ÉCOLE DE TECHNOLOGIE SUPÉRIEURE
UNIVERSITÉ DU QUÉBEC
RAPPORT DE PROJET PRÉSENTÉ À
L'ÉCOLE DE TECHNOLOGIE SUPÉRIEURE

COMME EXIGENCE PARTIELLE
À L'OBTENTION DE LA
MAÎTRISE EN GÉNIE, CONCENTRATION
TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION

PAR
Akpro Benjamin GNAGNE

BASE DE DONNÉES DE SUPPORT À LA RECHERCHE EN SANTÉ (FORAGE DE DONNÉES)

MONTRÉAL, LE 29 NOVEMBRE 2014

Akpro Benjamin GNAGNE, 2014

Cette licence Creative Commons signifie qu'il est permis de diffuser, d'imprimer ou de sauvegarder sur un autre support une partie ou la totalité de cette oeuvre à condition de mentionner l'auteur, que ces utilisations
soient faites à des fins non commerciales et que le contenu de l'oeuvre n'ait pas été modifié

PRÉSENTATION DU JURY

CE RAPPORT DE PROJET A ÉTÉ ÉVALUÉ
PAR UN JURY COMPOSÉ DE :

M. Alain April, directeur de projet
Département des Génie Logiciel et des technologies de l'information
École de technologie supérieure

Dr. Abdelaoued Gherbi
Département des Génie Logiciel et des technologies de l'information
École de technologie supérieure

Dr. Benoit Deslaurier
Biogénix

REMERCIEMENTS

Je tiens à exprimer mes sincères remerciements au Professeur Alain April qui a bien voulu me faire confiance en m'intégrant dans son équipe de recherche. Professeur vous êtes là quand nous avons besoin de vous, vous nous avez apporté tout le soutien nécessaire afin de mener à bien ce projet. Soyez-en remercié.

Mes remerciements aussi à l'endroit du Docteur Alain Moreau et de son équipe de chercheur pour ce mandat qu'ils nous ont confié. Je remercie plus particulièrement Mme Anita Franco pour sa disponibilité. Grâce à elle, nous avons pu recueillir toutes les informations nécessaires à la réalisation de ce projet de recherche et développement.

BASE DE DONNÉES DE SUPPORT À LA RECHERCHE EN SANTÉ (FORAGE DE DONNÉES)

Benjamin Gnagne AKPRO

RÉSUMÉ

Ce document présente les travaux de recherche et développement réalisés dans le cadre du projet de maîtrise en technologies de l'information. Le but de ce projet est de centraliser l'ensemble des données, du domaine de la santé, d'un laboratoire de recherche en pathologies musculo-squelettiques. Au moment de démarrer les travaux, les données étaient distribuées à travers plusieurs fichiers Excel causant plusieurs problèmes d'exploitation.

L'objectif de ce projet est la conception d'un véritable système de gestion de base de données et, par la suite, la conception d'un logiciel pour exploiter ces données centralisées. Ce nouvel outil d'appui à la recherche permettra aux chercheurs de disposer de données fiables au moment opportun de manière à prendre de bonnes décisions plus rapidement.

Ce document présente la conception et l'expérimentation d'une base de données centralisée et du prototype de logiciel y accéder.

La méthodologie utilisée afin de bien comprendre les exigences du client est le rational unified process (RUP). Cette méthodologie a appuyé l'étape de spécification des exigences, la définition des caractéristiques du système et la réalisation du prototype logiciel.

Pour ce projet deux possibilités de résolution ont été investiguées :
La première soutient que les différentes feuilles Excel contiennent des données importantes et valables et qu'il fallait seulement revoir les processus entourant leurs utilisations.
La deuxième nécessite un remplacement complet des feuilles Excel et l'ajustement des processus existants.

Suite à notre étude initiale, la deuxième hypothèse a été retenue.
Afin de faciliter la lecture et la compréhension de ce document il a été divisé en quatre chapitres. Le premier chapitre présente la revue littéraire. Le deuxième chapitre traite de l'analyse des besoins et exigences du client. Le troisième chapitre présente les décisions de conception du prototype logiciel et de sa nouvelle base de données intégrée. Finalement, le quatrième, et dernier chapitre, présente les résultats de l'expérimentation réalisé.

Mots-clés : Système d'information en recherche médicale, Base de données

DATABASE SUPPORT HEALTH RESEARCH (DATA MINING)

Benjamin Gnagne AKPRO

ABSTRACT

This report presents the research and development activities carried out during the master in information technology. The purpose of this project is to centralize all health research data of a laboratory conducting research on musculoskeletal pathologies. At the onset of the project, the researcher data were distributed across multiple Excel files causing several operational problems. The objective of this project is to first design an integrated database and subsequently design a software to exploit the data. This new health research support tool will allow researchers to have access to reliable data in a timely manner in order to accelerate the discovery process.

This report describes the design and testing activities of the new integrated database and its prototype software.

The methodology used to gather customer requirements was the Rational Unified Process (RUP). This methodology has helped support the requirements gathering, specifications, defining the characteristics of the software system needed and the implementation acivities of this new software prototype.

For this project two potential options were investigated. The first argued that the different Excel sheets contain important and valuable data and only a review of the existing processes surrounding their use was required. The second option required a complete replacement of the Excel sheets and adjusting the existing processes. Following our initial investigation, the second option was chosen.

To facilitate the reading and understanding of this report it has been divided into four parts. The first part presents the literature review. The second chapter describes the requirements based on existing processes and softwares. The third chapter describes our database and software design decisions as well as the software functionality. Finally, the fourth, and final chapter, presents the results of experiments performed.

Keywords: Information System Medical Research Database

LISTE DES FIGURES

Page

Figure 1.1 Représentation schématique de la problématique 6

Figure 1.2 Fonctionnement de la base de données APZEC 9

Figure 1.3 Architecture d'un entrepôt de données 14

Figure 1.4 Schémas du Big Data 15

Figure 2.1 Processus à haut niveau 22

Figure 2.2 Formulaire Création participant 27

Figure 2.3 Formulaire de Recherche Information Participant 29

Figure 2.4 Formulaire Consentement 30

Figure 2.3 Formulaire Création rendez-vous

Figure 3.1 Formalisme du diagramme de Classe 30

Figure 3.2 Diagramme des classes de la base de données 31

Figure 3.3 Architecture du système 32

Figure 4.1 Interface d'enregistrement de la famille d'un participant 37

Figure 4.2 Interface Enregistrement Historique de Famille (Family Historic) 38

Figure 4.3 Consultation des enregistrements 39

LISTE DES ABRÉVIATIONS, SIGLES ET ACRONYMES

HTTP : HyperText Transfer Protocol

FRSQ : Fond de Recherche en Santé du Québec

HTML : HyperText Markup Langage

IIS : Internet Information Services

SGBD : Système de gestion de Bases de données

LIMS : Laboratory Information Management System

ELN : Electronic Laboratory Notebooks

SDMS : Scientific Data Management System

LPM : Laboratory Process Management

ISA Instrumentation Software Automation

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION 2

Problématique 4

Objectif du projet : 7

Portée du projet : 7

CHAPITRE I 8

REVUE DE LA LITTÉRATURE 8

1.1. Introduction 8

1.1.1. Les systèmes de gestion de Bases de données 11

1.1.2. Le langage de modélisation 16

1.1.3. Les applications : 17

1.2. Conclusion 18

CHAPITRE II 21

SITUATION ACTUELLE DU CLIENT 21

2.1. Contexte 21

2.2. Les Techniques utilisées pour le recueil des besoins 21

2.3. La situation Actuelle du Client 22

Figure 2.1 Processus à haut niveau 22

2.3.1. Recrutement des patients: 23

2.3.2. Dossiers patients 23

2.3.3. Les visites 24

2.3.5. Les prélèvements : 25

2.3.6. Le Codes-Barres : 26

2.3.7. Analyse de l'existant logiciel 26

2.4 Les Prototypes 27

2.4.1 Menu Principal de l'application 27

2.4.2 Rechercher un dossier patient 29

2.4.3 Formulaire de Consentement 29

2.4.4 Formulaire de création Rendez-vous 30

2.5. Les Contraintes 31

2.6 La limite de notre intervention: 32

CHAPITRE III 33

CONCEPTION DE LA BASE DE DONNÉES ET DE L'APPLICATION 33
3.1. Conception de la base de données 33
3.1.1. Exigence de la base de données. 33
3.1.2. Les logiciels Utilisés 34
3.1.3. Diagramme de Classes 34
3.1.5. Architecture du système 37
3.1.5.1. Description de cette Architecture 37
3.2. Conception de l'Application 38
3.2.1. Exigence fonctionnelles 38
3.2.2. Exigences non fonctionnelles : 38
3.2.3. Les Changements 39
3.2.4. Condition de développement : 39
3.2.5. Les logiciels utilisés 40
3.2.6. Les langages utilisés 40
3.2.7. Normes 41
CHAPITRE IV 42
LES RÉSULTATS 42
4.1. Les interfaces Produites 42
4.1.1. Enregistrement de la famille d'un participant 42
4.1.2. Interface Historique de Famille (Family Historic) 43
4.1.3. Consultation 44
4.2. Apport de chaque membre de l'équipe de projet. 44
ANNEXE I 47
ANNEXE II 47
Diagramme de Séquence 54
Spécification des Cas d'Utilisations 58
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES 78

INTRODUCTION

Le Québec contient 23% de la population Canadienne. Cette population aspire à des soins de santé de qualité. Une enquête réalisée par CROP-Radio-Canda [1] indique que « la santé fait partie des trois enjeux les plus importants pour les Québécois ».

Afin de satisfaire à cette exigence, le gouvernement du Québec a fait de l'amélioration des soins de santé une de ses priorités. C'est ce qu'a affirmé Mme Monique Jérôme-Forget, ministre des Finances et présidente du Conseil du trésor à l'occasion du dépôt du Budget de dépenses 2007-2008. «Nous annonçons un contrôle serré des dépenses et de nouveaux investissements dans les priorités des Québécois, soit la santé et l'éducation »

De même, la présidente du Conseil du trésor a déclaré qu' «en 2011-2012, le gouvernement continuera d'investir dans ses priorités que sont la santé et l'éducation [2]»
Cette même source ajoute qu'à «ces investissements s'ajoute la part provenant du fond de financement des établissements de santé et des services sociaux.»

Nous pouvons donc affirmer que le gouvernement a consenti à investir dans la santé afin de permettre à la recherche et à la pratique des soins de connaître un succès.

Or, ces investissements ne semblent pas suffirent afin de permettre aux chercheurs d'utiliser des logiciels récents, adaptés et optimisés à leurs besoins. Citons entre autres les besoins criants des laboratoires équipés de technologies désuètes, de systèmes d'informations d'amateurs pour la gestion des données et des résultats de recherche.

Selon le Directeur du Fond de Recherche en Santé du Québec [3] « les restrictions budgétaires et les restructurations profondes du système de santé québécois alors même que la voix de la recherche a du mal à se faire entendre ont aggravé la situation. »
De plus « la croissance des besoins et la dégradation des programmes fédéraux de soutien salarial contribuent, selon le même Directeur, ont appuyé le manque de moyen pour soutenir

les centres de recherche. En conséquence les centres de recherche en santé, au Québec, connaissent une crise financière et le budget de soutien n'a pas augmenté depuis 1987.»

L'amélioration de la qualité des soins prodigués aux Québécois requiert que ces centres de recherche en santé s'inscrivent dans une logique d'excellence. Les chercheurs ont besoin d'outils logiciels adaptés qui appuient leurs processus et qui leur permettent de gérer efficacement leurs données de recherche. Car un environnement doté de technologies adéquates un facteur important dans le maintien de leur compétitivité.
Par ailleurs les résultats de ces recherches permettront au domaine de la santé de connaitre une avancée notable. Et les praticiens quant à eux prodigueront des soins de qualité en s'appuyant sur ces résultats.

C'est ce que soutient la professeure Pascale Lehoux. « Nous développons les connaissances sur les processus et les outils propices à la mobilisation des résultats de recherche pour améliorer la pratique et la décision en santé publique, d'une part, et accroître les liens entre la recherche, la pratique et les décisions de santé publique, d'autre part. » [9].

Malheureusement, le centre de recherche de l'hôpital Saint-Justine, dont dépend le laboratoire de recherche en maladies musculo-squelettiques qui nous accueille dans le cadre de ce projet manque d'outils logiciels modernes capables de gérer efficacement l'ensemble de ses données de recherche.
Afin d'apporter une aide à ce laboratoire de recherche en santé, le Professeur Alain April m'a confié le mandat de travailler à la refonte des systèmes d'information et plus précisément à la mise en place d'une base de données centralisée.
Dans ce projet, j'ai joué le rôle de coordinateur. À ce titre, j'ai assuré la communication avec le client et organisé plusieurs rencontres de travail avec le client dont les plus importantes sont : la réunion de lancement et la présentation du document de vision et de SRS. Outre la coordination, j'ai principalement joué le rôle d'analyste de base de données. Dans ce rôle, j'ai recueillis et documenté les besoins du client. De plus, j'ai produit les documents de vision et de SRS qui ont été présents à l'ensemble des parties.

Concernant le document du SRS, j'ai produit la première version du document. J'ai réalisé la première version du diagramme de classe et travaillé sur les exigences fonctionnelles, non fonctionnelles et l'architecture du système.
En outre, j'ai participé à la révision des autres parties du document SRS. Je veux parler des cas d'utilisation, et du diagramme cas d'utilisation. Enfin, j'ai eu le privilège de faire la revue littéraire et de produire le rapport de projet.

Saint-Laurent Christian a produit le diagramme des cas d'utilisation et tous les cas d'utilisation. Il m'a succédé dans le rôle de coordinateur et a gardé ce rôle jusqu'à ce jour. De plus Saint-Laurent Christian a participé à la révision des exigences fonctionnelles et non fonctionnelles. En fin, il a en charge le codage de l'application.
À ce jour, il reste à convertir les données et charger la base de données. IL faut dire que les données à charger ne sont pas formatées. Avant, de charger les données dans la base de données SQL Serveur, elles doivent être dans le bon format. Le professeur Alain April a décidé d'allouer à l'Assistante de recherche un nouvel étudiant qui aura pour mission la conversion des données et le chargement de la base de données.

Problématique

«Le CHU Sainte-Justine nourrit la vision de faire du Québec un lieu où la santé des mères, des enfants et des adolescents compte parmi les meilleures sur la planète. C'est dans cette optique qu'il poursuit la mission de faire avancer les connaissances dans ce domaine, afin de traduire les nouveaux savoirs par des méthodes et des dispositifs plus rapides et moins invasifs de prévention, de diagnostic, de pronostic, de traitement et de suivi à long terme des patients, depuis la conception de l'enfant et sa gestation, jusqu'à l'âge adulte.»[19]

Le laboratoire de recherche en pathologies musculo-squelettiques fait partie du centre de recherche du CHU Sainte-Justine. Il réalise des recherches par l'aide de patients volontaires. Les résultats de ces recherches visent à trouver des traitements et des avenues de préventions de la maladie. Toutefois, cette tâche n'est pas facile et comporte beaucoup de perspectives : cliniques, animales, biochimiques et génétiques. Ces différentes perspectives génèrent une grande quantité de données et le nombre restreint de chercheurs éprouvent des difficultés à gérer ces données issues de la recherche toujours croissantes.

Par exemple, à l'aide des logiciels existants les chercheurs ont du mal à retracer un patient. En effet, les principales sources d'informations sont des fichiers Excel non intégrés. Chaque chercheur possède sa propre version de fichiers Excel. Alors, pour mettre à jour les informations les chercheurs s'échangent les fichiers Excel et mettent à jour quotidiennement leurs fichiers. Ainsi les données se trouvant dans ces fichiers sont souvent erronées et/ou différentes. Il arrive qu'un même patient soit identifié à l'aide de plusieurs identificateurs différents entrainant ainsi des erreurs et de la confusion.

Par ailleurs, la gestion des prélèvements est un parcours de combattant puisqu'il faut attendre que l'associé de recherche remplisse le registre de prélèvement, qui est un formulaire papier, qu'il remet à l'assistante de recherche avant qu'elle ne sache si le prélèvement est prêt ou en cours de traitement. La plupart des tâches étant manuelles, la charge administrative des chercheurs augmentent. Ce qui diminue leur efficacité de découverte.

En outre, pour rencontrer les patients afin de les inciter à participer aux activités de recherche l'infirmière établit la liste des patients qui ont rendez-vous prochainement avec le médecin

chercheur. Avant l'arrivée des patients elle consulte leurs dossiers. Si une base de données était disponible elle aurait pu lancer une recherche et obtenir cette liste rapidement.

De plus, le logiciel Excel, n'étant un pas un système de gestion de bases de données, la sécurité des données n'est pas actuellement garantie. Les chercheurs enregistrent, du mieux qu'ils peuvent, leurs données à l'aide des logiciels disponibles. Chaque chercheur sauvegarde ses fichiers sur le support de son choix. Cela donne lieu à plusieurs fichiers avec des contenus plus ou moins différents. Cette sauvegarde de données entraine des problèmes de convergence.

Enfin, il y a un manque de validation lors de l'entrée et du traitement des données. Les traitements actuels sont manuels et répétitifs. Les mêmes données sont ressaisies par chacun des intervenants lors de mise à jour de leurs fichiers individuels. Le schéma ci-dessous représente un exemple d'échange de fichiers entre les chercheurs. Cela donne une idée de la fatigue qu'accumulent les chercheurs après chaque journée de travail.

Eu égard à toutes ces difficultés, le développement d'une application qui attaque une base de donnée s'avère nécessaire. Cette application réduira la charge des chercheurs car toutes les données sont entrées dans la base de données à partir de cette application et gérées à partir d'elle.

Figure 1.1 Représentation schématique de la problématique (échange de fichiers et mise à jour)

Objectif du projet :
L'objectif du projet est de centraliser les données afin d'assurer une visibilité, un meilleur suivi des données de recherche.

Portée du projet :
Ce projet centralisera les données de recherche actuellement sur Excel dans une bonne base de données. Il prend également en compte le développement des interfaces pour insérer des données dans cette base de données et de les exploiter. Il couvre les processus que sont : le recrutement des patients, la gestion des prélèvements, la gestion des visites et la gestion des codes-barres. L'inventaire des prélèvements est ne fait pas parti de ce projet. Vu sa complexité, il constitue un projet à part qui sera géré par d'autres étudiants.

CHAPITRE I

REVUE DE LA LITTÉRATURE

1.1. Introduction

Cette section du rapport fait la synthèse de l'ensemble des ouvrages et des sites consultés qui ont un lien avec la problématique de ce laboratoire de recherche en santé. Cependant, la réalisation de tout projet de recherche nécessite de posséder certaines indications de solutions possibles et déjà publiées. C'est pourquoi avant de savoir ce qu'il faut mettre en place comme solution, il faut connaitre ce que les autres ont fait pour informatiser les centres de recherche. Car des personnes avant nous, ont certainement réalisé des projets similaires dans ce domaine. Cette revue littéraire nous donnera une idée sur ce que les autres ont fait et les nouvelles tendances relatives à l'informatisation des centres de recherche.

Dans cette optique nous nous sommes intéressés à la base de données APZEC du laboratoire **EcL** du **Dr John Fairbrother**. C'est un outil d'aide à la recherche et plus particulièrement un «outil épidémiologique qui offre une vue d'ensemble des virotypes et de la résistance antimicrobienne des E. coli pathogènes retrouvés chez les animaux sains et malades, à la ferme ou à l'abattoir, à partir de cas cliniques et d'études de prévalence menées à l'échelle internationale». Cette base de données est mise « en ligne sur le web avec l'objectif de diffuser les résultats du suivi épidémiologique en laboratoire de la distribution spatiotemporelle des sérovirotypes et de la résistance antimicrobienne des E. coli. Sur un plan très concret, la base peut orienter la mise en place de stratégies appropriées pour le diagnostic et le contrôle des infections à la ferme.»[8]

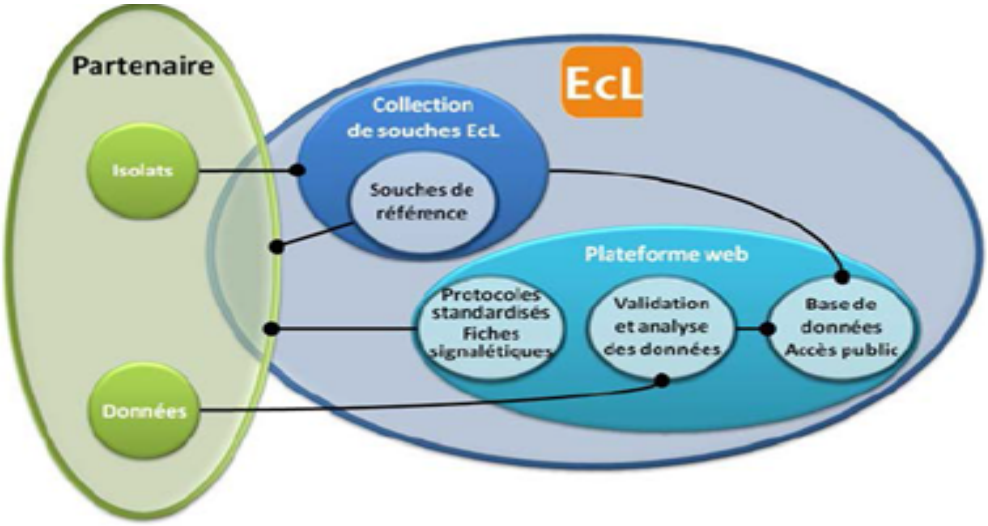


Figure 1.**2** Fonctionnement de la base de données [8]

Les données sont accessibles sur la plateforme web (www.apzec.ca). Cette base de données permet aux chercheurs du laboratoire EcL de travailler sur un même projet et partager leurs données. Ainsi les laboratoires partenaires peuvent saisir directement leurs données dans la base de données. Ces données seront analysées avant d'être validées.

Outre la base de données apzec nous avons regardé le module spécialisé en cancérologie (MSC) du Centre intégré de cancérologie de Laval. Toutes les informations relatives à un usager sont centralisées dans un seul dossier, permettant aux médecins et aux professionnels un accès sécurisé en temps réel à l'ensemble des données. Plus de 500 plans de soins standardisés y sont intégrés, ce qui assure une meilleure coordination des activités et un fonctionnement harmonieux.

Ce système permet d'automatiser et de coordonner les activités pour ainsi gérer la complexité des soins en cancérologie. Il donne accès à une information sécurisée, en temps réel et organisée de façon à réduire la duplication, ce qui améliore l'accessibilité, la qualité, la sécurité et l'expérience du patient. [25].

Enfin, nous nous sommes intéressés à «la base de données socio-sanitaire **MED-ÉCHO** du centre de recherche sur les inégalités sociales de santé de Montréal dont les données sont centrées sur la clientèle hospitalière». Cette base de données a pour but « l'étude de la clientèle hospitalière.» Les données qu'elle contient sont destinées à la recherche et à la gestion. Les données sont centralisées et accessibles de manière sécurisée [24].

Les bases de données sont donc un puissant outil qui facilite la gestion des données. Elles sont utilisées dans la plupart des organisations pour stocker, sécuriser et exploiter les données qu'elles contiennent. Il est donc souhaitable que les centres de recherches en santé ne restent pas en marge de cette technologie.

Plusieurs auteurs [4, 5] ont décrit l'importance des bases de données pour les organisations et l'existence de plusieurs technologies. Chacune de ces technologies a ses forces et ses faiblesses. De plus, ces auteurs ont présenté les principaux acteurs du développement des systèmes de gestion de base de données (c.-à-d. Oracle, Microsoft, Sybase, IBM). Ce qui offre plusieurs choix au moment de la sélection de la base de données.

Le Livre du Professeur Andreas Meier [5], intitulé « Introduction pratique aux bases de données relationnelles » traite des différentes technologies de bases de données « indépendamment des produits commerciaux offerts par les éditeurs de logiciels de bases de données pour accorder une large place aux méthodes et techniques fondamentales et mettre l'accent sur la compréhension liée à l'usage des bases de données relationnelles». Cet ouvrage a dédié une section spéciale aux différents types de bases de données. Par exemple, il décrit les limites et les forces de chaque type de système de gestion de base de données. Il appuie ces exemples par des cas pratiques ce qui facilite la compréhension. Meier « allie une profonde connaissance de la théorie des bases de données à une expérience détaillée de l'utilisation pratique des SGBD commerciaux».

L'expérience acquise par Meier**,** durant sa riche carrière professionnelle, nous convainc quant aux arguments qu'il avance dans son livre.

L'auteur James A. O'Brien [4] dans son ouvrage intitulé « Introduction aux systèmes d'information » souligne également l'importance des bases de données. Il présente aussi une

approche théorique et pratique de la conception des bases de données dans ce livre. Mais il va plus loin en proposant des choix qui doivent guider les entreprises lorsqu'arrive le moment de sélectionner les systèmes de gestion de base de données. Toutefois, il n'a prêté aucune attention aux coûts de mise en œuvre. O'Brien soutient ses arguments par des avis de plusieurs experts des principaux fournisseurs des systèmes de gestion de base de données.

Concernant les choix qui doivent guider la sélection, James A. O'Brien recommande de choisir « un progiciel complet et bien intégré » ou d'aller avec « l'approche basée sur les meilleurs produits ». L'approche « progiciel complet bien intégré » offre l'avantage d'acheter son système de gestion de base de données avec un fournisseur qui propose des progiciels bien intégrés. L'approche meilleure produit par contre, offre l'avantage d'acheter son système de gestion de base de données avec les éditeurs qui traitent avec les fournisseurs de meilleurs produits logiciels.

Par ailleurs, James A. O'Brien explique «qu'il existe plusieurs types de bases de données dont les plus courants sont les bases de données d'aide à la décision et les bases de données de production». Les bases de données de production sont exigeantes en ce qui concerne les ressources. Autrement dit, les opérations complexes et fréquentes caractérisent leurs utilisations. Par contre les bases de données d'aide à la décision se concentrent sur les exigences relatives à l'information.

1.1.1. Les systèmes de gestion de Bases de données

Les données sont des ressources stratégiques pour les entreprises. Il est avantageux de les gérer à l'aide d'outils adéquats. Les SGBD sont des outils conçus pour assurer une gestion et exploitation efficace et sécuritaire des données. Les SGBD sont des logiciels qui intègrent en leur sein toute l'organisation leur permettant de prendre en charge des bases de données.

Une base de données est un réservoir commun d'informations auquel les différents utilisateurs accèdent afin d'obtenir les informations dont ils ont besoin. Elles fournissent aussi des outils pour accéder à la base de données et garantissent la confidentialité, la sécurité, l'intégrité et l'évolutivité de la base de données.

Il existe plusieurs systèmes de gestion de base de données. Les systèmes de gestion de bases de données reparties (SGBD Réparti), les systèmes de bases de données temporelles (SGBD Temporel), les Systèmes de Bases de données relationnelles-Objet (SGBDRO), Les systèmes de bases de données multidimensionnelles (SGBDM), Les systèmes de bases de données floues (SGBDF). Les prochaines sections introduisent quatre types considérés pour ce projet :

1.1.1.1. Les systèmes de bases de données reparties.

Les systèmes de bases de données reparties sont conçus pour gérer des bases de données séparées par des étendues géographiques. Comme l'indique son nom, ces types de bases de données «sont modélisées par un seul schéma logique de base de données, mais implémentés dans plusieurs fragments de tables physiques sur des ordinateurs géographiquement dispersés. L'utilisateur d'une base de données répartie se focalise sur sa vue logique des données et n'a pas besoin de se préoccuper des fragments physiques.»[5]. Autrement dit ces types de base de données sont adaptés aux entreprises qui ont plusieurs succursales. Ainsi, dans un souci de rapprocher les données de l'utilisateur chaque fragment de tables est implémenté sur le site de l'utilisateur.

1.1.1.2. Les systèmes de Base de données relationnelles Objet :

Ces types de bases de données ont été conçus pour combler les insuffisances des SGBDR classiques. Les SGBDR classiques gèrent mal les objets structurés car «l'utilisateur doit définir et gérer tous les liens entre les données au travers des attributs communs. Par conséquent, un tel système de bases de données ne peut pas tirer profit des propriétés structurelles pour optimiser le stockage des données et le traitement des requêtes.» [5].

À cela s'ajoutent les problèmes de performance dus au fait que «le système de bases de données doit parcourir plusieurs tables et effectuer des jointures onéreuses en temps de calcul» [5]. Les bases de données de relationnel objet ont l'avantage de traiter des structures d'objet complexes telles que des images, de gros documents texte, des graphiques et des vidéos.

De plus, l'information dans ce système est représentée sous la forme d'objet. «Un SGBDRO rend les objets de la base de données accessibles aux langages orientés-objets comme s'il

s'agissait d'objets de ces langages. Un SGBDRO étend les capacités du langage de programmation de façon transparente au niveau de la persistance des données, du contrôle des actions concurrentes, de la récupération de données, des requêtes associatives.

Certains SGBDRO sont conçus pour fonctionner avec des langages orientés-objets connus comme Java, C#, Visual Basic, .NET, C++ et Smalltalk. D'autres ont leur propre langage de programmation.» [22].

1.1.1.3. Entrepôt de données *:*

Les entrepôts de données sont des bases de données qui stockent l'ensemble des données d'une entreprise qui seront traitées et analysées pour aider à la prise de décision. James A. O'Brien dans son ouvrage intitulé [4] «Introduction aux systèmes d'information, 2003» définit un entrepôt de données comme des installations de stockage de données qui utilisent les données existant pour produire des informations.»

«L'entrepôt de données désigne précisément un environnement logiciel conçu pour exploiter une base de données multidimensionnelle, incluant des outils pour définir les données (maintenance des tables dimensionnelles) d'une part, et pour intégrer différents ensembles de données d'autre part.»[5].

Les entrepôts de données tirent en général leurs données des bases de données. Ce qui suppose qu'il faut concevoir ces bases de données de production d'où l'entrepôt de données tirera ses données. Il faut ensuite concevoir la base de données multidimensionnelle. Les entrepôts de données sont adaptés aux entreprises qui produisent de très grandes quantités de données et qui tirent des informations de ces données afin de prendre les meilleures décisions pour la bonne marche de l'entreprise.

Par ailleurs, sa conception exige plus de moyens financiers. Toutefois, s'il est bien conçu, «il fournit aux décideurs des données cohérentes pour la prise de décision.» [4].

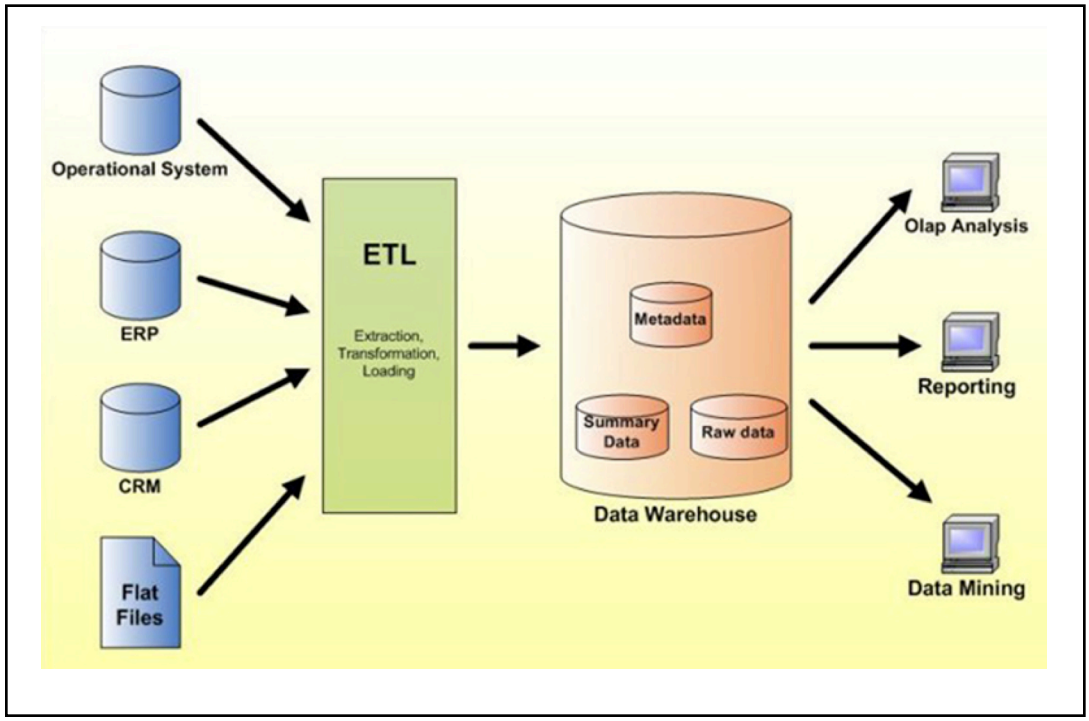


Figure 1.3: Architecture de l'entrepôt de données [22].

1.1.1.4 Le Big Data :

Tout comme l'entrepôt de données, la technologie de base de données Big Data est une base de données qui permet l'enregistrement de grandes quantités de données. Cette base de données recueille et analyse de gros volumes de données variées structurées et non structurées, internes et externes à l'entreprise. Ronald Moulinier [23], architecte en gestion de l'information chez IBM décrit l'entrepôt de données comme étant « une base de données de type relationnel qui traite de l'information dite structurée. Il démontre que l'idée d'une plateforme Big Data n'est pas de se substituer à l'entrepôt de données, mais bien de le compléter et plus exactement de compléter les sources de données dont il se nourrit. »

Les technologies Big Data les plus populaires actuellement, dans le domaine de la santé, sont Hbase et Spark. Dans le secteur de la santé, le Big Data permettra d'assister les professionnels de la santé dans leur diagnostique et dans le suivi des patients.

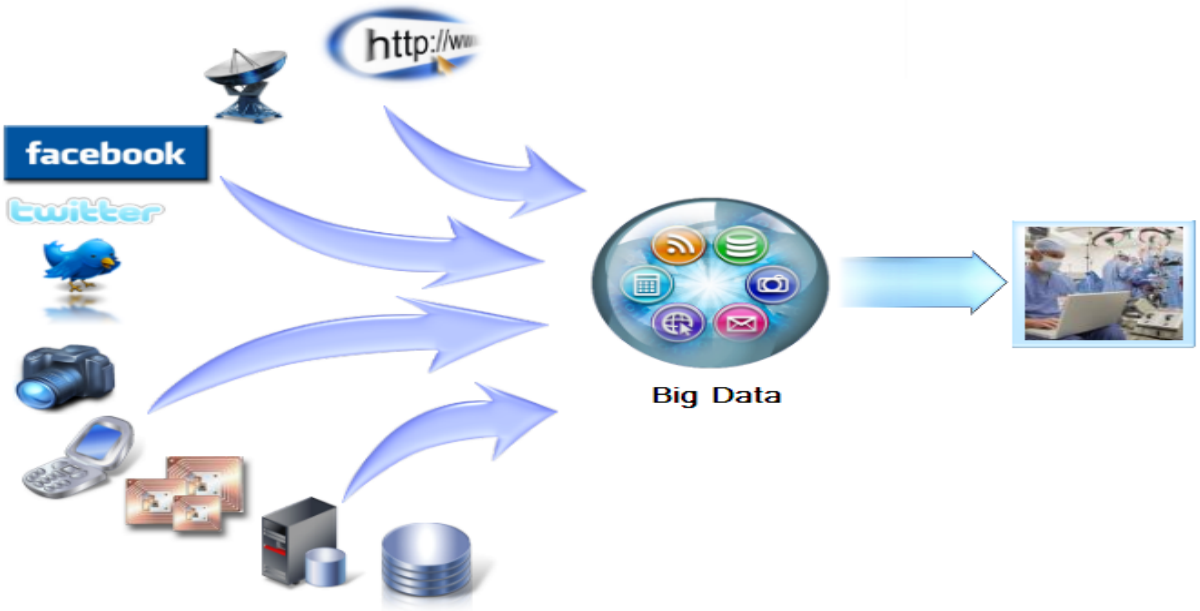


Figure 1.4 Schémas du Big Data [18]

Pour les données génomiques de ce projet la technologie Big data sera utilisée par l'équipe de David Lauzon et fera objet d'un autre rapport de notre équipe de recherche.

1.1.1.5.Conclusion et introduction de la prochaine section

En somme, cette revue littéraire a été faite pour définir la solution à mettre en place et le système de base de données adapté aux besoins de notre client. Elle nous fournit les informations sur les principaux systèmes de base de données en mettant l'accent sur les nouvelles tendances en matière de base de données. Il est bon de souligner que le client nous a imposé l'utilisation de SQL Serveur de Microsoft.

La section suivante couvrira le langage de modélisation et les types d'application. Au niveau langage de modélisation, il s'agira de présenter le langage de modélisation utilisé et les raisons qui ont motivé ce choix. Outre le langage, un survol de la méthodologie de spécification des exigences sera fait. Au niveau des applications un accent particulier sera mis sur les nouvelles tendances.

1.1.2. Le langage de modélisation

Les langages de modélisation sont importants pour la mise en place des modèles lors de la conception des bases de données. Ainsi, le choix d'un langage de modélisation s'impose pour la conception du modèle de donnée. Nous avons préféré un langage de modélisation compréhensible et largement utilisé. Pascal Roque dans son ouvrage intitulé UML2 par la pratique 2ème édition traite de la modélisation UML2. Mais il va plus loin en y ajoutant une étude de cas complète qui part de la conception du modèle objet jusqu'à la conception détaillée en java et C#. Dans cet ouvrage, l'auteur propose une démarche méthodique de la modélisation UML. L'expérience de l'auteur et l'avis donné par les experts dans cet ouvrage nous rassurent quant aux arguments qu'il avance de sa démarche.

Par ailleurs, les auteurs **David Gabay**, et **Joseph Gabay** dans leur ouvrage intitulé «**UML2 analyse et conception** » expose l'aspect normatif d'UML 2 et la démarche d'élaboration des diagrammes couvrant l'analyse et la conception des systèmes d'information. Le contenu de ces deux documents a des similitudes relatives à la modélisation UML. La différence entre ces auteurs se trouve au niveau de la démarche de mise en œuvre. En effet, les auteurs **David Gabay**, et **Joseph Gabay «**proposent une démarche de mise en œuvre d'UML 2 qui est fondée sur les processus standard du développement itératif et incrémental et qui prenne en compte leur propre expérience de praticiens de la méthode.».

Enfin, ces ouvrages nous ont permis de comprendre et d'améliorer nos connaissances en modélisation orientée objet. Nous sommes servis du langage UML pour mettre en place le modèle de données (diagramme des classes)

Ils font un survol des processus UP, RUP et UP7. UP7 est une démarche d'application d'UML qui prend appui sur UP mais qui se veut avant tout pragmatique. RUP (Rational Unified Process) est un processus basé sur une approche disciplinée afin de bien maîtriser

l'assignation des tâches et la responsabilisation des différents acteurs qui participent au cycle de développement du logiciel. UP est un processus de développement associé à UML.

1.1.3. Les applications :

Cette partie exposera les tendances en matière d'application. Il existe plusieurs solutions applicatives sur le marché. La plus célèbre aujourd'hui est l'ERP. Les ERP sont presque incontournables. Cette popularité vient du fait que la plupart des grandes entreprises changent leurs systèmes informatiques au profit des ERP. La raison principale qui justifie ces changements est la réduction des dépenses liées aux technologies de l'information. «Plusieurs entreprises se sont mises à l'installation de systèmes ERP comme base conceptuelle essentielle pour la restructuration de leurs processus opérationnels. À présent le système ERP est reconnu comme un ingrédient essentiel pour acquérir l'efficacité, l'agilité et la vitesse requise dans le but de répondre aux besoins des clients et des fournisseurs de l'entreprise en affaire électronique.» **[**4**]**. Ainsi, les ERP semblent être la solution la plus économique quoique coûteuse dans sa mise en place et son exploitation.

Cependant, leur coût n'est pas à la hauteur du pouvoir d'achat de toutes les entreprises. De plus, leur déploiement nécessite une enveloppe budgétaire consistante. Pour résoudre ces problèmes cités, les éditeurs ont mis sur le marché des versions adaptées aux petites et moyennes entreprises. C'est une stratégie pour aller toucher plus de clients. Cependant, les ERP couvrent bien les grandes fonctions d'affaires mais gèrent mal les fonctions spécifiques. [**Professeur James. Lapalme, MTI727 Progiciels de gestion intégré en entreprise**]

Par ailleurs, plusieurs applications spécifiques de gestion ont vu le jour. « Parmi elles nous citons la gestion des entrepôts (IMS ou WMS), des ateliers (MES), des laboratoires (LIMS); de la relation client (CRM); de la chaîne logistique (SCM) ; de la maintenance (GMAO) ; des approvisionnements (e-procurement).»[25]

De toutes ces applications, celles qui nous intéressent sont les applications de gestion des laboratoires car le domaine d'affaire de la solution à mettre en place est un laboratoire de recherche. Les laboratoires utilisent des applications informatiques pour soutenir leurs activités. Citons entre autres **LIMS** (Laboratory Information Management System), **ELN**

(Electronic Laboratory Notebooks) ; **SDMS** (Scientific Data Management System), **LPM** (Laboratory Process Management); **ISA** (Instrumentation Software Automation).

Le premier inconvénient est que ces applications coûtent cher. Par conséquent leur acquisition nécessite un budget. L'autre inconvénient est que les fonctionnalités qu'elles offrent ne sont pas à 100% adaptées aux traitements de chaque entreprise. Les entreprises peuvent acheter des applications qui vont leur coûter cher avec des fonctionnalités qu'elles n'utiliseront pas.

Pour cela, nous avons jugé bon de réaliser une application qui est propre à notre client et surtout adaptée à ses processus.

1.2. Conclusion

Cette conclusion présentera les résultats de cette revue littéraire. Eu égard à tout ce qui a été dit dans le développement la solution que nous avons choisie pour notre client est une base de données relationnelles objet. En effet, cette base de donnée servira de source de données pour le Big data qui sera mis en place par l'équipe qui travaille sur le projet génomique.

Un élément qui a guidé notre choix est le facteur coût. La solution efficace et bon marché que nous avons trouvée est la mise en place d'une base de données relationnelles objet. Cette base de données gère bien les structures de données complexes telles que les images, les documents, les vidéos.

Pour ce projet, le client nous a imposé SQL serveur. Toutefois, SQL serveur a l'avantage d'être compatible avec le langage de programmation C# qui servira à coder l'application.

Concernant le logiciel intégré de gestion, bien que les PGI (Progiciel intégré de gestion) offrent d'énormes avantagent, nous avons décidé de développer un logiciel adapté aux traitements de notre client et qui supporte mieux les processus de notre client. L'application à développer est une application web. Les facteurs qui ont motivé ce choix sont la mobilité et l'ouverture aux partenaires. Le client doit pouvoir accéder à l'application tant à l'interne qu'à l'externe de l'entreprise. De plus, il doit avoir la possibilité de travailler sur un même projet avec ses partenaires et aussi partager ses résultats.

Le langage C# sera utilisé pour écrire les codes qui nous permettront de réaliser les différents traitements demandés par le client.

Pour cela nous avons consulté le site [12] de Microsoft, fournisseur de la plateforme et du Framework Dotnet. Sur ce site nous avons trouvé des informations qui nous ont aidées particulièrement dans la partie développement. Nous avons appris quel type d'application était adapté au Framework Dotnet. Ce site explique et montre comment accéder aux différentes sources de données. En Outre, nous nous sommes appuyés sur une vidéo YouTube réalisée par Monsieur **Grégory Renard** qui traite du Dotnet Framework et de la plateforme Microsoft Dotnet. [15]

Cette vidéo détaille et explique les concepts fondamentaux de la programmation orientée objet essentiels à la compréhension de Dotnet Framework.

Outre la compréhension, elle nous a permis d'utiliser efficacement l'environnement de développement de Microsoft Dotnet.

Aussi, lorsque nous cherchions à découvrir les avantages du .net par rapport au langage java il nous a davantage éclairé.

Un autre site très intéressant [19] nous a fourni toutes les informations sur le serveur d'application et le serveur web (IIS) de Microsoft. Il nous indique quand faire appel à un serveur d'application et quand est-ce qu'on peut s'en passer. Le serveur web est le cœur d'un système orienté web. Il fournit les informations dans des documents hypertextes grâce au protocole de communication HTTP (HyperText Transfer Protocol).

L'environnement de développement est mis en place sur une machine virtuelle. Le système d'exploitation installé sur cette machine virtuelle est le Windows 2008 serveur de Microsoft. C'est un système d'exploitation orienté réseau édité par Microsoft. Il contient plusieurs rôles qui peuvent être installés. Le choix des rôles à installer est fonction du rôle que va jouer le serveur. L'environnement de développement que nous avons installé est Microsoft Visual studio 2012. Cet environnement permet de développer plusieurs types d'applications. Le développeur choisit le type d'application qui correspond mieux aux besoins de son client.

Processus de Développement

Il existe plusieurs processus de développement. Nous pouvons citer UP, RUP (Rational Unified Process), UP7. Mais nous allons juste faire une brève présentation du processus RUP. «C'est une méthodologie d'explicitation des exigences logicielles.» (**Professeur El Bousahidy., MGL 801 spécification de l'exigence logicielle**). Cette méthodologie a été utilisée car c'est elle que nous avons étudiée dans le cadre de la préparation de cette maîtrise. Elle est basée sur les cas d'utilisation et sur une approche disciplinée afin de bien maîtriser l'assignation des tâches et la responsabilisation des différents acteurs participant au développement du logiciel.

Son objectif principal est de faire appliquer les bonnes pratiques de développement, afin de fournir au client un produit de qualité.

CHAPITRE II

SITUATION ACTUELLE DU CLIENT

2.1. Contexte

Ce projet n'est pas né de façon spontanée. Il a vu le jour suite aux besoins exprimés par les chercheurs du laboratoire de recherche du Docteur Moreau. Pour recueillir les besoins des chercheurs, nous avons demandé et obtenu d'une part l'ensemble des documents utilisés en interne. Tous les documents reçus sont des fichiers Excel. D'autres parts, nous avons organisé plusieurs rencontres avec les différentes parties prenantes. Ces rencontres ont pour but principal d'identifier les besoins réels des chercheurs en matière de système d'information.

2.2. Les Techniques utilisées pour le recueil des besoins

Nos principales sources d'informations sont: l'associé de recherche Mme Anita Franco et les fichiers Excel qui nous ont été remis. Afin de comprendre les besoins réels du client, nous avons analysé tous les fichiers Excel reçus.

Mais, la seule analyse des fichiers ne nous a pas permis de déceler tous les besoins du client. Alors, nous avons organisé des rencontres au cours desquelles nous avons interviewé le client pour bien identifier ses besoins et valider avec lui notre compréhension de ses besoins.

De plus, nous avons réalisé des prototypes qui ont été présentés au client. Ces prototypes nous ont permis d'éclaircir les points qui nous semblaient mal compris.

2.3. La situation Actuelle du Client

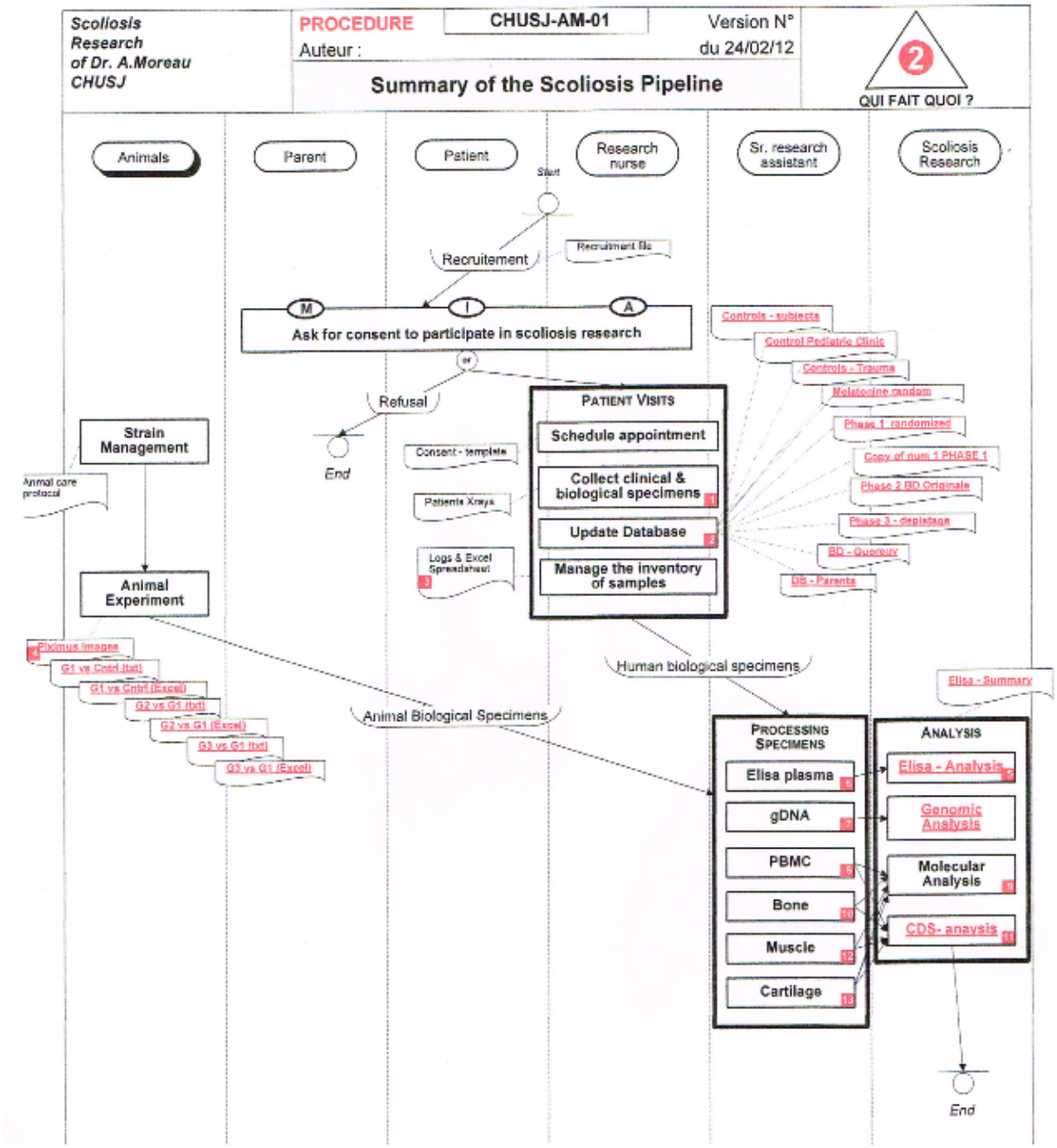


Figure 2.1 Processus à haut niveau

Source : Alain April

2.3.1. Recrutement des patients:

Un patient est une personne qui vient consulter un médecin. Les patients sont classés en phase. Cette classification permet aux chercheurs de savoir le type de patient auquel ils ont affaire.

Selon le niveau de la gravité de leur maladie, les patients appartiennent à des phases (catégories). Il existe quatre phases différentes. **La phase 1** regroupe les patients recrutés à la salle d'opération. Ce sont les patients sévèrement atteints. **La phase 2** regroupe les patients recrutés en clinique. Ce sont les patients modérément affectés. **La phase 3** quant à elle concerne les patients asymptomatiques qui ont des antécédents familiaux de scoliose. En fin, il y a **les contrôles.** Cette phase rassemble les sujets recrutés à l'école. Ce sont les sujets non atteints. Les contrôles ne subissent pas de traitement. L'utilisation du groupe de contrôle permet de les comparer avec les sujets malades.

Il est important de mentionner qu'un patient peut changer de phase. Mais ses informations restent inchangées.

2.3.2. Dossiers patients

Le seul outil à la disposition des chercheurs pour gérer l'ensemble des informations relatives aux patients est le tableur Excel. Toutes les informations sont donc dans des fichiers Excel. Les chercheurs tiennent chacun des fichiers Excel dans lesquels sont stockées les données des patients. Quand un patient vient consulter un médecin, l'infirmière ouvre le dossier du patient et lui demande des informations personnelles pour remplir le dossier.

Après la consultation, le médecin peut ou non fixer un rendez-vous au patient ou l'envoyer directement aux rayons x. À la fin de la journée, les chercheurs s'échangent les fichiers et mettent chacun à jour leurs différents fichiers.

Cette façon de faire entraine souvent des erreurs et crée de la difficulté à établir le lien entre les informations d'un même patient à travers les différents fichiers Excel existants.

Un patient peut avoir plusieurs numéros s'il est suivi dans plusieurs hôpitaux. Ses numéros de dossiers dans les autres hôpitaux sont intégrés à son dossier cela dans le but de le retracer facilement. Plusieurs cas peuvent être diagnostiqués sur un même patient.

2.3.3. Les visites

Le système ne planifie pas les rendez-vous. Il existe deux manières de rencontrer le patient : sur rendez-vous ou directement c'est-à-dire sans rendez-vous.

Rendez-vous (visite) : C'est le médecin qui donne le rendez-vous. Le patient arrive parce qu'il a un rendez-vous. L'infirmière sort la liste des patients qui ont un rendez-vous avec le médecin. Elle consulte les dossiers des patients et sélectionne les patients qui l'intéressent. Au prochain rendez-vous de ces patients, elle les rencontre afin de les convaincre à participer au projet.

Directement : Le patient vient en consultation, le médecin après l'avoir consulté, l'envoie directement aux rayons x. Là, l'infirmière le voit. Et c'est le rayon x qui détermine si le patient a la scoliose ou pas. L'infirmière prend les mesures de l'image et entre les informations dans le fichier Excel.

La participation au projet est toujours sur une base volontaire.

2.3.4. Les patients Asymptomatiques :

Ce sont les sujets qui veulent participer au projet. Ils appellent l'infirmière ou l'infirmière les appelle pour prendre rendez-vous. Puisque ces personnes ne sont pas malades la douleur et la chirurgie ne leur sont pas applicables. Cependant, ils peuvent aussi avoir des visites. Quand ils ont des visites tous les champs sont renseignés sauf les COOB. Les COOB sont l'angle de déviation de la colonne vertébrale mesuré sur un patient non asymptomatique.

Les informations sont sauvegardées dans les fichiers Excel. La date de création de la visite est obligatoire.

2.3.5. Les prélèvements :

Avant tout prélèvement un formulaire de consentement doit être signé. Une fois signé, le formulaire est introduit dans le dossier du patient. Un prélèvement est effectué sur un patient et/ou sur un membre de sa famille qui peut être son frère, sa sœur, sa mère ou son père.

Ce prélèvement concerne une nature de spécimen qui peut être le sang, la salive, le muscle ou l'os. Plusieurs prélèvements peuvent être réalisés sur un patient ou sur les membres de sa famille. Le prélèvement est réalisé sur un site anatomique.

Le chercheur qui a effectué le prélèvement doit être connu ainsi que la date du prélèvement.

Après avoir traité le prélèvement, l'associé de recherche remplit un registre qui en fait est un formulaire papier. Sur ce registre, il marque le numéro random du patient, le nombre de prélèvement effectué et des commentaires associés. Ce registre a pour but d'indiquer à l'assistant de recherche à quel patient appartiennent les prélèvements traités et si le traitement est achevé. Une fois le traitement achevé, l'associé de recherche entrepose les échantillons à des emplacements temporaires et par la suite l'assistante de recherche les mets à des emplacements définitives. Après un certain nombre d'échantillons déjà faits, l'assistante de recherche procède à l'analyse et saisit les résultats dans la base de données. L'analyse est effectuée à la main et le rapport de chaque échantillon analysé est entré dans la base de données.

Si le prélèvement effectué est le sang, il reçoit deux tubes de sang. Il colle un code barre sur chaque tube. Après le traitement, l'associé de recherche obtient 9 tubes dont : six pour le plasma, deux pour le sang et un pour les lymphocytes. On ne fait pas de culture pour le sang. Si le prélèvement est l'os, il est traité et mis en culture. Il est possible d'avoir plusieurs cultures. Une culture peut donner lieu à 0 ou plusieurs tubes. L'os est coupé et mis en culture. Si la culture est positive, elle est placée dans l'azote sinon elle est mise à la poubelle. Si le

prélèvement est le muscle, il est également traité et mis en culture. Si la culture est positive, on la place dans l'azote. On peut recevoir jusqu'à 18 échantillons de muscles.

2.3.6. Le Codes-Barres :

L'associé de recherche génère les codes depuis une machine isolée à laquelle est branchée une imprimante. Un code-barres est tiré pour chaque tube après traitement du prélèvement. L'associé de recherche remplit le registre associé au prélèvement. Il entrepose les échantillons à des places temporaires et l'assistante de recherche les met à des emplacements définitifs. Enfin, l'assistante de recherche entre les informations relatives à l'emplacement des tubes dans le fichier Excel. Elle identifie la boîte et le numéro de la place dans la boîte pour faciliter sa localisation.

2.3.7. Analyse de l'existant logiciel

Microsoft Excel est un logiciel tableur de la suite bureautique Microsoft Office, conçu par Microsoft. Excel 2013 est sa toute dernière version. C'est un outil non adapté à la gestion de gros volumes de données. Lorsque le volume de données augmente et atteint une taille importante le logiciel Excel présente des insuffisances.

Les chercheurs du laboratoire travaillent avec Excel en attendant d'avoir un meilleur outil.

Par conséquent ils n'ont pas une visibilité sur l'ensemble des données d'un patient afin de prendre rapidement des décisions. Ces données ne sont vues qu'en partie. Chaque utilisateur ayant ses propres fichiers Excel, les mises à jour individuelles entrainent souvent des erreurs. La gestion des données est faite de façon éparpillée car non centralisée. Cela a pour conséquence de mettre en danger la sécurité des données. Chacun sauvegarde et gère ses données comme il peut**.**

À cela s'ajoute la restriction sur la taille des fichiers qui pose un problème quand le volume des données s'accroît. Excel est un outil bureautique.

Il est certain qu'Excel ne peut en aucun cas se substituer à un véritable système de gestion de base de données. Les données sont des ressources vitales pour l'entreprise. Il faut un bon outil pour assurer leur gestion. C'est pour pallier aux insuffisances d'Excel que nous avons choisi de mettre en place une base de données centralisée.

Cette base de données fournira une vue globale et une administration centralisée. En outre elle offrira une traçabilité de toutes les opérations effectuées et la sécurité des données. Plusieurs utilisateurs pourront accéder de façon simultanée à la base de données et les données seront disponibles.

2.4 Les Prototypes

Ces maquettes d'écrans ont été faites pour valider et compléter notre compréhension des exigences du client. En effet, ces éléments visuels n'ont pas été conçus pour tous les cas et pour toutes les exigences les parties mais seulement pour les parties qui n'ont pas été bien comprises. Voici une liste des cas d'utilisation et des exigences pour lesquelles les prototypes ont été réalisés.

- CU02 – Créer un dossier patient
- CU02.1 – Formulaire de Consentement
- CU04 – Rechercher un dossier patient
- CU05 – Créer un Rendez-vous

2.4.1 Menu Principal de l'application

Figure 2.2 Formulaire Création participant

Ce prototype est le menu principal de l'application que nous avons présenté au client. Au lancement de l'application la partie intitulée détails n'affiche aucune information. L'écran de saisie d'un participant ou d'un rendez-vous s'affiche lorsque l'utilisateur clique sur un l'onglet participant ou sur l'onglet visite. Ce prototype permet de créer un participant ou un rendez-vous dans la base de données. Cette interface est divisée en trois grandes parties. La zone en haut affiche le nom du projet et le dossier patient consulté. La partie gauche de l'écran affiche le menu qui est une liste de liens d'accès aux interfaces. La partie du milieu intitulée détails permet de saisir ou d'afficher les informations.

Évaluation de l'interface Créer participant : Après présentation de cette maquette d'écran, le client a demandé la suppression des champs relatifs aux parents. Ainsi, le libellé famille et les champs de saisis père et mère ont été supprimés parce qu'on ne traite pas les informations des parents biochimiquement. Le client exige qu'il ne soit pas créé d'interface pour la famille mais juste deux champ dans l'interface prélèvement. Ces champs recevront pour données le numéro et le rôle c'est à dire (le lien entre le participant et le membre de sa famille).

2.4.2 Rechercher un dossier patient

Cette interface permet de rechercher et d'afficher les informations sur un ou plusieurs participants à partir de son numéro Random ou de sa date de naissance ou de la combinaison des deux critères.

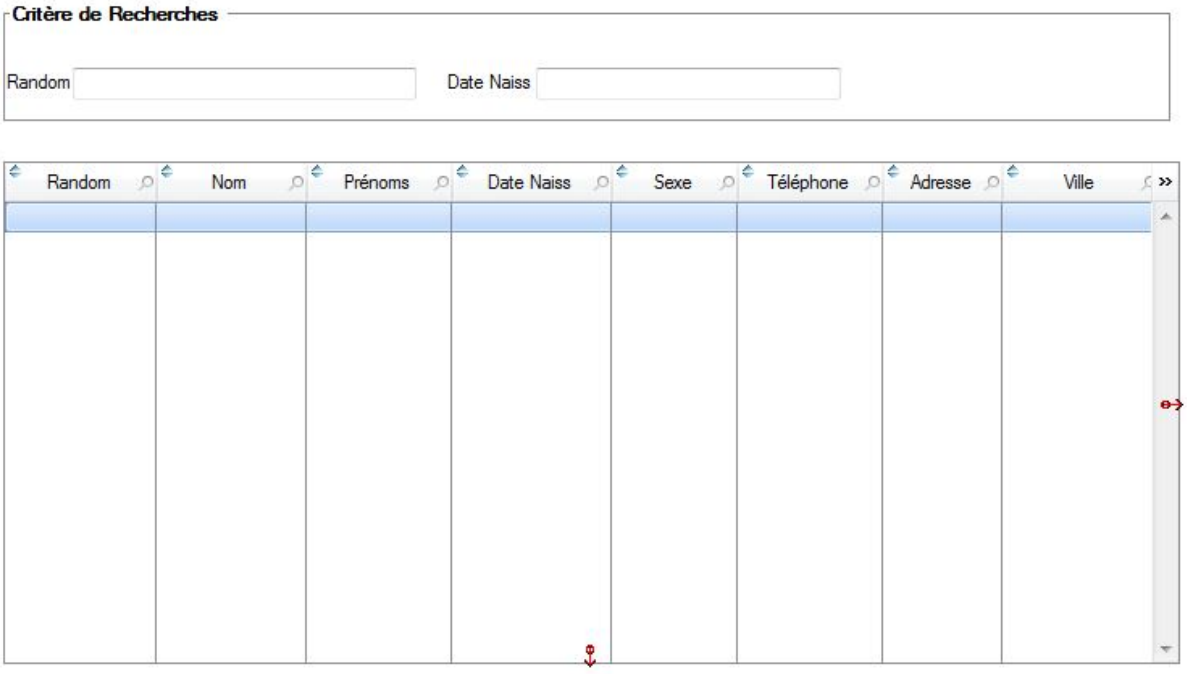


Figure 2.3 Formulaire de Recherche Information Participant

Évaluation de l'interface Recherche infos participants : Le client a estimé que les critères de recherche sont insuffisants. Par conséquent, ils ne permettent pas de faire un datamining poussé. Sur proposition du client nous avons ajouté d'autres critères tels que le nom et prénom et la valeur du **Coob** qui est en fait l'angle de déviation de la colonne vertébrale.

2.4.3 Formulaire de Consentement

Cette maquette d'écran montre le formulaire numérique de consentement. En remplissant ce formulaire, le patient s'engage volontairement à participer au projet. Le refus de remplir et de signer ce formulaire entraine l'annulation de la participation au projet.

Pour remplir ce formulaire à l'ordinateur, l'infirmière a la responsabilité de de recueillir certaines informations d'identifications (nom prénoms, adresse, contact téléphonique, adresse) afin de remplir le formulaire tout en cochant l'option signature. L'infirmière renseigne le formulaire électronique et l'ajoute au dossier du participant dans la base de données.

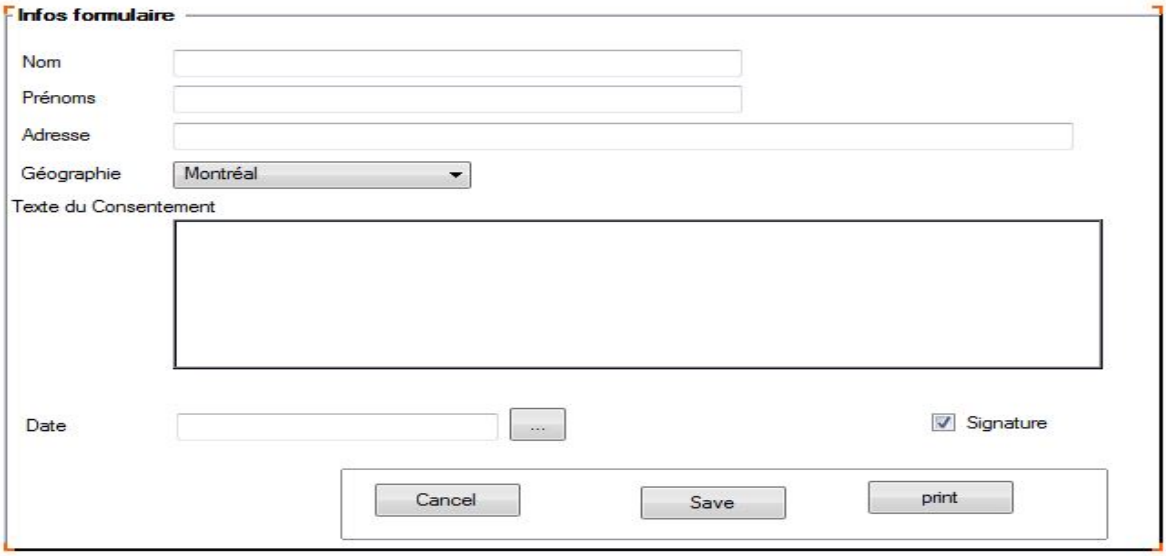


Figure 2.4 Formulaire Consentement

Évaluation de l'interface: Le client a refusé cette solution et a demandé que le remplissage du formulaire ne se fasse pas à l'ordinateur mais à la main. Le formulaire vierge sera imprimé et remis au client qui le remplira lui-même et apposera sa signature. Enfin, le formulaire rempli et signé par le participant sera scanné et joint à son dossier informatique. Cette interface est supprimée un bouton radio fera néanmoins office de signature en répondant par oui ou non à la création du participant.

2.4.4 Formulaire de création Rendez-vous

Cette interface planifie automatiquement la date du prochain rendez-vous du participant. À partir de la date de la consultation, le système calcul et fixe un rendez- vous au participant dans un an. L'âge du participant est calculé automatiquement à partir de la date de naissance.

Dans cette interface, seule la date de la consultation (date du jour) est saisie les autres sont chargées à partir des informations contenues dans la base de données.

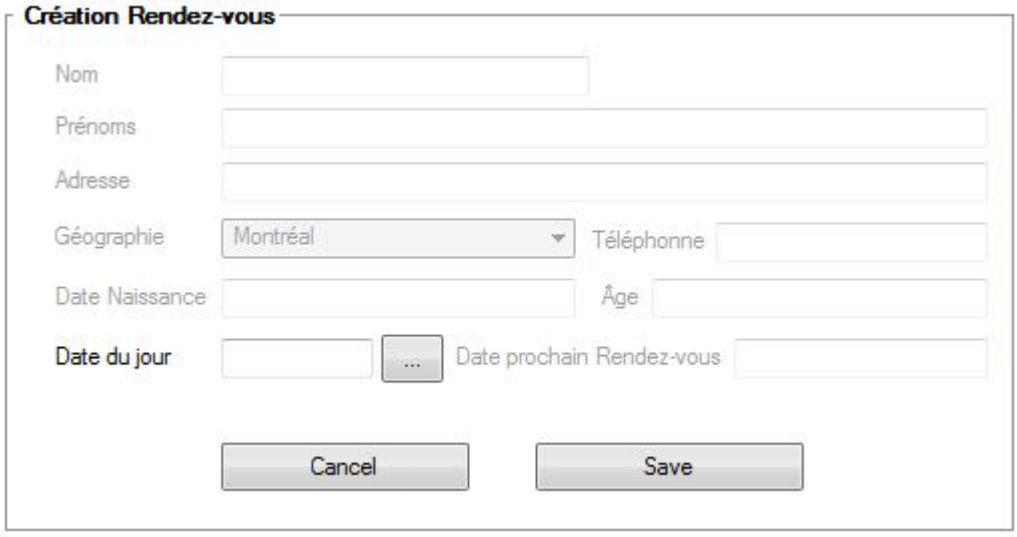


Figure 2.3 Formulaire Création rendez-vous

Évaluation de l'interface: Le client a exigé une modification de cette interface. Selon le client, le système ne planifiera pas de rendez-vous. Tous les rendez-vous sont fixés par le médecin. La date du prochain rendez-vous sera saisie et ajoutée au dossier électronique du participant dans la base de données. Elle ne sera pas fixée automatiquement par le système.

2.5. Les Contraintes

L'équipe a fait face à un certain nombre de contraintes. La première contrainte est celle du temps. Les jours et heures de réunions dépendent en général de la disponibilité de l'associée de recherche. L'équipe de projet est obligée de se conformer à ce calendrier. Par ailleurs, tous les membres de l'équipe de projet ne travaillent pas à temps plein sur le projet. Très souvent les réunions et les temps de travail sont organisés en fonction de la disponibilité des uns et des autres.

La deuxième contrainte est la compréhension du domaine d'affaire. En réalité nous n'avons pas d'expérience dans ce domaine d'affaire. La compréhension de certains concepts du

domaine n'est pas aussi aisée. Toutefois, les rencontres avec l'associé de recherche nous ont éclairés sur certains points et nous en sommes satisfaits.

La troisième contrainte est la réduction du nombre d'interlocuteurs. À la réunion de lancement trois personnes représentaient l'entreprise c'est-à-dire le laboratoire. Ces personnes, étaient nos interlocutrices au sein de l'entreprise. Il s'agit de deux infirmières et d'une associée de recherche. Les deux infirmières ont quitté l'entreprise. À ce jour, nous n'avons que la seule associée de recherche comme interlocutrice.

La quatrième contrainte est la contrainte budgétaire. Il n'y a pas de budget pour ce projet. Le client a prévu acheter les équipements depuis la mi-novembre 2013. Jusqu'à ce jour les équipements ne sont toujours pas disponibles. Pour cela la base de données et l'application vont être déployées sur un poste local non connecté au réseau en attendant l'arrivée des équipements. Aussi, le logiciel sera écrit en langue Anglaise et française**.**

2.6 La limite de notre intervention:

Mon rôle dans ce projet est de faire l'analyse. Il s'agit d'utiliser les techniques existantes pour recueillir les besoins du client et produire les documents de vision et de SRS. Plusieurs rencontres ont été organisées afin de recueillir les besoins du client. Ces besoins ont fait l'objet de validation avec le client à la suite de plusieurs autres réunions. L'analyse ayant été achevée, le développement sera réalisé par Christian Saint-Laurent. Le document de vision présente notre vision du projet au client et le SRS spécifie les exigences fonctionnelles, techniques et matérielles au client.

CHAPITRE III

CONCEPTION DE LA BASE DE DONNÉES ET DE L'APPLICATION

Ce chapitre détaillera la conception de la base de données. Plus exactement, il traitera du système d'exploitation, du système de gestion de base de données, du diagramme de classe et de l'architecture système qui abritera la base de données. La deuxième partie de ce chapitre expliquera la conception de l'application. Elle présentera les exigences fonctionnelles, les exigences non fonctionnelles, les contraintes et enfin les logiciels utilisés dans la conception de cette application.

3.1. Conception de la base de données

Le travail primaire réalisé en vue de la conception de la base de données est l'étude du type de base de données à mettre en place. Notons qu'il existe plusieurs types de base de données dont l'utilisation est fonction du besoin du client. Cette étude nous a conduites à la sélection de la base de données relationnelles objet.

Cette base de données stockera l'ensemble des données de recherche plus exactement les données brutes et les résultats de recherche. Elle doit prendre en compte les structures d'objets simples et complexes. Elle doit aussi gérer l'ensemble des données produites et utilisées par les chercheurs. Ces données seront constituées d'images, de documents, de formules et des mesures.

3.1.1. Exigence de la base de données.

La base de données doit être capable de gérer les images, les documents etc. Pour cela elle doit prendre en compte le type BLOB qui est un type binaire, image ou texte permettant de stocker une taille importante de données. Cette base de données doit être aussi accessible de l'extérieur de l'entreprise par VPN (Virtual Private Network). Les supers utilisateurs seront

le Docteur Moreau et l'administrateur de la base de données. En outre, elle doit autorisée un maximum de 20 connexions simultanées.

3.1.2. Les logiciels Utilisés

Windows 2008 serveur est un système d'exploitation édité par Microsoft. Sa dernière version est la version 2012. C'est la fondation logicielle sur laquelle s'appuient les applications pour s'exécuter. C'est lui qui gère l'ensemble des ressources matérielles et logicielles de l'ordinateur. Il existe en architecture 64 bits et en 32 bits. L'architecture 64 bits de ce logiciel est installée sur le serveur web et sur le serveur de base de données. Il intègre plusieurs rôles. Le choix des rôles à installer est fonction du rôle que va jouer le serveur. Deux rôles dans Windows 2008 sont intéressants pour nous. Il s'agit du serveur web IIS (Internet Information Services) et du serveur d'application. Nous parlerons de serveur web et d'application quand nous parlerons de la conception de l'application.

SQL Serveur : Pour créer la base de données nous avons utilisé le système de gestion de base de données SQL Serveur de Microsoft. La dernière version de ce logiciel est la version 2014. Mais nous avons travaillé qu'avec sa version 2012. Ce système va être installé sur la machine choisie pour héberger la base de données. Ensuite, la base de données va être configurée à l'intérieur de ce système. Enfin, les tables de notre base de données vont être générées.

3.1.3. Diagramme de Classes

L'analyse des besoins du client nous a permis de créer le modèle de données. C'est en fait un diagramme de classes. Ce diagramme donne une représentation statique de notre système. Une classe est ensemble d'objets qui possèdent les mêmes attributs et un même comportement. Chaque classe décrit les données et les traitements à réaliser sur ces mêmes données.

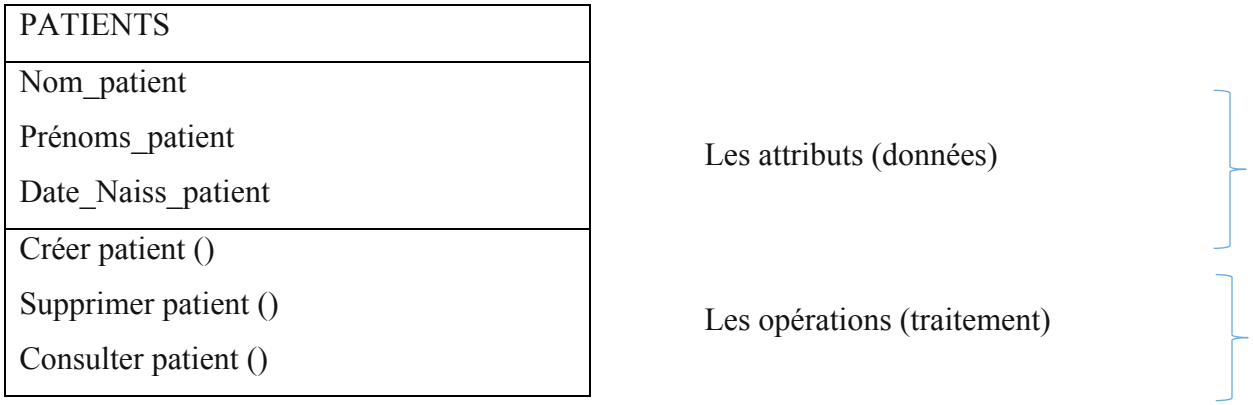


Figure 3.1- Formalisme du diagramme de Classe

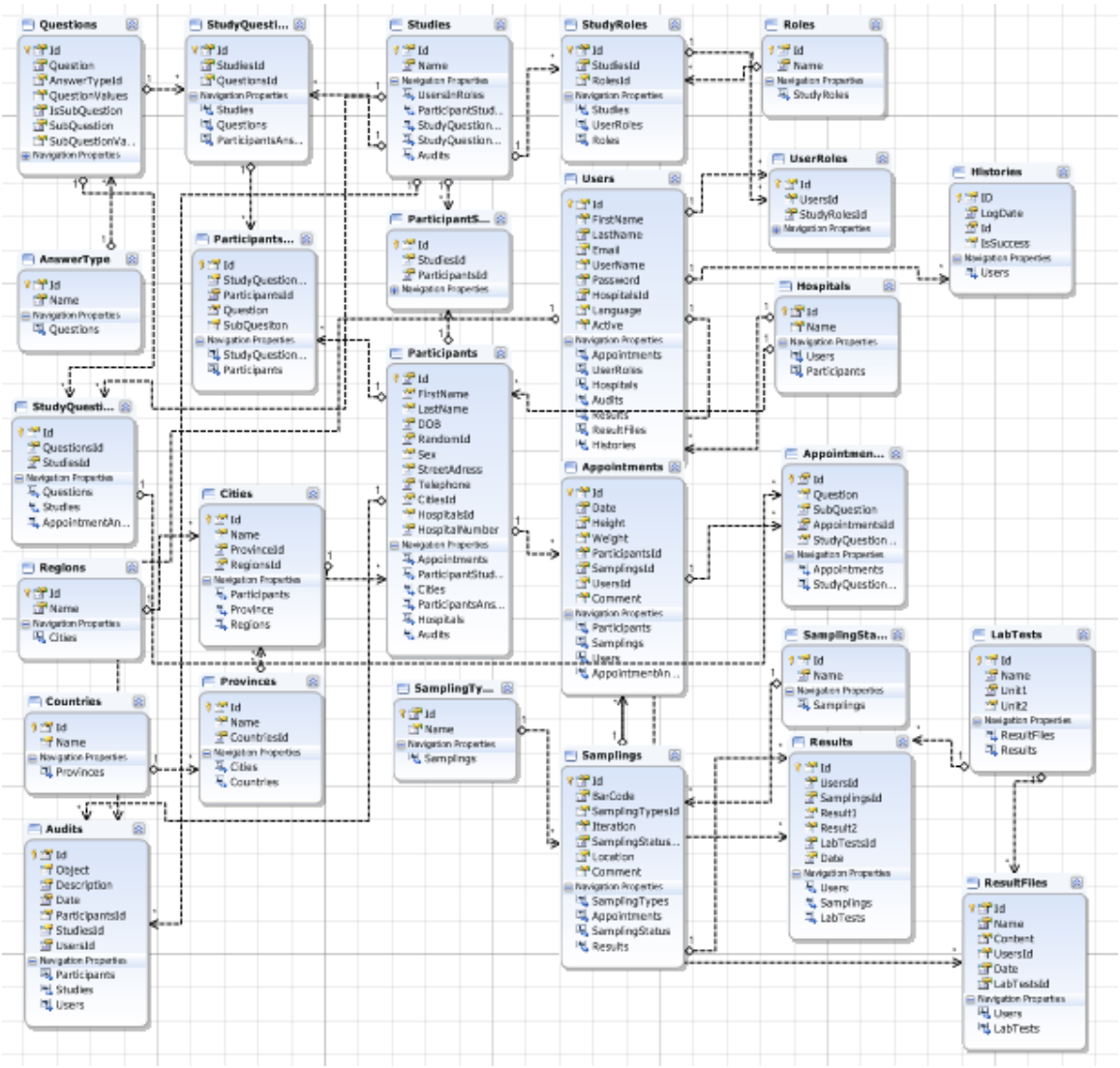


Figure 3.2 -Diagramme des classes de la base de données

3.1.5. Architecture du système

Cette section présentera l'architecture du nouveau système. Compte tenu du fait que l'achat des équipements n'a pas été fait. L'application et la base de données vont être déployées sur une machine test isolée et non connectée au réseau. Lorsque les équipements seront disponibles une architecture trois tiers va être utilisée. Ainsi dans la suite du document lorsque nous parlerons d'architecture il s'agira d'une architecture trois tiers. La figure suivante montre l'architecture de notre système informatique.

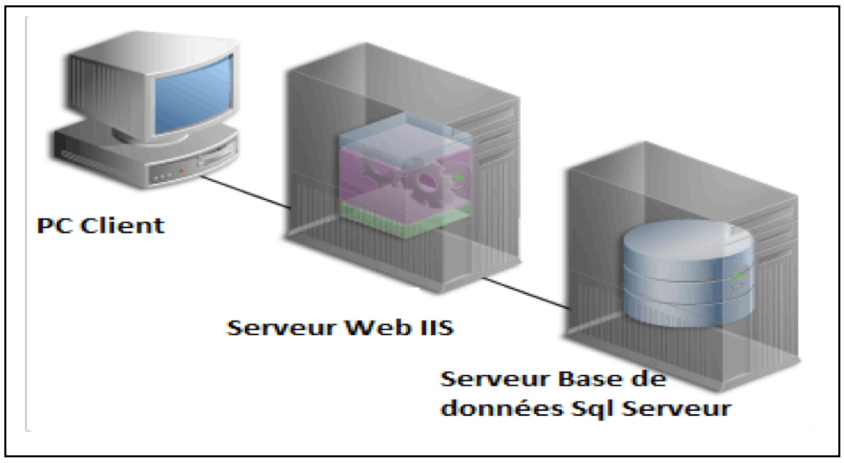


Figure 3.3 - Architecture du système [26]

3.1.5.1. Description de cette Architecture

Le Pc Client peut être un ordinateur portable ou un ordinateur de bureau équipé d'un navigateur web internet explorer ou Firefox. Comme serveur web, nous avons utilisé IIS de Microsoft. La base de données est hébergée par le SQL Serveur de Microsoft. Le système d'exploitation installé sur le serveur web et sur le serveur de base de données est le Windows 2008 R2 de Microsoft.

Notons qu'il n'est pas obligatoire d'utiliser un serveur d'application. On utilise un serveur d'application lorsque l'application développée utilise un service fourni par le serveur d'application.

3.2. Conception de l'Application

Cette section explique le développement du logiciel intégré de gestion. Ce logiciel permettra aux chercheurs d'exploiter et d'y insérer des données dans la base de données. Pour mettre en place ce logiciel, un travail a été fait en amont. Il a fallu d'abord apprendre le langage C# du Dotnet Framework qui a servi à écrire les codes de cette application. En effet, personne dans notre équipe ne connaissait ce langage. Par conséquent nous avons visité plusieurs sites qui nous ont apporté les outils nécessaires pour débuter la programmation. L'environnement de développement est le Microsoft Visual studio 2012. Cet environnement a été mis en place sur la machine virtuelle de l'université. Le système d'exploitation sur cette machine virtuelle est Windows 2008 R2.

3.2.1. Exigence fonctionnelles

Ce logiciel doit respecter un certain nombre d'exigences. En effet, il supportera tous les processus présentés par le client. Il doit aussi prendre en compte l'aspect sécuritaire notamment la sécurité des données. Des mots de passe et des droits d'accès doivent être attribués à chaque utilisateur qui accédera au système. Le logiciel doit vérifier si l'utilisateur a le droit avant d'autoriser l'accès. Les règles d'affaire du client doivent être bien implémentées dans le système. Ce logiciel doit être plus business c'est-à-dire professionnel et commercialisable puisque les laboratoires de recherche ont en général les mêmes processus. En outre, il doit avoir une interface web bilingue en anglais et français. Il doit supporter le forage des données et permettre de naviguer au plus à travers trois pages pour réaliser une tâche. D'autre part elle doit autoriser le bypass.
Le logiciel doit également permettre faire des recherches indexées à partir du nom et prénom ou du numéro radom d'un patient. Le numéro random le plus élevé aura 4 chiffres. Cependant, dans ce logiciel les nouveaux numéros random commenceront à 10000.

3.2.2. Exigences non fonctionnelles :

La maintenabilité : L'application doit être facilement maintenable c'est-à-dire qu'un développeur qui n'a pas participé à son développement doit pouvoir intervenir sur l'application en cas de dysfonctionnement.

Apprentissage : les utilisateurs de l'application doivent pouvoir utiliser seul cette application après une journée de formation. L'application doit être facile à apprendre.

Attractivité : les interfaces de l'application doivent être très présentables avec des couleurs bien choisies. La beauté de ces interfaces doit attirer les utilisateurs et leur donner envie de toujours travailler sur cette application.

La tolérance aux fautes : l'application doit tolérer les fautes dues aux utilisateurs et au système auquel les utilisateurs se connectent.

3.2.3. Les Changements

Plusieurs changements ont été apportés au projet. La base de données choisie au début est PostgreSQL. Par la suite cette base de données a été à la demande du client remplacée par SQL Serveur. Le langage de développement retenu au début du projet est le langage java. Mais il a été abandonné au profit du lange **C#** du Dotnet. Framework.
Un autre changement mangeur apporté est la réduction de la portée du projet. La gestion de l'inventaire des prélèvements qui faisait partie de ce projet a été retirée. Vu sa complexité, la gestion de l'inventaire des prélèvements va constituer un projet à part entière qui sera certainement réalisée par d'autres étudiants.

3.2.4. Condition de développement :

Pour mettre en place une application web, il faut un serveur web et également un serveur d'application. Le serveur web (IIS) et le serveur d'application sont des rôles au sein de Windows 2008 Serveur. Ces rôles seront installés sur la machine choisie pour jouer ces rôles Le serveur d'application et le serveur web seront sur la même machine. La base de données

quant à elle peut être sur une autre machine mais à cause du manque d'équipement elle sera provisoirement sur la même machine que le serveur web.

3.2.5. Les logiciels utilisés

Le serveur Web IIS

Le serveur web est un serveur http intégré à Windows serveur. Sa dernière version est la version 8.5 et sa version dans Windows 2008 est sa version 7. Une fois installé et configuré ce serveur reçoit les demandes provenant du client (internet explorer ou Firefox) connecté à internet ou à l'intranet de l'entreprise. Le serveur web communique avec le serveur d'application et retourne la réponse au client qui interprète et affiche la page demandée.

Le serveur d'application

Le serveur d'application est un rôle qui se trouve dans Windows 2008 serveur. Il offre un environnement pour déployer et exécuter des applications. Le serveur d'application n'est pas obligatoire pour la prise en charge de SQL 2012. Pour cette raison nous n'allons pas installer ce rôle.

3.2.6. Les langages utilisés

Le C# (C Sharp)

Le langage C# (lu C Sharp) est un langage de programmation orienté objet développé par Microsoft. Ce langage est associé à la plate Microsoft Dotnet. Ce langage est largement utilisé par les développeurs. Un programme écrit en C Sharp est d'abord compilé dans un langage intermédiaire commun appelé (CIL). Le code obtenu après la compilation est du byte code. C'est un code indépendant du système d'exploitation et du matériel. Ensuite, le byte code est compilé par le CLR (Common Langage Rutine) qui est la machine virtuelle du Framework .net. Le résultat de la compilation du CLR est un exécutable propre au système d'exploitation sur lequel il a été créé. La figure suivante montre un exemple de compilation d'un programme écrit en C#.

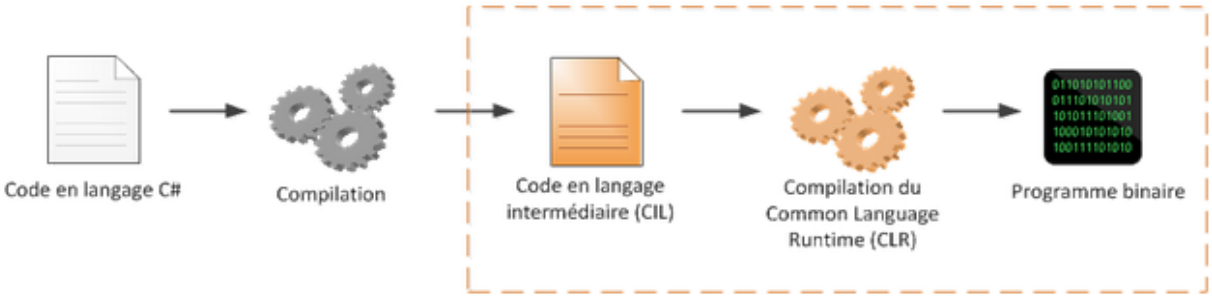


Figure 3.4 - Exécution d'un programme C# dans un système d'exploitation [10]

3.2.7. Normes

Le Génie logiciel exige que les bonnes pratiques reconnues soient appliquées dans le processus de développement logiciel. Plusieurs normes existent. Celle qui a attiré notre attention est le guide SWEBOK car nous l'avons étudié dans cette maîtrise. Cette norme couvre toutes les activités du cycle de vie d'un logiciel. Elle part de l'analyse des besoins jusqu'à la maintenance. Cette norme permettra de construire un logiciel de qualité, testé et facile à maintenir. Elle recommande que les exigences logicielles soient clairement écrites, et qu'elles soient sans ambiguïté et surtout qu'elles aient une seule interprétation. Car si les besoins sont mal définis le produit qui en découlera sera un mauvais produit. Nous avons écrit les exigences logicielles en nous référant à ce guide.

CHAPITRE IV

LES RÉSULTATS

Cette section vous présente les résultats de notre travail. Elle présente les différentes interfaces et expliquent leur fonctionnement. Par ailleurs, elle résume l'apport de chaque membre dans ce projet.

4.1. Les interfaces Produites

4.1.1. Enregistrement de la famille d'un participant

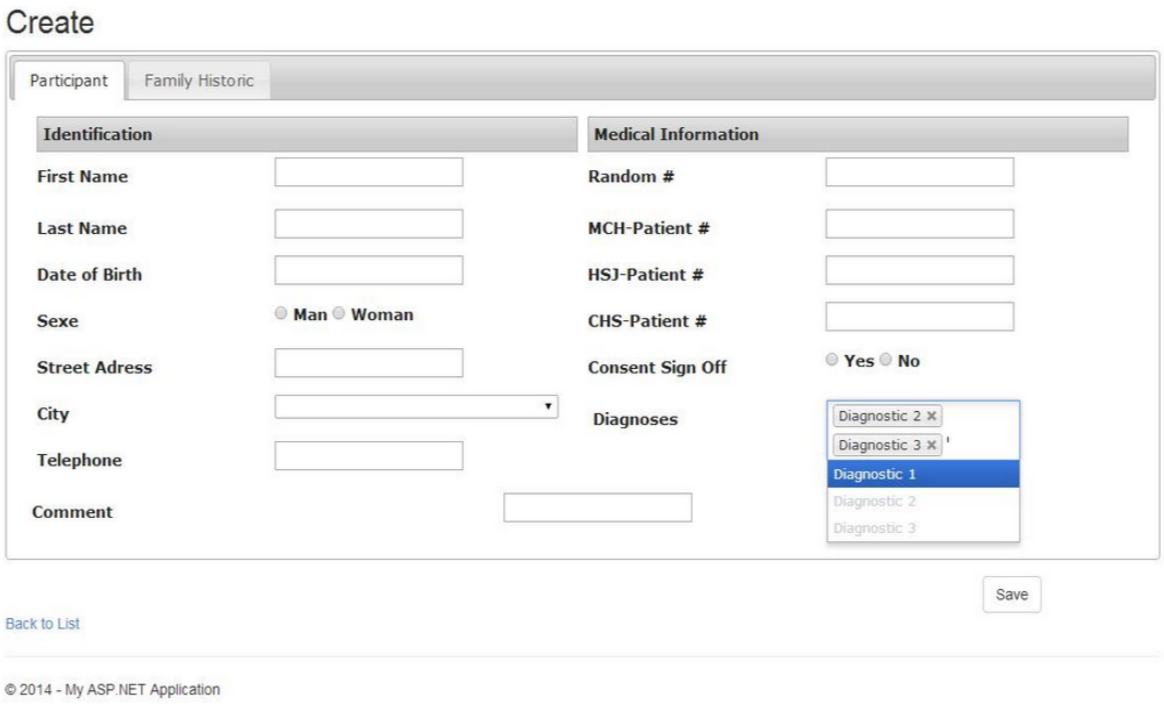


Figure 4.1 - Interface d'enregistrement de la famille d'un participant.

4.1.1.1. Description et Fonctionnement

Cette interface permet d'enregistrer la famille d'un participant au projet. Elle porte en haut un nom indiquant son rôle. Ce nom est «Create». Ce qui signifie qu'elle sert à enregistrer. Elle contient deux onglets «onglet participant et l'onglet family historic». L'onglet participant est actif et permettra d'enregistrer les «participants» aux projets. Lorsqu'un

nouveau participant arrive, l'utilisateur saisit les informations de ce dernier, le système attribue automatiquement un numéro au participant. L'utilisateur clique sur le bouton «save» les informations saisies sont enregistrées dans la base de données et les champs sont réinitialisés. Voici le code qui permet d'enregistrer les informations du participant dans la base de données.

4.1.2. Interface Historique de Famille (Family Historic)

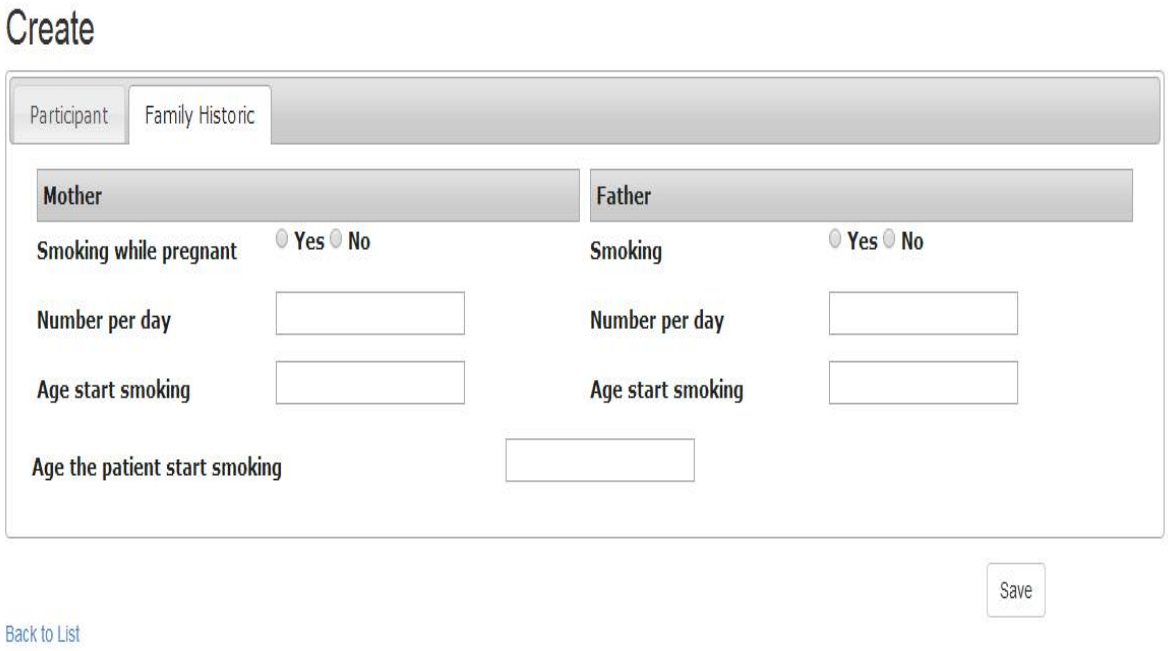


Figure 4.2- Interface Enregistrement Historique de Famille (Family Historic)

4.1.2.1. Description et fonctionnement

Cette interface permet d'enregistrer les informations des parents d'un participant au projet. Pour cela l'utilisateur active l'onglet « Family Historic» et renseigne les champs puis clique sur le bouton «Save». Et les informations saisies» sont enregistrées dans la base de données. Voici l'algorithme pour enregistrer les informations sur la famille du participant.

4.1.3. Consultation

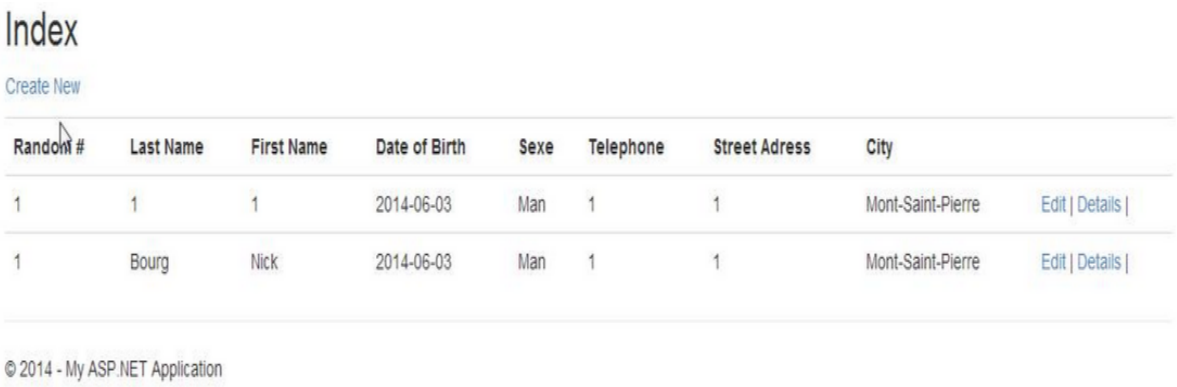


Figure 4.3 Consultation des enregistrements

4.1.3.1. Description et fonctionnement

Cette interface porte le nom index et affiche les informations générales sur les participants. Les liens **Édit** sur cette interface affiche les détails sur la ligne sélectionnée. Lorsque l'utilisateur clique sur le lien une fenêtre s'ouvre et affiche les détails.

4.2. Apport de chaque membre de l'équipe de projet.

Cette section présente la réalisation de chaque membre de l'équipe. Notre équipe constituée de deux personnes est supervisée par le professeur Alain April. Chacun a apporté sa contribution pour pousser l'équipe vers l'atteinte des objectifs Il y a plusieurs tâches dans la réalisation d'un projet. Afin de maximiser le temps et de tirer profit de l'expérience de chacun nous, nous sommes partagés les tâches. Chacun produisait son livrable et toute l'équipe se rencontrait pour discuter et évaluer le livrable de chacun. Cela nous permettait de savoir ce qui a été fait et ce qui reste à faire.

Ce tableau nous donne un résumé de l'apport de chacun.

Membre	Apport
Benjamin	▪ Coordonnateur : a communiqué avec le client et organisé plusieurs rencontres dont celle du lancement du projet. ▪ Documenté les processus du client ▪ Produit le document de vision qui a été présenté à la réunion avec toutes les parties prenantes. ▪ Produit le premier Diagramme de classe partiel ▪ Diagramme de séquence ▪ A eu la responsabilité des exigences fonctionnelles et non fonctionnelles. ▪ Révision en groupe du diagramme des cas d'utilisation ▪ Révision en groupe des cas d'utilisation. ▪ Revue littéraire et rédaction du rapport de projet
Christian	▪ Coordonnateur : Saint-Laurent Christian m'a remplacé et occupe ce rôle jusqu'à ce jour ▪ A modifié et complété le diagramme de classe ▪ Révision en groupe des exigences fonctionnelles et non fonctionnelles ▪ A produit le diagramme des cas d'utilisation ▪ Révision en groupe du diagramme de séquence ▪ A produit les interfaces de l'application ▪ Prototypages ▪ A rédigé les cas d'utilisation ▪ A codé l'application

CONCLUSION

La finalité de ce travail est la conception d'une base de données d'appui à la recherche en santé. Notons que l'analyse des besoins est achevée avec la production du document de vision et du SRS (stackholder spécification Requirement).

À ce jour l'application est en développement. Certains modules de l'application sont achevés et validés avec le client. Des modifications sont en train d'être apportées pour prendre en compte le feedback du client.

Les modules validés qui ne subiront pas de modifications seront donc livrés. Ainsi le client pourra les tester et donner son feedback afin de permettre de le prendre en compte

L'application et la base de données seront déployées sur un poste de travail isolé non connecté au réseau en attendant que le client achète les équipements nécessaires qui les abriteront.

Au niveau de la fourniture de l'équipement le client est confronté à un problème de budget. En effet, il n'y a pas de budget pour ce projet. Ce qui explique pourquoi le manque d'équipement.

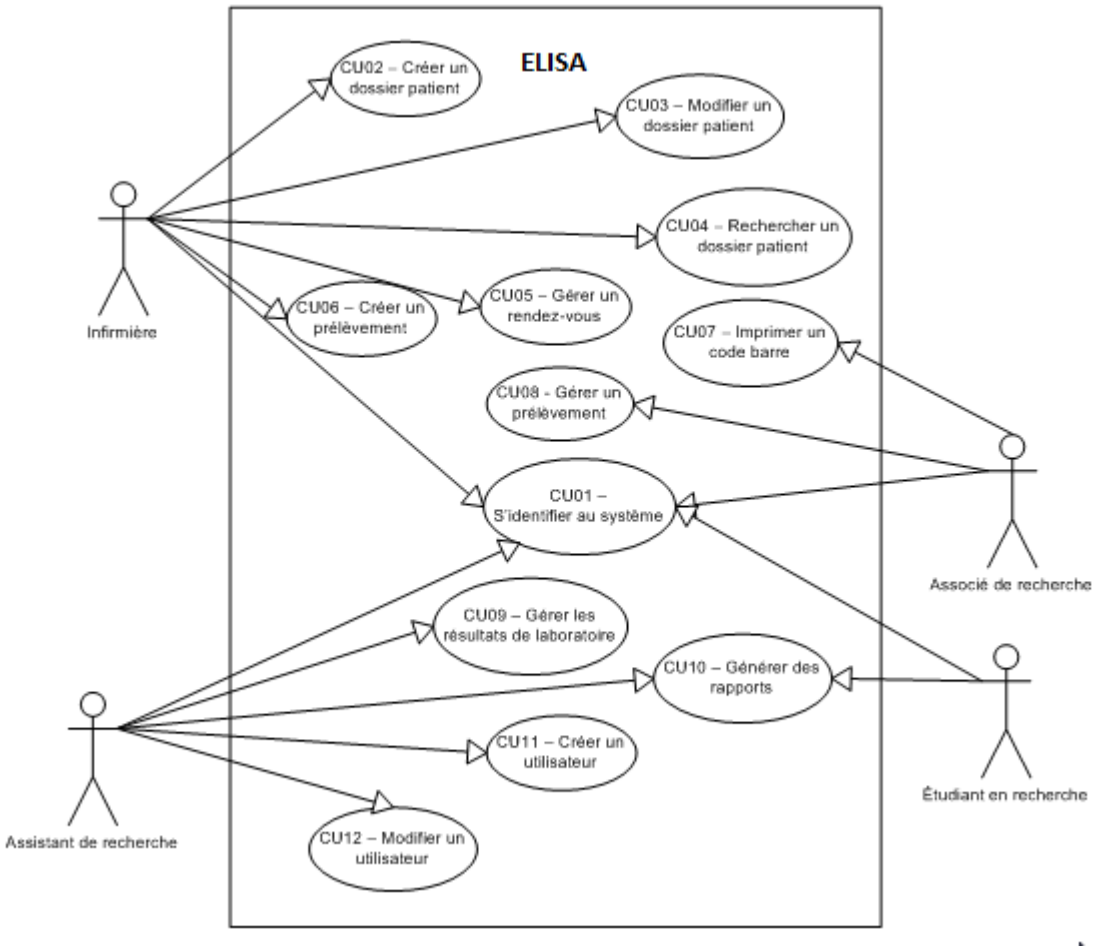
Le développement continue et s'étendra sur quelques mois parce que les étudiants ne travaillent pas à temps plein sur le projet.

Concernant les difficultés auxquelles nous avons fait face, il faut dire que personne parmi nous ne connaissait le langage C#, plus encore personne parmi nous n'avais fait de la programmation une spécialité. Il a donc fallu aller apprendre le langage C# avant de passer au développement. Cela nous a demandé des efforts supplémentaires.

Nous pouvons aujourd'hui affirmer avec certitude que ce projet nous est un gain en ce sens qu'il nous a permis d'acquérir de nouvelles compétences notamment en programmation. Aussi, il nous a permis de vivre en grandeur nature les réalités que vivent-les équipes de projet. Ce projet devient une nouvelle expérience qui s'ajoute à celles que nous avions déjà acquises car il est notre premier pas dans le domaine de la santé et plus particulièrement en recherche en santé.

ANNEXE I

Diagramme des cas d'utilisation



ANNEXE II

Cas d'utilisation

CU01 – S'identifier au système

Tous les utilisateurs doivent s'authentifier au système à l'aide d'un code utilisateur et d'un mot de passe pour y accéder.

Acteurs : Tous Utilisateurs

CU02 – Créer un dossier patient

Un utilisateur doit pouvoir créer un dossier informatique pour chaque patient qui accepte de prendre part au projet de recherche.

Acteurs : Infirmières

CU03 – Modifier un dossier patient

Un utilisateur doit pouvoir ajouter, modifier ou retirer des informations dans un dossier patient de l'étude.

Acteurs : Infirmières

CU04 – Rechercher un dossier patient

Un utilisateur doit pouvoir effectuer une recherche dans la base de données des patients pour extraire les informations requises à l'aide de critères de sélection.

Acteurs : Infirmières, Assistante de recherche

CU05 – Créer une visite

Un utilisateur doit pouvoir créer une visite à un dossier patient en fonction d'une date et heure. Un utilisateur doit pouvoir associer à un patient un prélèvement effectuer lors d'une visite en clinique ou en chirurgie. Les informations sur le prélèvement sont ajoutées au dossier patient.

Acteurs : Infirmières

CU06 – Modifier une visite

Un utilisateur doit pouvoir modifier les informations d'une visite existante.

Acteurs : Infirmières

CU07 – Imprimer un code barre

Un utilisateur doit pouvoir générer des codes-barres différents et uniques dans la BD qui seront associés aux prélèvements. Pour un prélèvement sanguin, neuf code barre sont requis par prélèvement (6 – Plasma, 2 – Sang et 1- tbnc), pour un prélèvement osseux, 1 code barre par spécimen.

Acteurs : Associé de recherche

CU08 – Gérer un prélèvement

Un utilisateur doit pouvoir indiquer que la manipulation du prélèvement est complétée et que l'échantillon est prêt pour analyse.

Acteurs : Associé de recherche

CU09 – Gérer les résultats de laboratoire

Un utilisateur doit pouvoir associer divers résultats obtenus en laboratoire pour chaque échantillon.

Acteurs : Assistant de recherche

CU10 – Générer des rapports

Un utilisateur doit pouvoir générer divers rapports de l'étude en cours sur les patients et résultats obtenus. Selon HYPO – 05, un lien permettra d'accéder au module

Acteurs : Infirmière, Assistant de recherche, Étudiant en recherche

CU11 – Créer un utilisateur

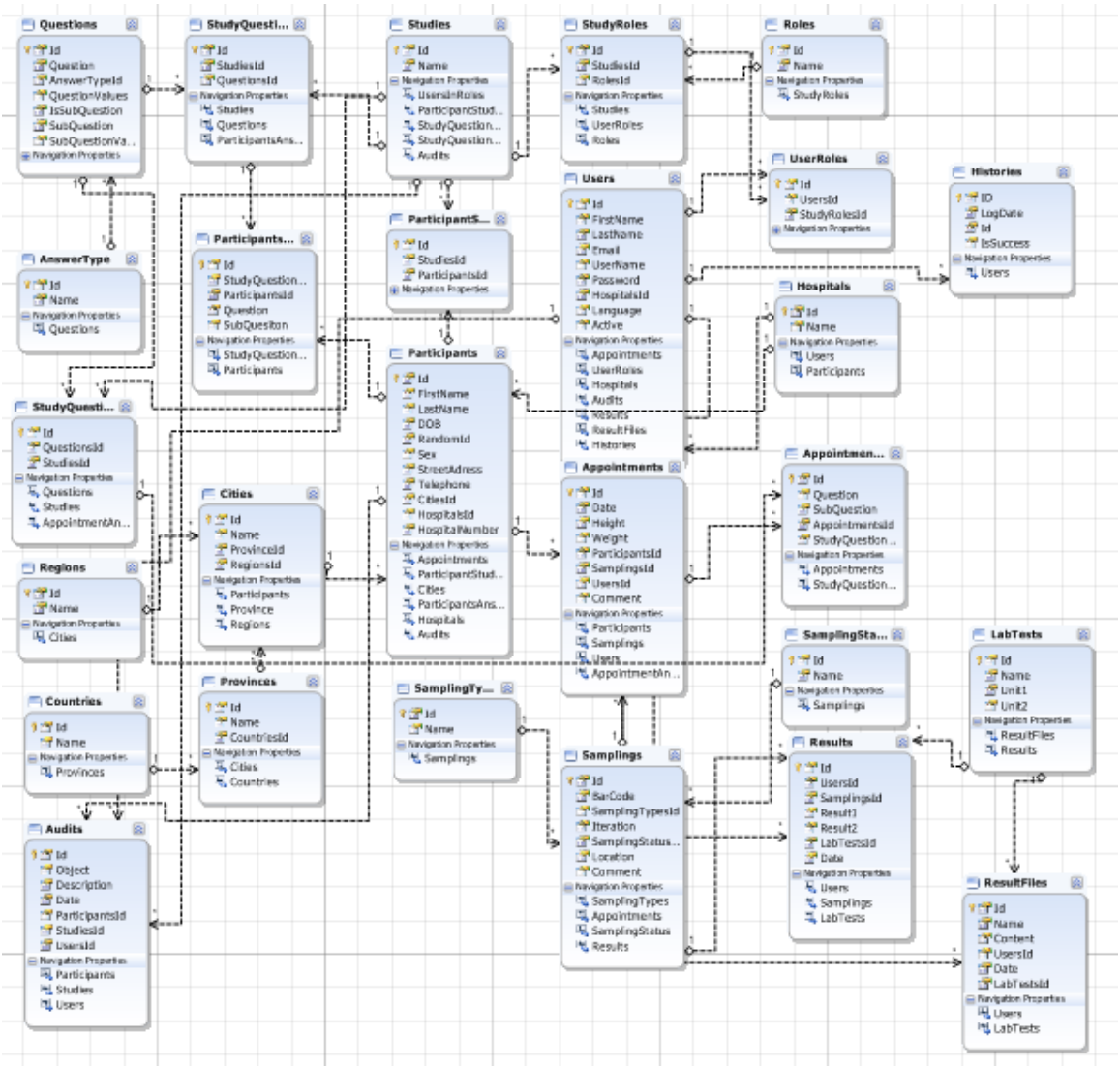
Un utilisateur doit pouvoir créer un nouveau code d'utilisateur pour donner les droits d'accès en fonction de sa participation dans l'étude.

Acteurs : Assistant de recherche

CU12 – Modifier un utilisateur

Un utilisateur doit pouvoir modifier le profil ou l'information d'un utilisateur.

Diagramme des Classes



Exigences Fonctionnelles

Cette section définit les exigences fonctionnelles du logiciel ÉLISA

EF-1 Importer un fichier XML

Le système devra valider le gabarit du fichier XML avant l'importation. Le format du fichier est fourni en Annexe

EF-2 Enregistrement des modifications

Toutes les modifications apportées à une fiche d'un patient, rendez-vous ou prélèvement après l'enregistrement initial doivent être capturées et inscrites dans une table d'audit.

EF-3 Fin de session

Un utilisateur qui n'est pas actif depuis plus de 30 minutes doit s'authentifier à nouveau.

EF-4 Historisation des accès

Le système doit garder un historique de toutes les demandes d'authentifications aux systèmes.

EF-5 Recherches multicritères

Afin de pousser plus loin les recherches d'informations dans la base de données, il est important que le système fournisse aux utilisateurs plusieurs critères de recherche d'informations dans les « Grid view ».

EF-6 Sauvegarde de sécurité

Une sauvegarde de sécurité devra être faite à chaque jour

Les Exigences non Fonctionnelles

ENF-01 Fiabilité

Le taux de disponibilité de l'application doit être de 99,9%, en cas de défaillance il doit redémarrer dans les 5 minutes qui suivent.

ENF-02 Les interfaces du système ELISA doivent être conviviales, attrayantes, faites de couleur et de police de caractères qui facilitent la lisibilité des écrits. Les maquettes d'écrans devront être préalablement acceptées par le client.

ENF-03 Le produit devra être facile d'utilisation et ce sans que les utilisateurs ne soient formés. Lors des tests d'intégration, l'équipe responsable des tests devra répondre à un questionnaire, La satisfaction de l'équipe devra atteindre 80%.

ENF-04 Le logiciel évitera à l'utilisateur de naviguer entre plusieurs interfaces pour réaliser une tâche donnée. Un utilisateur devra être en mesure d'atteindre l'information du plus bas niveau en 2 pages ou moins.

ENF-05 Le logiciel utilisera des symboles et des mots facilement compréhensibles par les utilisateurs. Lors des tests d'intégration, l'équipe responsable des tests devra répondre à un questionnaire, La satisfaction de l'équipe devra atteindre 80%.

ENF-06 Le système ASILE doit être suffisamment léger pour fonctionner avec moins 100MB de RAM et occuper moins de 400Mo d'espace disque.

ENF-07 Un maximum de trois anomalies doit être introduit lors d'un déploiement d'une nouvelle version

ENF-09 Une anomalies doit être corrigée en moins de 4 heures

ENF-11 La mise en place de l'application sur un serveur ne doit pas excéder 8 heures d'ouvrage.

ENF-12 L'application devra pouvoir être déployé sur différentes types de base de données normalisée.

Diagramme de Séquence :

Diagramme de Séquence

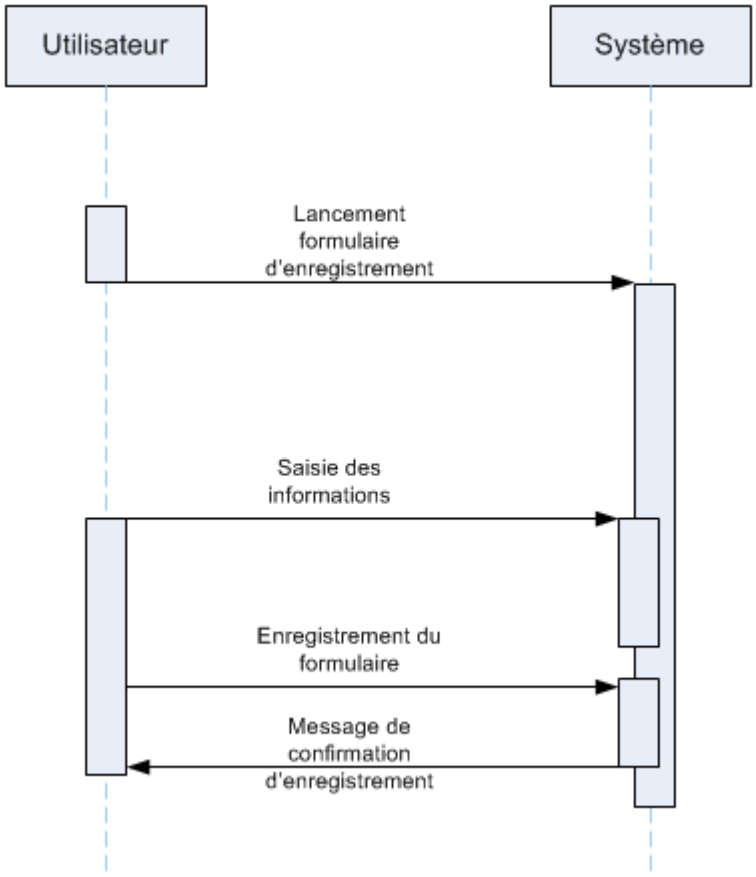


Figure 1- Diagramme de séquence pour la création d'un patient

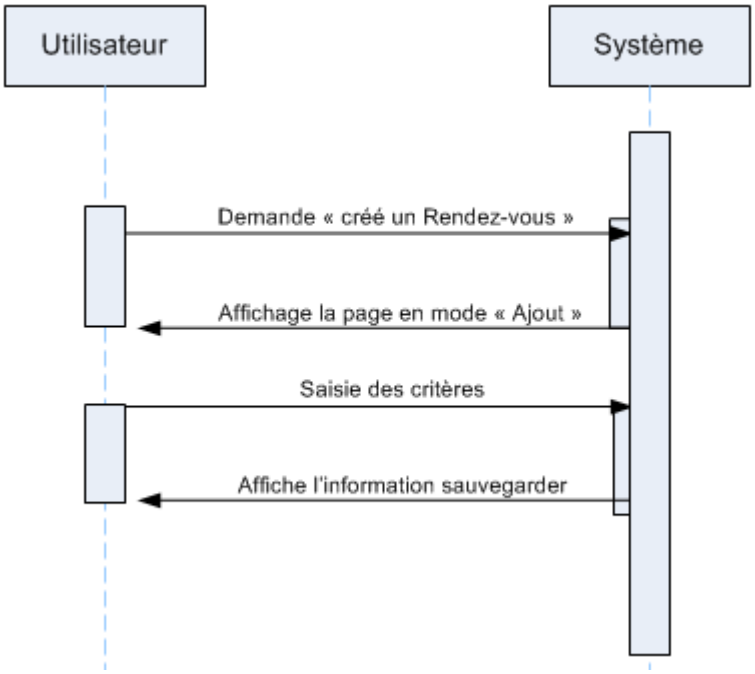


Figure 2- Diagramme de séquence pour la création d'un rendez-vous

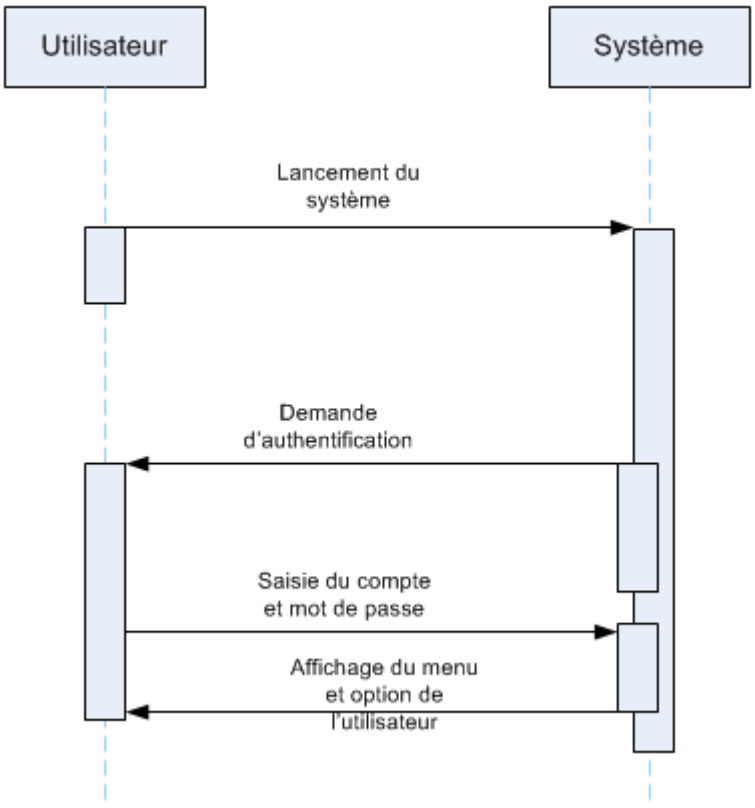


Figure 3- Diagramme de séquence pour s'authentifier au système

Les Acteurs

Acteurs	Description
Infirmières	Elles ouvrent les dossiers informatiques et des parents des patients dans le système. Elles font des prélèvements de sang et entrent dans le système les informations sur le prélèvement. Elles réalisent les mesures des courbes de la colonne vertébrale et mettent à jour le dossier des patients Elles enregistrent dans la base de données les images radiographiques réalisées sur les patients.
Associés de recherche	Utilisateurs Ils livrent le sang prélevé à l'assistante de recherche Puis saisissent les informations sur les boîtes de sang dans la base de données.
Assistants de recherche	Utilisatrice, responsable du nouveau système. Elle procède à l'analyse de sang, rédige des rapports et saisit les données de ces rapports dans la base de données. Elle consulte et met à jour les dossiers de tous les patients.
Étudiants en recherche	Les étudiants sont aussi des utilisateurs ils ont accès aux résultats bruts des analyses et à une partie des données des rapports d'analyse enregistrés dans le système dans le cadre de leurs recherches.

Interfaces

Les écrans de l'application seront décomposés en trois sections principales :

En-tête

tion permet d'indiquer à l'utilisateur qu'il navigue dans l'application ELISA et plus particulièrement dans quelle interface du système il se trouve.

Menu

La section menue permet de naviguer d'une interface à l'autre et d'accomplir des actions dans l'application.

Detail

Cette section servira retourner les résultats d'une recherche ou à la saisie d'information pour compléter les divers cas d'utilisateurs ex : Ajouter un patient

Cas d'utilisation

Spécification des Cas d'Utilisations

CU01- S'identifier au système

Brève Description

Ce cas d'utilisation permet à tout utilisateur de s'authentifier sur le système à l'aide de leur identifiant et leur mot de passe.

Flux d'Événements

Flux de Base

Séq.	Acteur (Besoin)	Système (Responsabilité)
SP10	Lance l'application ASILE	
SP20	Saisit son code utilisateur, son mot de passe	
SP30	Soumet son identité	SP40 Vérification et validation puis affichage de la page d'accueil et ses options
SP50	Accède à son profile	

Flux Alternatifs

SA20 : Échec de l'authentification

Séq.	Acteur (Besoin)	Système (Responsabilité)
SA20 A		Affiche dans une fenêtre Pop-up le message d'erreur :
SA20 B	Confirme la lecture du message.	
SA20 C		Efface le message et rafraichit les champs et retourne à SP20

Exigences Spéciales

Aucun

Préconditions

ID	Description
PRC10	Le poste de l'utilisateur est relié à une connexion internet fonctionnelle et le VPN est activé

Post-conditions

ID	Description
POC10	Le système affiche la page d'accueil

Points d'Extension

Aucun

CU02 – Créer un dossier patient

Brève Description

Ca cas d'utilisation permet d'ouvrir un dossier à un patient qui prend part au projet de recherche et qui doit être suivi dans le système.

Flux d'Événements

Flux de Base

Séq.	Acteur (Besoin)	Système (Responsabilité)
SP10	L'utilisateur lance formulaire de création de dossier patient	
SP20		Affiche le formulaire de création du dossier patient
SP30	L'utilisateur entre les informations générales. (Nom, prénom, Date de naissance, adresse, numéro de Tel) Et enregistre le formulaire	
SP40		Vérifie et valide les, génère un numéro d'identifiant et sauvegarde dans la BASE DE DONNÉES

Flux Alternatifs

SA40 : Erreur dans la validation des champs

Séq.	Acteur (Besoin)	Système (Responsabilité)
SA40 A		Affiche un message d'erreur
SA40 B	Confirme la lecture du message.	

Séq.	Acteur (Besoin)	Système (Responsabilité)
SA40C		Revient à SP30 Met les champs concernés en surbrillance

Exigences Spéciales

Aucun

Préconditions

ID	Description
PRC10	L'utilisateur est authentifié au système et possède les droits de création/modification d'un dossier patients

Post-conditions

ID	Description
POC10	La fiche du patient est sauvegardée et un numéro aléatoire est assigné au patient.

Points d'Extension

Aux fins de confidentialité des patients, chaque patient doit se voir attribuer par le système un numéro automatique qui se veut aléatoire et unique. Le numéro doit être entre 1000 et 9999

CU03 – Modifier un dossier patient

Brève Description

Ce cas d'utilisation permet de faire des mises à jour du dossier d'un patient

Flux d'Événements

Flux de Base

Séq.	Acteur (Besoin)	Système (Responsabilité)
SP10	L'utilisateur entre le numéro de dossier patient ou son nom et valide	
SP20		Le système affiche le dossier informatique du patient
SP30	• L'utilisateur met à jour l'information souhaitées et sauvegarde le dossier	
SP40		• Le système vérifie les champs obligatoires • Le système sauvegarde les données dans la base de données

Flux Alternatifs

SA40 : Erreur dans validation des champs

Séq.	Acteur (Besoin)	Système (Responsabilité)
SA40a		▪ Affiche un message d'erreur
SA40b	Confirme la lecture du message.	
SA40c		Le système met les champs concernés en surbrillance Retourne à l'étape SP30

Exigences Spéciales

Aucun

Préconditions

ID	Description
PRC10	L'utilisateur est authentifié au système et possède les droits de création/modification d'un dossier patients

Post-conditions

ID	Description
POC10	La fiche du patient est sauvegardée et une trace dans le journal d'audit est capturée pour chaque changement

Points d'Extension

Aucun

CU04 – Rechercher un dossier patient

Brève Description

Ce cas d'utilisation permet la recherche d'un dossier patient sur des critères préétablis.

Flux d'Événements

Flux de Base

Séq.	Acteur (Besoin)	Système (Responsabilité)
SP10	L'utilisateur consulte la liste des patients	
SP20		• Le système affiche l'ensemble des patients dans une grille
SP30	L'utilisateur sélectionne dans la liste des champs l'élément d'information désiré. (ex : Nom, Famille, Date de naissance)	
SP40		• Le système charge les opérateurs de comparaison. (Ex : Égal, Contient, début par, termine par) • Le système charge les valeurs de comparaison possible.
SP50	• L'utilisateur sélectionne l'opérateur désiré. • L'utilisateur sélectionne ou écrit la valeur de comparaison désirée. • L'utilisateur demande de filtrer la liste	
SP60		• Le système affiche les patients qui correspondent au critère de recherche

Flux Alternatifs

SA60 : Aucun enregistrement trouvé

Séq.	Acteur (Besoin)	Système (Responsabilité)
SA60a		▪ Affiche « Aucun patient n'a été trouvé » dans la grille ▪ Retourne à l'étape SP10

Exigences Spéciales

Aucun

Préconditions

ID	Description
PRC10	L'utilisateur est authentifié au système et possède les droits de consultations

Post-conditions

Aucune

Points d'Extension

Aucun

CU05 – Créer un Rendez-vous

Brève Description

Ce cas d'utilisation permet d'ajouter un rendez-vous à un dossier patient

Flux d'Événements

Flux de Base

Séq.	Acteur (Besoin)	Système (Responsabilité)
SP10	Sélectionne l'onglet rendez-vous	
SP20		Affiche le formulaire de rendez-vous
SP30	• L'utilisateur entre les informations (Date et heure du prochain rendez-vous)	
SP40		• Vérifie les informations saisies et sauvegarde dans la base de données.

Flux Alternatifs

SA40 : Erreur dans validation des champs

Séq.	Acteur (Besoin)	Système (Responsabilité)
SA40a		▪ Affiche un message d'erreur
SA40b	Confirme la lecture du message.	
SA40c		Revient à SP30 Met les champs concernés en surbrillance

Exigences Spéciales

Aucun

Préconditions

ID	Description
PRC10	L'utilisateur consulte une fiche « patient » dans l'onglet « Patient »

Post-conditions

ID	Description
POC10	Un nouveau rendez-vous est enregistré au dossier du patient.

Points d'Extension

Aucun

CU06 – Modifier un Rendez-vous

Brève Description

Ce cas d'utilisation permet de modifier un rendez-vous d'un dossier patient.

Flux d'Événements

Flux de Base

Séq.	Acteur (Besoin)	Système (Responsabilité)
SP10	L'utilisateur sélectionne l'onglet « Rendez-vous » d'un dossier patient.	
SP20		Le système affiche la page l'onglet « Rendez-vous » du dossier patient.
SP30	L'utilisateur sélectionner le rendez-vous qu'il souhaite modifier	
		Le système affiche les informations du rendez-vous sélectionné en mode « modification »
SP30	• L'utilisateur entre les informations générales. • L'utilisateur sauvegarde la demande.	
SP40		Le système sauvegarde la demande.

Flux Alternatifs

SA40 : Erreur dans validation des champs

Séq.	Acteur (Besoin)	Système (Responsabilité)
SA40a		Affiche dans une fenêtre Pop-up les champs manquants.
SA40b	Confirme la lecture du message.	
SA40c		Modifie les libellés en rouge des champs manquants Retourne à l'étape SP30

Exigences Spéciales

Aucun

Préconditions

ID	Description
PRC10	L'utilisateur consulte une fiche « patient » dans l'onglet « Patient »

Post-conditions

ID	Description
POC10	Les modifications effectuées au rendez-vous sont enregistrées au dossier du patient et une inscription des modifications effectuées est inscrite au journal d'audit.

Points d'Extension

CU07 – Imprimer un code barre

Brève Description

Ce cas d'utilisation permet d'effectuer l'impression de code barre pour les prélèvements effectués en clinique

Flux d'Événements

Flux de Base

Séq.	Acteur (Besoin)	Système (Responsabilité)
SP10	L'utilisateur consulte la liste des prélèvements en attente. L'utilisateur sélectionne un prélèvement à imprimer L'utilisateur sélectionne «Imprimer code barre »	
SP20		Le système valide que l'imprimante est en fonction Le système génère les code barre selon le type de prélèvement Le système imprime les codes-barres Le système modifie le statut du prélèvement pour indiquer que les codes barre ont été imprimé. Le système rafraichi la liste des prélèvements en attente.

Flux Alternatifs

SA20 : Imprimante non disponible

Séq.	Acteur (Besoin)	Système (Responsabilité)
SA20a		Affiche dans une fenêtre Pop-up « Erreur d'Imprimante »
SA20b	Confirme la lecture du message.	
SA20c		Retour SP10

Exigences Spéciales

Aucun

Préconditions

ID	Description
PRC10	L'utilisateur accède à la page « Prélèvement »

Post-conditions

ID	Description
POC10	Un ou des codes-barres ont été générés pour identifier les échantillons Toutes les modifications sont sauvegardées dans une table d'audit. .

Points d'Extension

Toutes les modifications sont sauvegardées dans une table d'audit.

Chaque code barre généré est associé à un prélèvement et doit être unique pour chaque tube dans la base de données.

CU08 – Gérer un prélèvement

Brève Description

Ce cas d'utilisation permet de mettre à jour un prélèvement et le rendre disponible pour analyse.

Flux d'Événements

Flux de Base

Séq.	Acteur (Besoin)	Système (Responsabilité)
SP10	L'utilisateur sélectionner « liste des prélèvements »	
SP20		Affiche la liste des prélèvements
SP30	L'utilisateur sélectionne un prélèvement L'utilisateur sélectionne « Modifier le statut »	
SP40		Affiche le détail du prélèvement
SP50	L'utilisateur modifie le statut du prélèvement L'utilisateur identifie la localisation de l'échantillon L'utilisateur sauvegarde	
SP60		Vérification des saisies et validation Affiche la liste des prélèvements

Flux Alternatifs

SA20 : Aucun prélèvement

Séq.	Acteur (Besoin)	Système (Responsabilité)
SA20 A		▪ Affiche le message notifiant que tous les prélèvements sont traités.
SA20 B	Confirme la lecture du message	

SA50 : Dupliquer un prélèvement

Séq.	Acteur (Besoin)	Système (Responsabilité)

Séq.	Acteur (Besoin)	Système (Responsabilité)
SA50 A	L'utilisateur sélectionne un prélèvement L'utilisateur sélectionne 'Dupliquer »	▪ Affiche le message notifiant que tous les prélèvements sont traités.
SA50 B		Le system créé un nouvel enregistrement en copiant les infos du prélèvement initial et incrémente de 1 la version du prélèvement
SA50 C	Confirme la lecture du message	

Exigences Spéciales

Aucun

Préconditions

ID	Description
PRC10	L'utilisateur accède à la page « Prélèvement »

Post-conditions

ID	Description
POC10	L'information sur l'échantillon est mise à jour. Toutes les modifications ont été capturées dans la page d'audit.

Points d'Extension

Aucun

CU09 – Gérer les résultats de laboratoire

Brève Description

Ce cas d'utilisation permet d'associer un résultat de laboratoire à un prélèvement.

Flux d'Événements

Flux de Base

Séq.	Acteur (Besoin)	Système (Responsabilité)

Séq.	Acteur (Besoin)	Système (Responsabilité)
SP10	L'utilisateur consulte la liste des prélèvements. L'utilisateur sélectionne un prélèvement. L'utilisateur sélectionne « Analyse »	
SP20		Affiche la page « échantillon - Analyse » en mode « ajout»
SP30	Entré des valeurs de l'analyse effectuer manuellement Sauvegarde les informations	
SP40		Sauvegarde les informations dans le système

Flux Alternatifs

SA30 : L'utilisateur sélectionne « Importer un fichier »

Séq.	Acteur (Besoin)	Système (Responsabilité)
SA30a		Affiche dans une fenêtre « sélectionner un fichier »
SA30b	L'utilisateur sélectionne un fichier sur son poste de travail. L'utilisateur sélectionne le type d'analyse	
SA30c		Importe les données Effectuer les calculs Insert les résultats Affiche le résultat

SA31 : « Fichier Invalide »

Séq.	Acteur (Besoin)	Système (Responsabilité)
SA31a		Affiche dans une fenêtre Pop-up « Fichier est non valide »
SA31b	L''utilisateur Confirme le message Retour SA30b	

SA32: L'utilisateur Cancel « Importer un fichier »

Séq.	Acteur (Besoin)	Système (Responsabilité)
SA32a		Ferme la fenêtre du SP30

Exigences Spéciales

Aucun

Préconditions

ID	Description
PRC10	L'utilisateur accède à la page « Prélèvement »

Post-conditions

ID	Description
POC10	L'information sur l'échantillon est mise à jour et les modifications sont capturé dans la table d'audit.

Points d'Extension

Afin d'assurer une sécurité, les mots de passe du système doit être en 8 et 15 caractères et comporter au moins un chiffre et une lettre.

CU11 – Créer un utilisateur

Brève Description

Ce cas d'utilisation permet de créer un code d'utilisateur pour l'application ASILE d'un nouvel usager.

Flux d'Événements

Flux de Base

Séq.	Acteur (Besoin)	Système (Responsabilité)
SP10	L'utilisateur demande d'ajouter un utilisateur	
SP20		Le système affiche la page « Utilisateur » en mode ajout
SP30	• L'utilisateur entre les informations générales. • L'utilisateur sauvegarde la demande.	
SP40		• Le système sauvegarde la demande.

Flux Alternatifs

SA40 : Erreur dans validation des champs

Séq.	Acteur (Besoin)	Système (Responsabilité)
SA40a		▪ Affiche dans une fenêtre les champs manquants.
SA40b	Confirme la lecture du message.	
SA40c		Modifie les libellés en rouge des champs manquants Retourne à l'étape SP30

SA41 : validation du mot de passe

Séq.	Acteur (Besoin)	Système (Responsabilité)
SA41a		▪ Affiche dans une fenêtre « Le mot de passe ne respecte pas les critères de sécurité »
SA41b	Confirme la lecture du message.	

Séq.	Acteur (Besoin)	Système (Responsabilité)
SA41c		Modifie les libellés en rouge du champ mot de passe. Retourne à l'étape SP30

Exigences Spéciales

Aucun

Préconditions

ID	Description
PRC10	L'utilisateur est authentifié au système et possède les droits de création/modification d'utilisateurs

Post-conditions

ID	Description
POC10	L'utilisateur est créé dans le système et possède un ou des rôles.

Points d'Extension

Afin d'assurer une sécurité, les mots de passe du système doit être en 8 et 15 caractères et comporter au moins un chiffre et une lettre.

CU12 – Modifier un utilisateur

Brève Description

Ce cas d'utilisation permet de modifier un code d'utilisateur pour l'application ELISA.

Flux d'Événements

Flux de Base

Séq.	Acteur (Besoin)	Système (Responsabilité)
SP10	L'utilisateur sélectionne un utilisateur dans la liste	
SP20		Le système affiche la page « Utilisateur » en mode « édition »
SP30	L'utilisateur à jour l'information désiré. L'utilisateur sauvegarde la demande.	
SP40		Le système sauvegarde la demande.

Flux Alternatifs

SA40 : Erreur dans validation des champs

Séq.	Acteur (Besoin)	Système (Responsabilité)
SA40a		Affiche dans une fenêtre les champs manquants.
SA40b	Confirme la lecture du message.	
SA40c		Modifie les libellés en rouge des champs manquants Retourne à l'étape SP30

SA41 : validation du mot de passe

Séq.	Acteur (Besoin)	Système (Responsabilité)
SA41a		Affiche dans une fenêtre « Le mot de passe ne respecte pas les critères de sécurité »
SA41b	Confirme la lecture du message.	
SA41c		Modifie les libellés en rouge du champ mot de passe. Retourne à l'étape SP30

Exigences Spéciales

Aucun

Préconditions

ID	Description
PRC10	L'utilisateur est authentifié au système et possède les droits de création/modification d'utilisateurs

Post-conditions

ID	Description
POC10	Le compte de l'utilisateur est mis à jour dans le système et possède des rôles.

Points d'Extension

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

[1] Radio Canada, La santé et l'économmie, les priorités des Québécois, élections Québec 2014, 10 Mars 2014. En ligne. http://ici.radio-canada.ca/sujet/elections-quebec-2014/2014/03/10/007-sondage-crop-election-enjeux.shtml. Consulté le 30 juillet 2014.

[2]Budget de dépenses 2011-2012, Volume IV, 2011, 5 Mai 2014 En ligne. http://www.tresor.gouv.qc.ca/budget-de-depenses/archives/budget-de-depenses-2011-2012/

[3] http://www.frqs.gouv.qc.ca/fr/publications/rapports_annuels.shtml

[4] James A. O'Brien, Introduction aux systèmes d'information, 2003.

[5] Andreas Meier, Introduction pratique aux bases de données relationnelles, 2006

[6] Pierre Bourque, Ghizlane El Boussaidi. 2013. MGL-801 : Exigences et spécifications de systèmes logiciels : notes du cours MGL-801. Programme de Maîtrise en génie des Technologie de l'information. Montréal : École de Technologie Supérieure, pagination multiple 153 p.

[7] Richard, Jules. 2005. Recueil de textes et d'exercices. [Notes du cours COM-115 Communication interculturelle]. Montréal : École de Technologie Supérieure.

[8] http://www.aviaqc.ca/wp/wp-content/uploads/John-Fairbrother-28-mai-2013-1.pdf

[9] Microsoft, .NET Technology Guidance. 2014. En ligne. < http://www.microsoft.com/net/nettechnologyguidance >. Consulté le 25 Mars 2014.

[10] Médéric Munier, Créez votre application web avec Java EE . Mars 2014. En ligne. < http://fr.openclassrooms.com/informatique/cours/creez-votre-application-web-avec-java-ee/le-modele-mvc-en-theorie >. Consulté le 05 avril 2014.

[11] http://www.frsq.gouv.qc.ca/fr/publications/recherche_en_sante/pdf/no50/dossier.pdf

[12] http://msdn.microsoft.com/fr-ca/dn338450

[13] http://www.kimoce.com/les-limites-dexcel-pour-une-gestion-fiable-et-dynamique-des-donnees.html

[14] http://www.frqs.gouv.qc.ca/fr/publications/recherche_en_sante/html/no33/editorial.html

[15]https://www.youtube.com/watch?v=njF7n6GQE8U&list=PLWoMQ1haBHKWJ1Pe6sVFnFH9FdOaVLplm/) (consulté le 11 juin 2013)

[16] http://www.tresor.gouv.qc.ca/budget-de-depenses/archives/budget-de-depenses-2007-2008/depose-le-20-fevrier-2007/priorite-a-la-sante-et-a-leducation-tout-en-maintenant-un-controle-serre-des-depenses/(consulté le 10 mai 2013)

[17] http://technet.microsoft.com/fr-fr/library/cc754024%28v=ws.10%29.aspx

[18]https://www.google.ca/search?q=image+big+data&tbm=isch&imgil=aUf4Ii9wnLojrM%253A%253Bhttps%253A%252F%252Fencrypted-tbn0.gstatic.com/

[19]http://www.chu-sainte-justine.org/recherche/page.aspx?id_page=2300&id_menu=2300 (Consulté le 02 juin 2014).

[20]http://fr.wikipedia.org/wiki/Syst%C3%A8me_de_gestion_de_base_de_donn%C3%A9es relationnel-objet (consulté le 9 juin 2014).

[21]http://www.widoobiz.com/l-entrepreneur-pratique/entrepots-de-donnees-et-big-data-ce-nest-pas-la-guerre-bien-au-contraire/38479

[22]https://www.google.ca/search?q=entrepot+de+donn%C3%A9es&biw=1600&bih=755&tbm=isch&imgil=YzmNBAy9n1d81M%253A%253B_hNAALX8goaIaM%253Bhttp%25253A%

[23]http://fr.wikipedia.org/wiki/Syst%C3%A8me_de_gestion_de_l%27information_du_laboratoire) (Consulté le 17 juin 2014).

[24] http://www.centrelearoback.org/fr/outlis_recherche/bd/

[25] http://www.aqesss.qc.ca/1998/Programme.aqesss

[26] http://mtntechnologiewordpress.com/type/aside