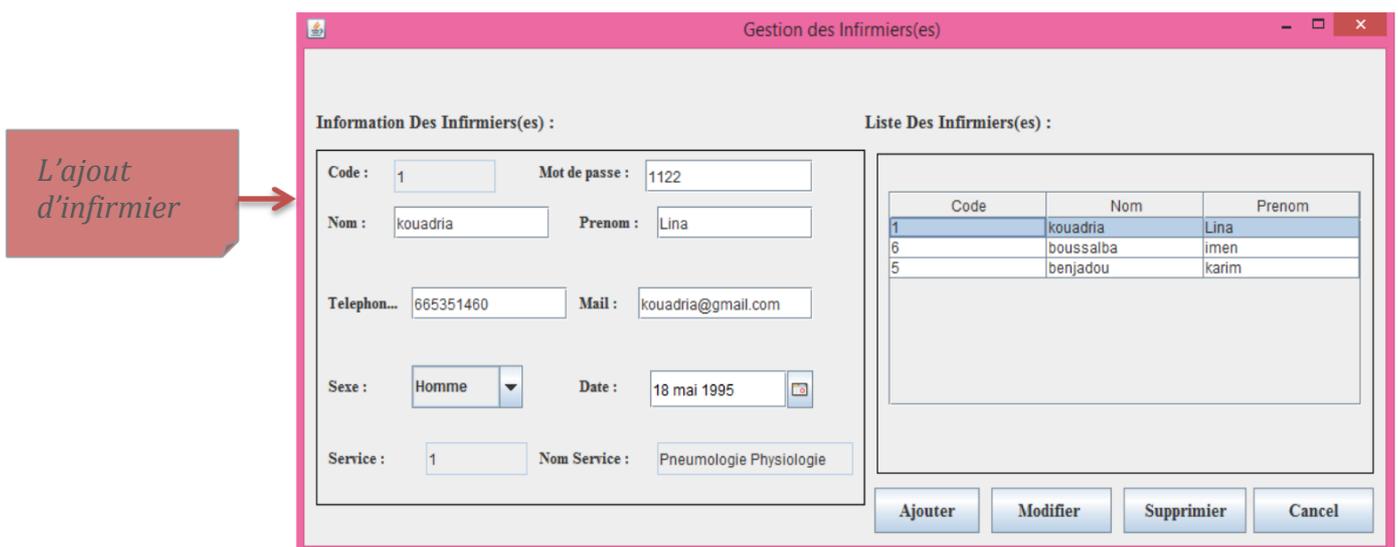


Figure 3.8 : Gestion des infirmiers(es).

Il affecte un infirmier à un service, une salle et le charge d'une admission (patient)

Code-Admission	Medecin-suivi	numero-Salle
20	555551	1
21	123456	2
22	555551	2
23	555551	2
24	123456	1

Code	Nom	Prenom
1	kouadria	Lina
6	boussalba	Imen
5	benjadou	karim

Figure 3.9 : Affectation des infirmiers(es).

A.2 Le Médecin de suivi (Service Hospitalier)

Le médecin de suivi peut à tout moment suivre le séjour de ces patients, en consultant la réalisation de son plan de soins fait par l'infirmier en charge du patient. Voir Fig.3.19

Figure 3.10 : Fonctionnalités Médecin de Suivi.

Pour chaque traitement prescrit au patient, il lui affecte également, un traitement de suivi de la manière suivante :

Médecin
 Code Médecin : 123456
 Nom Médecin : khebizi Prénom Médecin : soumia

Patient
 Code patient : 32030 Code Admission : 24
 Nom patient : Benali Prénom patient : rassim
 Diagnostic: L ASTHME AIGU

Traitement
 Code Traitement : [] Date Traitement : 2019-07-09
 Nom Traitement : corticoïdes inhalés
 La durée de Traitement : 3 jours
 Description Traitement : sensible

Les traitements de Suivi :

temperature tension diabete serum
 injection nettoyage changement pensement

Il coche un ou plusieurs traitements de suivi

Figure 3.11 : Gestion des traitements prescrits.

Pour chaque médicament prescrit au patient, il lui indique son heure de prise comme suit :

Traitement
 Code Traitement : 28 Date Traitement : 2019-07-07
 Nom Traitement : corticoïdes inhalés
 Nom Médecin : khebizi Prénom Médecin : soumia
 Nom patient : Benali Prénom patient : rassim

Médicament Prescrits

Code : 14 Nom : ASMANEX TWISTHALER 400 µg
 Forme : Air

Code Médicament : []
 Quantité Médicament : 3
 Dosage Médicament : 500

heure de prise :

08 : 00 12 : 00 16 : 00 20 : 00

Le médecin choisi l'heure adéquate à la prise de ce médicament prescrit au patient

Figure 3.12 : Gestion des médicaments prescrits.

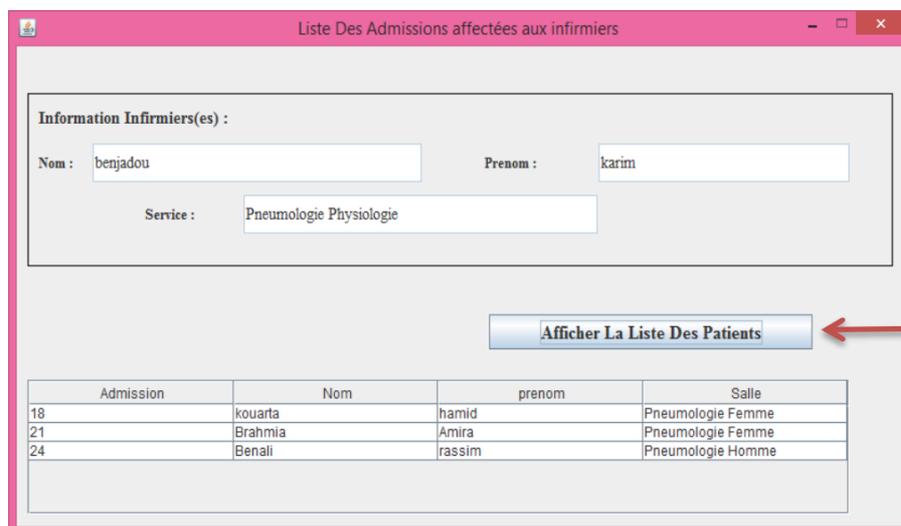
A.3 L'infirmier (e)

L'infirmier (e) doit introduire son mot de passe et le code du service afin d'accéder à son compte, comme nous le montre la figure suivante :



Figure 3.13 : Interface de connexion de l'infirmier(e).

Voici l'interface qui s'affiche après la connexion :



L'infirmier, une fois connecté à son espace, il affiche la liste des patients en charge qui lui sont affectés par le médecin Chef service.

Figure 3.14 : Liste des admissions affectées aux infirmiers(es).

Une fois, l’infirmier choisit un patient, on obtient l’écran suivant :

Information Infirmier(e) :
 Nom : benjadou Prenom : karim
 Service : Pneumologie Physiologie

Information Patient :
 Nom : Benali Prenom : rassim Maladie : L ASTHME AIGU

Liste Des Traitements :

Code	Traitement	Date	durée
28	corticoïdes inhalés	2019-07-07	3 Jours

Liste Des Medicament...

Code	Médicament	quantité	dosage
29	PULMICORT 1 mg/2 ml	3 Boits	200 Mg

Liste Des Traitements De Suivi :

Code	Traitement Suivi	Type
1	temperature	avec resultat
4	serum	No resultat

Ajout d'observation Cancel

En cliquant ici, pour ajouter une observation sur le patient

Figure 3.15 : Gestion des traitements et médicaments envoyés aux infirmiers(es).

Si l’infirmier sélectionne un médicament (Figure 3.15), voici l’interface qui lui s’affiche :

Information Médicament :
 Nom : PULMICORT 1 mg/2 ml Dosage : 200 Mg Quantité : 3 Boits .

heure de prise :
 08:00 16:00

Quitter

Figure 3.16 : Validation de prise de médicament.

Pendant toute la durée du traitement, l’infirmier doit cocher strictement les heures de prise de médicament

Si aussi, il sélectionne un traitement de suivi (Figure 3.15) il y a deux interfaces qui s'affichent :

- a. Pour les traitements de suivi qui sont mesurable (possède des résultats) comme la température, la glycémie, Hyper Tension Artérielle, etc... :

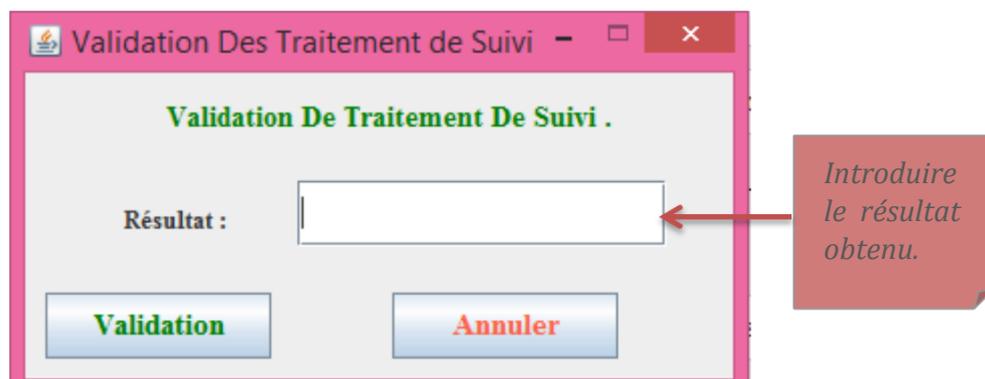


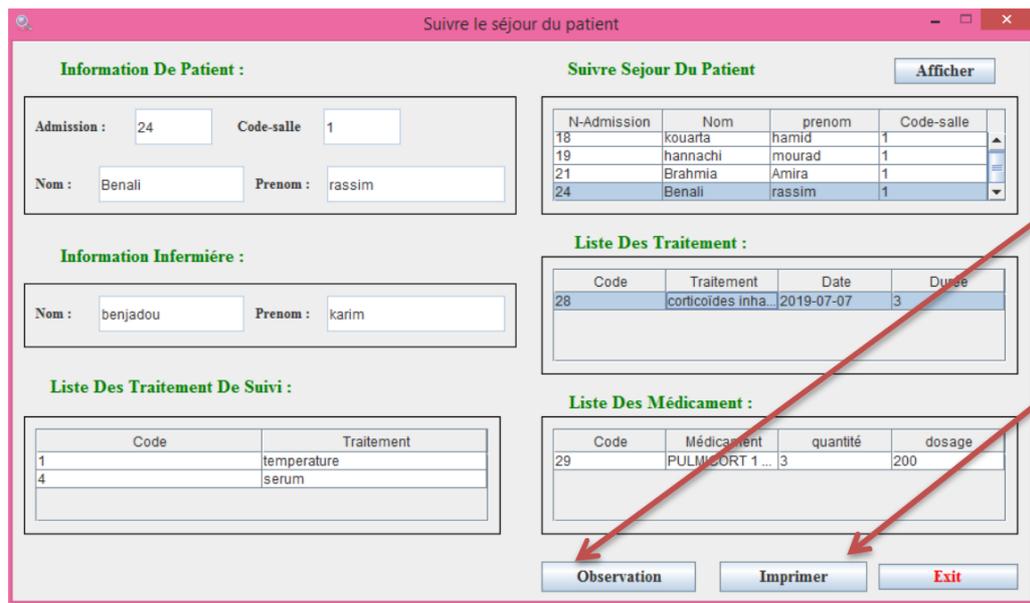
Figure 3.17 : Validation du traitement de suivi avec résultat mesurable.

- b. Pour les traitements de suivi qui ne sont pas mesurable (sans résultat) comme l'injection, le sérum, etc.. :



Figure 3.18 : Validation du traitement de suivi sans résultat.

Pour une prise en charge effeciente du patient, le médecin peut suivre l'état du patient à travers le travail réalisé par l'infirmier durant tous le séjour, comme nous montre les figures suivantes :



Consulter les observations faites par l'infirmier

Imprimer le séjour du patient sous forme d'un document PDF :

Figure 3.19 : Suivre le séjour d'un patient.

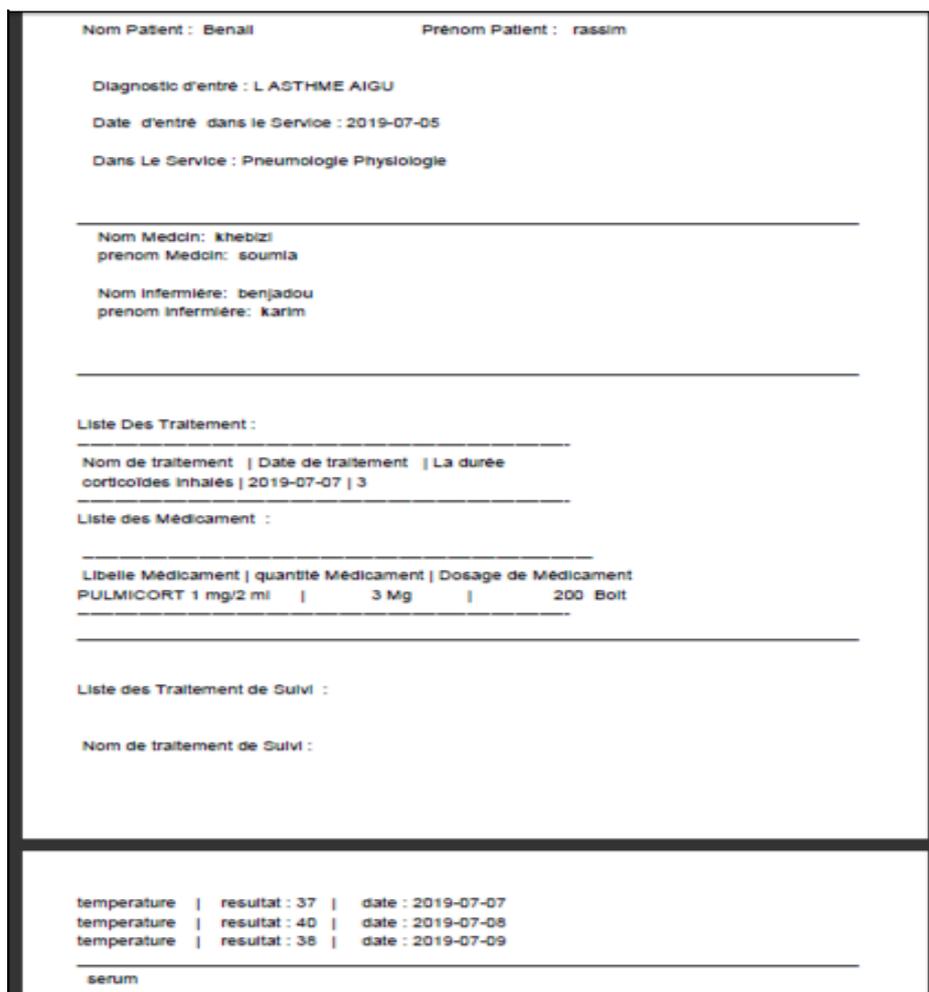


Figure 3.20 : Fiche de suivi d'un patient au format PDF.

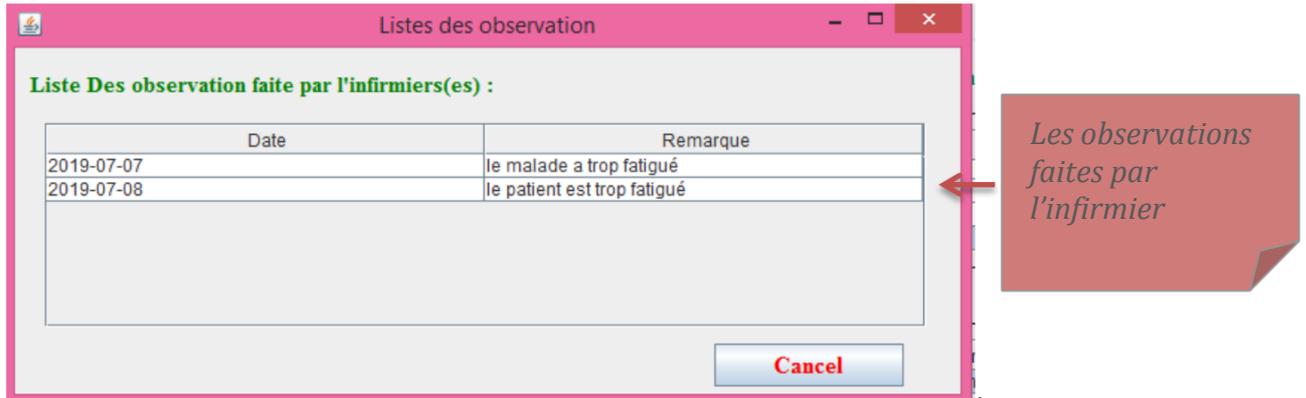


Figure 3.21 : Liste des observations.

Une fois le médecin sélectionne un médicament, l'interface qui s'affiche montre si le médicament est pris ou non chaque jours à l'heure indiquée, et ceci jusqu'à la fin de la période de traitement :

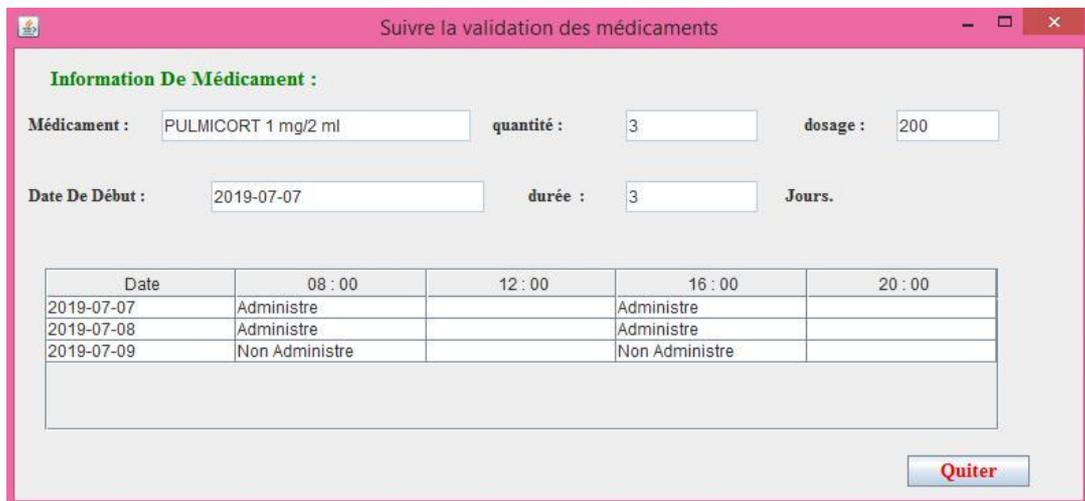


Figure 3.22 : Suivre la validation des médicaments administrés.

Pour les deux types du traitement de suivi (avec résultat mesurable et non mesurable), voici les interfaces qui montrent s'ils sont validés ou non par l'infirmier :

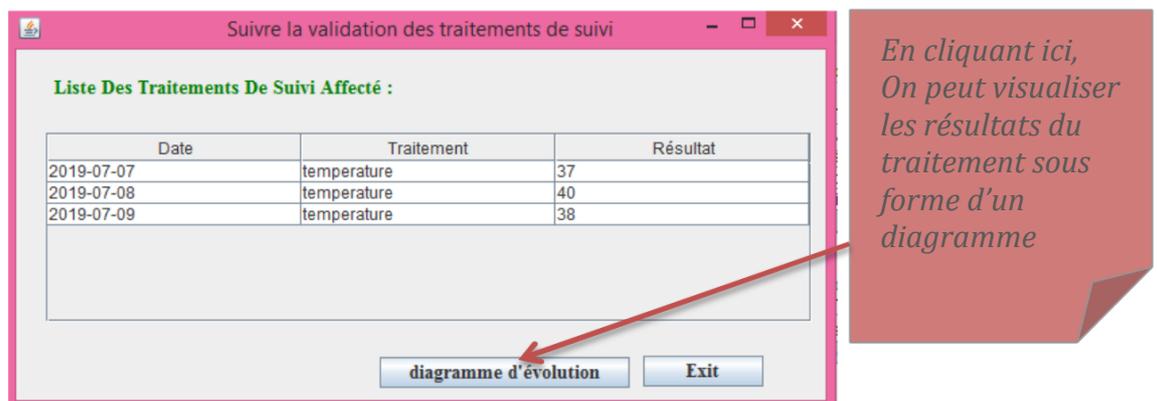


Figure 3.23 : Suivre la validation des traitements de suivi avec résultat.

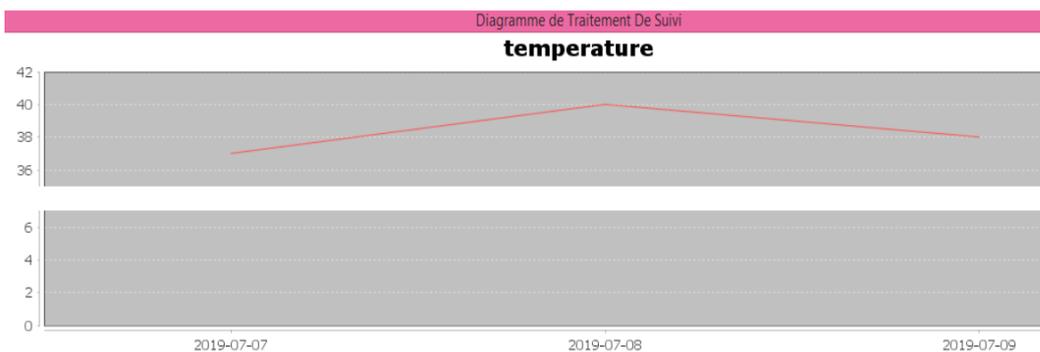


Figure 3.24 : Diagramme d'évolution du traitement de suivi.

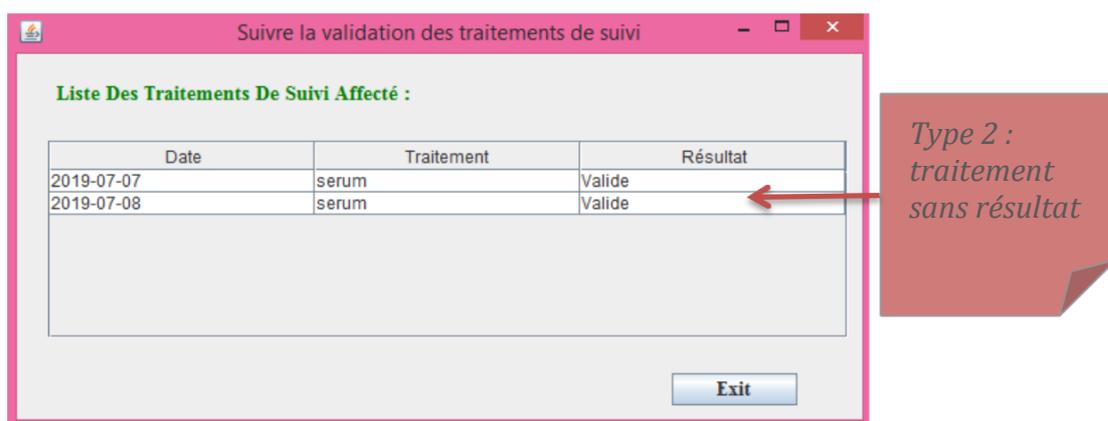


Figure 3.25 : Suivre la validation des traitements de suivi sans résultat.

4. Configuration du réseau

Notre application est distribuée à travers le réseau, nous l'avons testé sur 2 ordinateurs seulement, chaque ordinateur contient :

PC	PC 1	PC 2
Applications	- Contrôle Système - Urgence - Bureau des Entrées	- Service Hospitalier (Médecin Chef, Médecin de Suivi, infirmier). - Laboratoire
Base de données	- bdd.sql - Urgence.sql - bdd1.sql	- bdd2.sql - bdd4.sql - bdd3.sql
Adresse IP (jour du teste)	198.168.1.5	198.168.1.6

Tableau 3.2 : Distribution des applications et les bases de données sur les deux ordinateurs portables.

Pour que les agents peuvent communiquer entre eux à distance, il faut d'abord un AID du destinataire du message inclus, et avec le nom du destinataire une adresse de transport de la plateforme du récepteur, voici le code Java nécessaire à la configuration :

```
AID id= new AID ("AgentControlSysteme@192.168.1.6: 1087/JADE»,  
AID.ISGUID);  
Id.addAdresse (" http:// 192.168.1.6:7078/ acc");  
aclMessage.addReceiver (id);
```

Le nom de l'agent destination c'est : *(AgentControlSysteme). Acc (agent communication chanel).*

L'adresse de l'autre plateforme c'est : 192.168.1.6

Le port utilisé C'est : 1087.

Lorsque l'agent contrôle système reçoit un message de la part de l'agent authentification, il vérifie d'abord, si le nom d'utilisateur et le mot de passe son valide. Afin que l'agent authentification peut envoyer un message à l'autre agent, il doit d'abord mentionner le nom de l'agent récepteur : *AgentControlSysteme@ le nom de la plateforme.*

5. Conclusion

Dans le dernier volet de ce mémoire, nous avons présenté les fonctionnalités de notre futur système et les résultats obtenus à travers des aperçus écran selon un scénario d'exécution.

Conclusion générale

Dans ce modeste travail, nous avons essayé d'améliorer la qualité du SIM hospitalier, en intégrant le parcours de soin du patient. La formalisation du parcours de soins a pour objectif global d'améliorer les résultats des soins et, plus précisément, de rationaliser les différentes interventions des professionnels de santé, de réduire la variabilité des pratiques (standardisation) et de suivre et évaluer les écarts de mise en œuvre.

Le SIM hospitalier utilise une architecture à base d'agents autonomes et réactifs pour distribuer la complexité dynamique du système. Il est développé avec la plateforme JADE qui prend en considération les spécifications FIPA et permet de visualiser les communications entre l'ensemble des agents. Nous avons aussi utilisé MySQL pour la modélisation des données médicale échangées.

Comme perspective à notre travail, on peut citer :

- Continuer à améliorer la qualité du SIM hospitalier, en adoptant divers technologies (Cloud, Iot, Blockchain).
- La Génération du chemin clinique des nouveaux patients.

Bibliographie et Webographie

- [1]. Venot A., B. A., Quantin C. (2013). “ *Informatique médicale, e-Santé : Fondements et applications* “. © Springer-Verlag France.
- [2]. Xukai, Z., Yuan-Shun, D., Bradley, D., Mingrui Q. (2007). “*Dependability and Security in Medical Information System* “. J. Jacko (Ed.): Human-Computer Interaction, Part IV, HCII 2007, LNCS 4553, pp. 549–558, 2007.
- [3]. Zarour, K. (2008). « *Vers un système d’information coopératif pour la prise en charge des soins à domicile : une architecture basée agent* ». Thèse de Magistère, Université Mentouri de Constantine.
- [4]. Vers les dossiers de santé électroniques. Bureau de la santé et l’inforoute Santé Canada. 2001.
- [5]. Zarour, K. (2012). “*L’interopérabilité des systèmes d’information médicaux : une approche basée agent*“. Thèse de Doctorat, Université Mentouri de Constantine.
- [6]. Daniel C., J. J. P., Fadly N., Landais P. (2009). “*Dossier patient informatisé à visée de recherche biomédicale*“.38, 1468 –1475.
- [7]. Guerroui F.Z., Berkani H (2016). “ Un suivi médical intelligent des patients ”. Mémoire de master, département d’informatique. Université Guelma.
- [8]. Benrazek A. (2017). “ *Un système intelligent à base d’ontologie pour la modélisation distribuée du dossier patient* ”. Mémoire de master, département d’informatique. Université Guelma.
- [9]. Viviane Caillavet-Bachellez (2010) - *Mémoire de l’Ecole des Hautes Etudes en Santé Publique*.
- [10]. Fauchille É, Thienpont C, Sannier O, Faure R, Trugeon A. (2016). “Description de l’état de santé et des caractéristiques sociales des personnes entrées en détention en Picardie en 2013“. Bull Epidémiol Hebd. 2016;(18-19):344-9.http://invs.santepubliquefrance.fr/beh/2016/18-19/2016_18-19_3.html
- [11]. Kwan J, Sandercock P. (2003); “ *In-hospital care pathways for stroke: a Cochrane systematic review* “.Feb;34(2):587-8.

Bibliographie et Webographie

- [12]. Benabdejilil et al. (2014). “Cartographie des acteurs et des processus de soins support à de nouveaux services de santé à forte valeur ajoutée “,
- [13]. Benhawala, F. (2008). “*L'adoption d'une approche organisationnelle pour la conception et la réalisation d'un système multi agents d'acquisition coopérative d'information*“. Mémoire de Maitrise Université de la Manouba.
- [14]. Ferber J. (1995). “*Les systèmes multi-agents : vers une intelligence collective*“. InterEditions, ISBN : 2-72-96-0572-X.
- [15]. Chami, D. (2010). “*Une plate forme orientée agent pour le data mining*“. Mémoire de Magistère, Université Hadj Lakhdar – Batna.
- [16]. Chaib-Draa B. (2001). “*Causal maps :Theory, Implementation and practical applications in multiagents environment* “. *IEEE Transcation On Knowledge and Data Engineerin.,. 2001.*
- [17]. Demazeau Y. (1995). “*From Interactions to Collective Behavior in Agent-Based Systems* “, European Conference on Cognitive Science, Saint-Malo, 1995.
- [18]. Mazyad, H. (2013). “*Une approche Multi-agents à Architecture P2P pour l'apprentissage collaboratif*“. Thèse de Doctorat, Université du Littoral Côte d'Opale. Retrieved from <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00845225>
- [19]. Tahri, S. (2009). “*Analyse hydrodynamique d'un piston par simulation de SMA*“. Mémoire de Magistère, Université de Hassiba Benbouali – Chlef.
- [20]. Bendahmane, T. (2015). “*Conception d'une plateforme multi agent pour la collecte de données dans une base de données distribuée*“. Thèse de Magistère, Université Mohamed Khider- Biskra.
- [21]. Bernon C., G. M. P., Picard G. (2009). “*Méthodes orientées agent et multi-agent*“. In H.-. Lavoisier (Ed.), *Technologies des systèmes multi-agents et applications industrielles* (Vol. Chapitre 2).
- [22]. Belaqziz, S., 2014, “*Une approche d'aide à la décision pour la gestion d'un système d'irrigation gravitaire modélisation multi-agents, télédétection et optimisation par algorithme évolutionnaire*”, Thèse de doctorat. Faculté des Sciences et Techniques de Marrakech, Maroc

Bibliographie et Webographie

- [23]. Azaiez, S. (2007). “*Approche dirigée par les modèles pour le développement de systèmes multi-agents*“. Thèse de Doctorat, Université de Savoie. Retrieved from : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00519195>.
- [24]. C.Heine, S. Kirn, and R.Herrler (2004). *Agent-based Optimization and Management of Clinical Processes*, Proceedings of the 16th European Conference on Artificial Intelligence (ECAI'04)-The 2nd Workshop on Agents Applied in Health Care.
- [25]. H.Z. Iqbal, A.S.S. Raza and C. Yu-N (2002). *An Intelligent Agent-based Knowledge Broker for Enterprise-wide Healthcare Knowledge Procurement*, pages. 173, Proceedings of the 15th IEEE Symposium on Computer-Based Medical Systems.
- [26]. J.Nealon and A,Moreno (2003). *Agent-Based Applications in Health Care in Applications of Software Agent Technology in the Health Care Domain*, Whitstein Series in Software Agent Technologies, Birkhauser Verlag, Basel, pages 3-18, 2003
- [27]. L.Zachewitz (2004). *A multi-agent system for Establishing electronics Healthcare record*, ECAI 2004 16th European Conference on Artificial Intelligence - Workshop 7: Agents Applied in Health Care, pages. 31-37, August 2004.

[Web 1]: <https://www.devenir-infirmiere.fr/hopital-clinique.php>

Date consultation : 01 Mai 2019

[Web 2]: <https://www.caducee.net/DossierSpecialises/systeme-information-sante/dsii.asp#>

Date consultation : 15 Mai 2019

[Web 3]: <https://guide-ide.com/dossier-de-soins/>. Date consultation : 01 Mai

2019 [Web 4] :

<http://www.ismaik.rnu.tn/useruploads/files/Transformation%20du%20diagramme%20de%20classe%20en%20mod%20C3%A8le%20relationnel.pdf>

Date consultation : 10 juin 2019.

[Web 5] : <https://fr.slideshare.net/mohamedyoussfi9/systmes-multi-agents-concepts-et-mise-en-oeuvre-avec-le-middleware-jade>

Date consultation : 1 juin 2019

Bibliographie et Webographie

[Web 6] : <https://www.journaldunet.fr/web-tech/dictionnaire-du-webmastering/1203555-java-definition/> Date consultation : 5 juin 2019

[Web 7] : <http://nicolas.thiery.name/Enseignement/CCI-LO/Eclipse.pdf> Date consultation : 5 juin 2019

[Web 8] : <https://www.journaldunet.fr/web-tech/dictionnaire-du-webmastering/1203633-sgbd-systeme-de-gestion-de-base-de-donnees-definition-traduction-et-acteurs/>

Date consultation : 6 juin 2019.

[Web 9] : <https://www.journaldunet.fr/web-tech/dictionnaire-du-webmastering/1203595-mysql-my-structured-query-language-definition/>

Date consultation : 10 juin 2019.

[Web10] : <https://www.emse.fr/~boissier/enseignement/maop12/courses/jade-prog-4pp.pdf>

Date consultation 1 juin 2019.