

EPIGRAPHE

« Les conclusions des exposés présentant les connaissances doivent passer du CQFD – ce qu’il fallait démontrer – au CQFA – ce qu’il fallait argumenter »

[Le Moigne]

DEDICACE

A nos très chers parents Frédéric Mutaliko et Furaha Muliro,

REMERCIEMENTS

Ce travail, fruit de notre sacrifice et de notre endurance a été rendu facile grâce au concours tant moral que matériel de plusieurs personnalités envers qui nous devons une gratitude.

Pour le souffle de vie, la santé et la grâce qu'il ne cesse de nous accorder, nous disons merci à Dieu,

A l'équipe de direction de ce travail, le Chef de Travaux TASHO KASONGO Issa, directeur de ce mémoire et l'assistant KOKO BASHENGZI Pascal, l'encadreur, pour toutes leurs contributions, leurs remarques et leurs corrections qui ont fait de ce travail une œuvre scientifique,

A nos parents, nos frères et nos sœurs pour leur soutien indéfectible,

A madame Françoise KAMBAKAMBA pour son assistance, son soutien et son accompagnement dans différents moments difficiles,

A nos amis, camarades, compagnons, connaissances et tous ceux qui ont concouru de loin ou de près à notre vie scientifique jusqu'à cette étape.

SIGLES ET ABBREVIATIONS

API :	Application Programming Interface
AVS :	Activités de Vaccination Supplémentaires
BDD :	Base de données
BPMN :	Business Process Modeling Notation
CPN :	Consultation Prénatale
CPS :	Consultation Préscolaire
DMP :	Dossier Médical Partagé
DSL :	Domain Specific Language
ECZ :	Equipe Cadre de la Zone de santé
HGR :	Hôpital Général de Référence
ISP-BUKAVU :	Institut Supérieur Pédagogique de Bukavu
JSON :	JavaScript Object Notation
LMSV :	Langage de Modélisation pour le Suivi de la Vaccination
NTIC :	Nouvelles Technologie de l'Information et de la Communication
OMG :	Object Managment Group
OMS :	Organisation Mondiale de la Santé
PEV :	Programme Elargi de la Vaccination
PHP :	Hypertext Preprocessor
PMA :	Paquet Minimum d'Activités
PPAC :	Plan Pluri Annuel Complet
RDC :	République Démocratique du Congo
RICH :	Recherche en Informatique Centrée Humain
SC :	Centre de Santé
SGBD :	Système de Gestion de Base des Données
SOA :	Service-Oriented Architecture
SQL :	Structured Query Laguage
THEDRE :	Traceable Human Experiment Design Research
UML :	Unified Modeling Language
VAT :	Vaccin Anti-Tétanique
vConnect :	Vaccination Connected
ZS :	Zone de Santé

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Extrait du dictionnaire des concepts	62
Tableau 2 : Spécification de suivi de vaccination pour LMSV	64
Tableau 3 : Glossaire de termes	66
Tableau 4 : Glossaire de relations.....	67
Tableau 5 : Téléphones de test.....	76

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Composantes de la e-santé (https://korben.info/e-sante.html : 5 juin 2021).....	17
Figure 2 : Familles de services numériques en e-santé (Source : ASIP Santé, cadre commun des projets de e-santé, Mai 2016, page 6).....	19
Figure 3: Composantes de la télémédecine (Source : notre compilation).....	19
Figure 4: Utilisation des applications mobiles de santé (Adapté : ORS - FOCUS SANTÉ EN ÎLE-DE-FRANCE– E-santé – Décryptage des pratiques et des enjeux- page 13)	21
Figure 5: Pratiques de la e-santé (ORS - FOCUS SANTÉ EN ÎLE-DE-FRANCE– E-santé – Décryptage des pratiques et des enjeux- page 10 : Adapté de les Echos 2019).....	22
Figure 6 : Flux d'information.....	30
Figure 7 : Calendrier vaccinal de l'enfant.....	32
Figure 8 : Calendrier vaccinal des femmes	33
Figure 9 : Registre de vaccination.....	34
Figure 10 : Fiche de pointage de routine.....	35
Figure 11 : Pyramide de modélisation de l'OMG (https://www.researchgate.net/figure/Pyramide-de-modelisation-de-l'OMG_fig8_280646673 : le 5 juillet 2021)	40
Figure 12 : Etapes d'un processus de développement d'un DSL (Nadine MANDRAN, Agnès Front, Sophie DUPUY-CHESSA et Dominique RIEU, 2013, p. 3).....	42
Figure 13 : Cycle d'évaluation intégré au développement d'un langage (Nadine MANDRAN, Agnès Front, Sophie DUPUY-CHESSA et Dominique RIEU, 2013, p. 19).....	44
Figure 14 : Approche générale (Source : nous-même).....	46
Figure 15 : Scénario d'utilisation à base de l'approche général	49
Figure 16 : Modèle de Suivi à domicile	51
Figure 17 : Modèle Suivi à l'hôpital	52
Figure 18 : Partie suivi côté administrateur.....	53
Figure 19 : Modèle Acteurs intervenants.....	54
Figure 20 : Méta-modèle de suivi de vaccination personnalisé	55
Figure 21 : Syntaxe concrète : Représentation de l'action : Partie suivi à domicile.....	57
Figure 22 : Syntaxe concrète : Acteur : Mère.....	57
Figure 23 : Syntaxe concrète : Enfant.....	57
Figure 24 : Syntaxe concrète : Calendrier vaccinal et Registres	57
Figure 25 : Syntaxe concrète : Outil de travail.....	58
Figure 26 : Syntaxe concrète : Vérification calendrier vaccinal de l'enfant	58
Figure 27 : Syntaxe concrète : Représentation de l'action : Suivi à l'hôpital.....	58
Figure 28 : Syntaxe concrète : Professionnel de santé	58
Figure 29 : Syntaxe concrète : Partie du corps (site d'injection)	59

Figure 30 : Syntaxe concrète : Le vaccin.....	59
Figure 31 : Syntaxe concrète : Dispositif médical.....	59
Figure 32 : Syntaxe concrète : Conseil, sensibilisation, informations	59
Figure 33 : Syntaxe concrète : Action PEV de routine	59
Figure 34 : Matérialisation du développement et d'évaluation du langage LMSV	61
Figure 35 : Modèle conceptuel de suivi de vaccination.....	68
Figure 36 : Représentation des 5 sous-processus et des 9 blocs de la méthode THEDRE (Nadine MANDRAN, 2017, p. 114).....	69
Figure 37 : Fonctionnalités du système vConnect	72
Figure 38 : Architecture Orientée Services : https://www.institut-numerique.org/33-architecture-orientee-services-resultante-51f7a7fa181e1 : le 28 septembre 2021	73
Figure 39: Plan d'application profil mère	77
Figure 40 : Plan de l'application profil Professionnel de santé	78
Figure 41 : Plan de l'application profil Administrateur	78
Figure 42 : Formulaire de connexion web.....	79
Figure 43 : Dashboard agent connecté.....	80
Figure 44 : Interface de gestion des comptes avec des fenêtres modales d'enregistrement	80
Figure 45 : Dashboard administrateur	81
Figure 46 : Gestion des hôpitaux.....	82
Figure 47 : Interfaces de connexion de la mère et son enregistrement au système.....	83
Figure 48 : Page d'accueil de la mère, page de gestion des enfants et formulaire d'ajout d'un enfant.....	84
Figure 49 : Interface des conseils	84
Figure 50 : Interface de production des rapports.....	85
Figure 51 : Quelques sous-menus pour la production des rapports.....	85
Figure 52 : Liste des enfants vaccinés pour le mois en cours.....	86
Figure 53 : Vaccination pour une période donnée	86
Figure 54 : Enfants enregistrés pour un hôpital.....	87

INTRODUCTION

Depuis qu'il existe, l'homme a toujours été animé par un désir de changer ; un désir orienté plus dans la recherche des innovations et des découvertes, une détermination à atteindre le progrès et une évolution, non définitive. Tous les efforts ainsi consentis, ont un objectif qui se traduit dans la facilitation, l'amélioration et la perfection de son mode de vie au quotidien. L'évolution des technologies, avec l'informatique sous tous ses aspects, rend de plus en plus l'organisation des services, des structures fonctionnelles dans les entreprises, tant privées que publiques, des écoles, des hôpitaux, des établissements, ... plus distincte et plus efficace comparée à celle des siècles précédents ; l'actuel étant plus marqué par des progrès inimaginables des nouvelles technologies.

Etant, depuis un bon moment, à la fois une science et un outil efficace de travail, l'informatique est aujourd'hui une solution aux nombreux problèmes, peu importe le domaine (économie, santé, finance, sécurité, ...). Ces problèmes sont souvent causés par l'utilisation des systèmes de gestion trop lourdes et des mécanismes de traitement de données très rigides. C'est ainsi que l'homme, en vue de se rassurer d'une certaine flexibilité dans la réalisation de toute tâche, cherche de plus en plus à adapter cette gestion pénible aux technologies de traitement de l'information. Aujourd'hui, tout, ou à la limite presque tout, est appuyé par des nouvelles technologies de l'information et de communication qui sont un ensemble d'outils et de ressources technologiques permettant de transmettre, enregistrer, créer, partager ou échanger des informations, notamment les ordinateurs, l'internet (sites web, messagerie électronique, blogs), les technologies et les appareils de diffusion en direct (radio, télévision et diffusion sur internet) et en différé (podcast, lecteurs audio et vidéo et support d'enregistrement) et la téléphonie (fixe ou mobile, satellite, visioconférence, etc.).¹

Le développement d'applications web, grâce aux avantages inexploités de l'internet, a considérablement évolué pour résoudre les difficultés liées aux applications monopostes en permettant l'accès facile à des informations pour tous, la manipulation de données par plusieurs utilisateurs simultanément, la suppression ou la réduction des déplacements et des échanges physiques, ...

¹ Définition de l'UNESCO : <http://uis.unesco.org/fr/glossary-term/technologies-de-linformation-et-de-la-communication-tic> : 11 mai 2021

Néanmoins, avec l'utilisation dominante des smartphones, la tendance actuelle la plus évolutive est le développement d'applications mobiles qui détient déjà une force révolutionnaire et qui se situe parmi les premières technologies en termes d'application. Avec cette tendance, des nombreux avantages sont soulignés notamment les notifications instantanées sur des nouveaux contenus, la capacité à travailler hors ligne, la rapidité de l'accès aux informations, etc. Les applications mobiles battent leur record dans le développement, les téléphones étant désormais plus utilisés que les ordinateurs portables.

L'innovation technologique dans la santé touche des domaines comme l'amélioration des appareils sanitaires, des méthodes plus efficaces dans le dépistage mais aussi des applications mobiles. Une application mobile santé est un programme exécutable sur un téléphone intelligent généralement destiné aux médecins et aux patients, mais aussi à toute autre catégorie de personne qui voudrait surveiller sa santé. Elles peuvent être informatives dans le but de fournir des conseils, de collecte de données médicales à analyser, ou conçues pour répondre à un besoin spécifique lié au maintien de la bonne santé des populations. Ces applications visent divers objectifs dont : améliorer la communication et le rapprochement entre le patient et le médecin, faciliter le suivi de traitement d'un patient, pour les personnes souffrant de maladies chroniques, optimiser les moyens de vivre avec la maladie dont il s'agit.

La vaccination, pour les femmes et les enfants de moins de 5ans, étant répartie sur des calendriers à échéances plus ou moins séparées, des applications mobiles peuvent être développées pour assurer un suivi général, sensibiliser sur les méfaits d'une prise à la légère d'un vaccin ou de l'autre et fournir des différents conseils dans ce sens. C'est dans cette optique que ce travail s'inscrit, se focalisant sur le suivi de la vaccination des femmes au vaccin antitétanique ainsi que de la vaccination des enfants de moins de 5ans. Le travail doit aboutir à implémenter une application mobile tournant sur Android destiné aux femmes en particulier pour, notamment, leur permettre de recevoir différentes notifications sur des rendez-vous médicaux pour elles-mêmes et leurs enfants, d'une part et une application web destinée aux hôpitaux, centres hospitaliers, centres de santé, ... pour l'administration en général, d'autre part ; les données seront stockées dans une base SQL avec le SGBD MySQL.

1. Problématique

Le système de santé, selon l'Organisation Mondiale de la Santé, OMS en sigle, est l'ensemble des organisations, des institutions, des ressources et des personnes dont l'objectif principal est d'améliorer la santé (World Health Organization. (2000). Rapport sur la santé dans le monde 2000 : Pour un système de santé plus performant. Organisation mondiale de la Santé., p.1). L'importance d'un bon système de santé et différents avantages qu'il présente pour un pays s'établissent, en effet, sur toutes les branches de la politique des nations. En économie, finance, transport, infrastructures, industrie, commerce, éducation, ... la santé est un secteur dont on ne peut pas se passer dans l'établissement des préalables et l'assurance du bon fonctionnement. C'est le secteur clé, conjointement avec l'éducation, pour tout pays en voie de développement, sa pertinence n'étant même pas à expliquer. En effet, le niveau d'efficacité d'un système de santé traduit directement le niveau de développement atteint par un pays. Il convient donc d'allouer au système de santé toutes les ressources nécessaires en vue de garantir des bonnes conditions de vie à la population et contribuer ainsi à une croissance économique de grande ampleur.

Dans les pays dits du « tiers monde », les systèmes de santé connaissent des gravissimes problèmes qui traduisent à leur tour une économie très faible, un niveau de pauvreté considérablement élevé et des populations à la santé fragile. L'insuffisance, et quelque part l'absence, des ressources nécessaires pour la réglementation et l'amélioration du système implique l'anéantissement des efforts fournis par des professionnels de santé, l'augmentation du taux de mortalité, l'exposition constante à des maladies, etc.

L'intégration des moyens technologiques dans le secteur sanitaire, l'ère actuelle étant celle du numérique, permet de rapprocher les professionnels de santé avec différentes couches de la population en fournissant des sensibilisations, des conseils, des modes de traitement et de prise en charge, en facilitant la prise et le respect de rendez-vous avec les médecins et l'accès aux résultats des examens médicaux.

Dans cet ordre d'idée, la vaccination des femmes et des enfants et le suivi de la croissance de ces derniers, nécessite donc, à toutes les phases, un suivi soutenu pour lutter contre l'exposition des uns et des autres aux différentes pathologies dont l'atteinte est

intimement liée à un manque de vaccination, une interruption dans la prise des différentes doses de vaccin ou à une prise accumulée ou retardée des doses suivantes.

Malgré toutes les procédures et les moyens mis en œuvre pour la sensibilisation et l'exécution, les processus de vaccination n'atteignent toujours pas le nombre suffisant de personnes cibles suite à une difficulté d'atteindre le public visé traduit par une insuffisance de ressources pour la sensibilisation, la portion du public atteint n'est peut-être pas convaincue de la pertinence du vaccin suite à des explications parfois insuffisantes ou pas claires ainsi que de fausses rumeurs. Pour la vaccination antitétanique des femmes et celle des enfants en âge préscolaire, les faits suivants sont constatés :

- Moyens de sensibilisation insuffisants en matière de vaccination ;
- Difficulté de vérification des calendriers de chaque sujet ;
- Des erreurs de calculs entre différentes échéances pour les vaccinations selon différents vaccins ;
- Difficulté de reconnaissance des personnes déjà vaccinées et/ou non encore vaccinées ;
- Non accessibilité aux calendriers vaccinaux par les mères ;
- Oubli des rendez-vous de vaccination ;
- Reprise du cycle de vaccination ;
- Des interruptions dans la phase de vaccination ;
- Des expositions à différentes maladies dues au accès au service de vaccination comme il se doit.

Les éléments ci-dessus présentent d'une manière globale les problèmes et difficultés soulevés par le processus de suivi de vaccination des femmes et des enfants de moins de 5 ans. Les quatre premiers faits, représentent, pour les professionnels de santé, des problèmes les plus coutants dans ce processus tandis que les cinq derniers sont ceux auxquels se heurtent les femmes en ce qui les concernent, elles et leurs enfants.

Ces problèmes ont de conséquences néfastes sur le bien-être de la population d'autant plus que celle-ci devient vulnérable et très exposée aux risques d'attraper de nombreuses maladies. C'est l'une des causes de la pauvreté que connaît le pays parce que, selon les études économiques, dans des pays en voie de développement, la plus grande partie du

revenu d'un ménage est allouée aux soins médicaux. Des conséquences suivantes découlent naturellement des problèmes soulevés précédemment :

- Des maladies répétitives engendrées, d'une part, par la non vaccination car la sensibilisation n'a pas atteint toute sa cible ou les calendriers ne sont pas toujours à la disposition des concernés d'une manière ou d'une autre ; et d'autre part, par l'administration des doses à des dates non convenables (une conséquence des erreurs de calculs entre les échéances et l'impossibilité de se conformer avec justesse au calendrier de chacun des patients) ;
- Des doubles vaccinations causées par la difficulté de pouvoir reconnaître facilement les sujets ayant déjà reçu ou non un vaccin ou un autre ;
- L'annulation des effets positifs des vaccins suite à l'interruption issue de l'oubli des rendez-vous suivi d'un non achèvement de cycles de vaccination ;
- Beaucoup de dépenses en terme financiers pour les soins médicaux en vue de maintenant combattre les maladies ainsi attrapées ;
- La destruction et/ou la perte des fiches reprenant les calendriers de chaque concerné ;
- Etc.

Eu égard à ce qui précède, sur la question suivante est articulé ce travail : « L'implémentation d'une plateforme web et mobile résoudrait-il les problèmes soulevés par le processus de suivi de vaccination des femmes et des enfants de moins de 5 ans ? ».

Tout au long de cette recherche, nous allons, méthodiquement, chercher à répondre à ce questionnement. C'est-à-dire, toute la démarche sera centrée sur cette question en vue de ne pas s'écarter des objectifs poursuivis.

2. Hypothèses

Une hypothèse est une démarche par laquelle la pensée prédomine sur la réalité et motivée par une observation. Elle est une anticipation à toute confrontation expérimentale. Elle est proposée au début d'une recherche et est destinée à être vérifiée pour la suite de celle-ci². Elle n'est pas une réponse définitive au problème posé et n'est pas toujours vraie ; cependant, elle doit être vraisemblable, elle ne doit pas trop s'écarter de la réalité. Une hypothèse est à la fois une création d'esprit ou une invention et une conception provisoire jusqu'à ce qu'une vérification lui enlève son caractère de doute et son état provisoire pour la repousser (infirmer) ou pour l'accepter (confirmer) définitivement au rang de vérité scientifique.

Se référant à la question posée dans la problématique, la réponse suivante est proposée : « L'implémentation d'une plateforme web et mobile serait la solution aux problèmes soulevés par le processus de suivi de vaccination des femmes et des enfants de moins de 5 ans en RDC en général et dans la ville de Bukavu en particulier ». Comme signalé dans l'introduction, la suite de ce travail cherchera à répondre au questionnement soulevé et donc nous serons en train de chercher à vérifier la réponse proposée comme hypothèse.

3. Objectifs

L'objectif général de ce travail est d'élaborer un système informatisé pour assurer le suivi de la vaccination des femmes au vaccin antitétanique et des enfants de moins de 5 ans modélisé avec un langage spécifique à ce domaine. Pour accrocher cet objectif, les objectifs spécifiques suivants doivent être atteints :

- Elaborer une application mobile qui enverra chaque fois des notifications concernant des rendez-vous dans le cadre de vaccination en respectant les échéances des calendriers. Le parent pourra ajouter tous ses enfants dans le système et l'application devra gérer le calendrier pour chaque enfant ;
- Cette application devra fournir un espace pour les conseils et les sensibilisations sur les vaccinations abordées dans ce travail ;
- Chaque structure hospitalière aura un espace web pour l'administration et la gestion des utilisateurs associés à elle ;

² Michel Develay, *sur la méthode expérimentale*, INRP, 1989, p.6

- Un espace sur tablette pour les agents de santé publique faisant de porte à porte en vue de vérifier les cibles déjà vaccinées pour lutter contre des doubles vaccinations et la perte de cible.
- Développer un langage de modélisation spécifique au domaine de suivi de vaccination des femmes et des moins de 5 ans.

4. Choix et intérêt du sujet

Le choix d'un sujet de mémoire en informatique n'est pas aussi un processus aisé : entre la passion, les technologies à utiliser, les multiples problèmes nécessitant des solutions informatiques, la pertinence et la complexité que doit dégager le sujet, la facilité d'accès aux données à traiter, le délai imparti pour finir, ... on a un sacré embarras du choix et tous les facteurs ne peuvent pas être satisfaits ; raison pour laquelle on parle de difficultés rencontrées.

Le nôtre s'est directement orienté vers la santé, celle-ci étant la source de sérieux problèmes économiques, financiers et sociaux. Tout Etat injecte beaucoup de fonds dans le financement du système de santé en vue d'améliorer le social et le bien-être commun. La disponibilité de ressources devrait favoriser le renforcement du système de santé et contribuer à la croissance économique, lutter contre la pauvreté, etc.

a) Intérêt personnel

Le développement d'applications mobiles étant la technologie de pointe aujourd'hui, j'ai opté pour ce sujet, pour me mettre à jour et aider le pays dans ce sens. Spécifiquement, le domaine d'application mobiles de santé est encore un domaine non exploré et exploité dans toute sa profondeur ; dans ce sens, nous avons visé une certaine originalité, au moins au niveau du pays. De surcroît, nous-mêmes étant de loin ou de près victimes de tous les problèmes issus d'un manque de ressources dans notre système de santé, nous sommes déterminés à apporter notre aide technique et intellectuel dans le domaine abordé. Nous avons aussi un intérêt à nous initier dans le domaine de conception des systèmes d'information en développant des langages spécifiques aux domaines.

b) Intérêt scientifique

Dans le cadre de travaux scientifiques, notre contexte n'est pas encore encombré. Nous sommes parvenus ainsi à aller loin comparativement à nos prédécesseurs qui ont parlé des domaines similaires et ainsi offrir une base de connaissance dans le développement d'applications mobiles de santé.

Les chercheurs venant après nous, trouveront dans ce travail une fondation pour percer encore plus le domaine abordé et appliquer les technologies mobiles dans l'amélioration du système de santé de notre beau pays. Ils pourront également s'initier à la modélisation dédiée.

5. Présentation du sujet

Le mémoire ici présent repose sur le sujet intitulé « **Implémentation d'une plateforme web et mobile pour le suivi de la vaccination des femmes au vaccin antitétanique et des enfants de moins de 5 ans : Etude menée dans la ville de Bukavu** ». Ce sujet présente des notions informatives sur le e-Health (e-Santé) et le mHealth (mSanté), les différentes phases du processus de vaccination pour les femmes au vaccin antitétanique et pour les enfants de moins de 5 ans aux différents vaccins. Il analyse aussi l'implémentation de ce système à l'aide du langage dédié nommé LMSV³ en suivant la démarche de THEDRE. Une sorte de guide d'utilisateur du système élaboré est présenté vers la fin de ce travail.

6. Délimitation du sujet

La pratique exige qu'une recherche soit bien délimitée temporellement et spatialement. Cela se justifie de plusieurs raisons notamment celle de ne pas mener une recherche ayant déjà une solution et ainsi éviter la perte de temps et de moyens. Les aspects analytique et scientifique ne peuvent cependant pas être limités.

Du point de vue temporelle, cette recherche est réalisée au cours de l'année académique 2020 – 2021, année pendant laquelle nous finissons notre cycle de licence. La réalisation du travail s'étale sur la période allant du mois de mars au mois d'octobre 2021.

Du point de vue spatiale, tenant compte de la pertinence du sujet, le travail porte sur la ville de Bukavu toute entière. Les résultats par contre peuvent être généralisés au niveau de la province toute entière, le cas échéant, au niveau national ; mais pour cela, il faudra jouer avec tout ce qui rentre dans la notion de technique de l'échantillonnage, de traitement de données d'enquêtes et de la généralisation des résultats observés dans l'échantillon.

³ Langage de Modélisation de Suivi de la Vaccination.

Ce sujet est restreint particulièrement aux femmes (par analogie aux familles) qui s'intéressent beaucoup aux NTIC et à l'utilisation des smartphones : la tendance technologique actuelle.

Technologiquement, nous nous sommes limités sur les technologies mobiles et web pour les deux plateformes à développer en utilisant une base de données SQL sur le SGBD MySQL. Ces technologies seront suffisantes, à ce stade, pour répondre aux besoins et résoudre les problèmes de suivi de vaccinations dont il est question dans ce travail.

7. Méthodes et techniques

Notre recherche, étant scientifique, devant passer par une description de différentes étapes pour aboutir à des résultats fidèles et pertinents, tels sont les objectifs du travail, a recouru à plusieurs méthodes et techniques. De Prime abord, nous avons recouru à la méthode **historique** pour comprendre l'évolution du secteur étudié, c'est-à-dire celui du suivi de la vaccination des femmes et des enfants. Ensuite, la méthode **analytique** nous a permis d'acquérir des connaissances sur les technologies possibles à utiliser, puis nous a facilité le choix de ceux qui permettront une réalisation aussi rapide et optimale des objectifs.

A côté de ces méthodes, les techniques d'**observation**, d'**interview** et d'**entretien** nous ont permis d'appréhender les faits sur le terrain et ont été utilisées pour la récolte de données. Puisque dans les données récoltées et analysées nous avons des documents, la technique **documentaire** nous a été utile. Cette technique nous a aussi permis à consulter différents travaux en rapport direct ou indirect avec ce travail dans des bibliothèques physiques et virtuelles. Pour atteindre des connaissances plus poussées et plus particulières que regorge la toile, nous avons utilisé la technique de **navigation sur internet**.

Le langage LMSV nous a aidé à analyser et à comprendre le système de suivi de la vaccination dont nous parlons en suivant la méthode THEDRE (Traceable Human Experiment Design Research) dans la conception et la réalisation de notre plateforme. Cette méthode traduite en français comme méthode de conduite de la recherche en informatique centrée humain, traçable rentre dans le cadre des Recherches en Informatique centrées humain (RICH) qui, ce qui n'est pas le cas pour les méthodes Agiles, définit en plus des modèles, une syntaxe concrète permettant une compréhension facile du logiciel en cours de développement et intègre des connaissances expérimentales pour

réagir à chaque stade avec les utilisateurs et les intégrant dans chaque phase d'élaboration des éléments des modèles.

Le langage UML nous a permis de représenter certains concepts mais il n'a pas été utilisé pour modéliser le système. La MERISE, elle, nous a permis d'élaborer le diagramme de flux d'information dans le seul but de bien comprendre la circulation d'informations et analyser l'existant.

8. Difficultés rencontrées

Les démarches consentis pour réaliser ce travail n'ont pas été faciles. Déjà en jetant un coup d'œil sur la problématique de cette thématique, le défi à relever sent plutôt dur. Parmi différentes bravades trouvées à différents stades de notre recherche, nous pouvons citer non exhaustivement les difficultés suivantes :

- Le développement avec des technologies nouvelles pour nous et les environnements de travail très différents ;
- Le champ d'étude de notre travail nécessitait une descente sur terrain dans différentes organisations sanitaires, rencontrer des personnes en particulier ; de ce fait, la récolte de données a été vraiment pénible ;
- L'insuffisance des travaux qui cadrent directement avec notre thématique au sein du département ;
- Les moyens financiers pour permettre de pousser très loin les recherches dans le domaine de la santé ;

9. Subdivision du travail

Exclues les parties introduction et conclusion générale, ce travail aborde tour à tour quatre (4) chapitres à savoir : la revue de la littérature, l'étude de l'existant, l'approche méthodologique et enfin la solution logicielle.

CHAPITRE PREMIER

REVUE DE LA LITTERATURE

Le présent chapitre est axé sur deux grandes sections, la première abordant la revue théorique et la seconde la revue empirique.

I. REVUE THEORIQUE DE LA LITTERATURE

L'importance de cette première section est de permettre une compréhension facile et adéquate de la thématique, en définissant certains concepts en rapport avec tous les domaines concernés par cette dernière. Cette revue met en évidence des notions de vaccination et de la e-Santé dans le but de permettre à chacun de nos lecteurs, de toute catégorie que ce soit, de dénicher avec sagacité le cadre dans lequel ce travail est réalisé.

Du côté du rédacteur, cette section a permis de se fixer un contexte plus concis et ainsi, puisque nombreuses sont les rédactions dans le genre, écarter des contenus prolixes, dubitatifs et douteux en ne présentant que des données à la fois d'importance scientifique et présentant une assurance en tenue de source.

I.1. Définition des concepts

a) Plateforme (Web)

En informatique, nous comprenons par plateforme, un service qui, au biais d'un ensemble de programmes, permet la transmission et le partage d'information ou de contenu et intégrant des fonctionnalités diverses et parfois des applications à part. Il peut encore être considéré comme un matériel ou un logiciel qui héberge une application ou un service. Dans ce dernier sens, une plateforme est composée de matériel, d'un système d'exploitation et de programmes de coordination qui utilisent le jeu d'instructions d'un processeur ou d'un microprocesseur particulier. Dans ce cas, la plateforme constitue la base sur laquelle repose la bonne exécution d'un code objet⁴.

Pour le cas de ce travail, nous retenons la première définition.

b) Suivi

Selon le dictionnaire LAROUSSE, le mot suivi désigne un ensemble d'opérations consistant à suivre et à contrôler un processus pour parvenir, dans les meilleures conditions, au résultat recherché.

⁴ <https://www.google.cd/amp/s/whatis.techtarget.com/fr/definition/plateforme%3famp=1> : consulté le 1^{er} juin 2021 à 12h23'

Ce concept suppose donc un mécanisme par lequel on vise de se rassurer d'un bon déroulement d'un processus, en respectant différentes phases de celui-ci mais surtout en se conformant aux échéances entre les tâches successives. Il est une observation périodique ou continue exercée à chaque niveau de la réalisation d'un processus dans le but d'établir le fait que les éléments fournis en entrée, le calendrier de travaux, l'obtention de résultats espérés et les autres actions nécessaires se poursuivent conformément aux prévisions.

I.2. Notions essentielles de Vaccination

La vaccination est une action d'inoculer une préparation microbienne atténuée, le vaccin⁵, pour induire un état d'immunité à l'égard d'un microbe particulier⁶. Elle est un procédé de médecine préventive, consistant à protéger les gens contre les organismes infectieux en leur inoculant une variante moins offensive de cet organisme qui ne provoque pas la maladie mais permet la production d'anticorps servant à empêcher cette maladie. La vaccination constitue le premier contact avec l'antigène. Le second contact (ou simplement le contact suivant) déclenché par l'agent infectant chez un individu vacciné assure une réponse immunitaire secondaire, c'est-à-dire plus rapide et plus forte et capable de le protéger contre l'infection.

En injectant un vaccin, qui est un agent infectieux (ou une partie de l'agent) rendu inoffensif, l'organisme apprend à le reconnaître et se préparer à s'en défendre. Le microbe inoffensif ne peut pas proliférer mais en revanche le système immunitaire garde en mémoire son portrait-robot. Parfois, il faut l'aider à ne pas l'oublier ; c'est la raison pour laquelle il existe de doses ultérieures dits des « rappels⁷ ».

La vaccination est un moyen simple, sûr et efficace de se protéger des maladies dangereuses avant d'être en contact avec ces affections. Elle utilise les défenses naturelles de l'organisme pour créer une résistance à des infections spécifiques et renforcer le système immunitaire⁸.

⁵ Selon le glossaire de l'Inserm dans le manuel VACCINATIONS, un vaccin est un médicament immunologique qui consiste en des solutions contenant des microbes atténués ou tués (virus ou bactéries ou parasites), ou de fragments de microbes.

⁶ VACCINATIONS, Séminaires Ketty Schwartz, Inserm 2014, pg 106

⁷ Rappel est l'administration d'une nouvelle dose vaccinale dans le but de maintenir, d'augmenter ou d'accélérer la réponse immunitaire obtenue après une vaccination antérieure : VACCINATIONS, Séminaires Ketty Schwartz, Inserm 2014, pg 105.

⁸ <https://www.who.int/fr/news-room/q-a-detail/vaccines-and-immunization-what-is-vaccination> : Consulté le 4 juin 2021 à 00h54'

La vaccination est également comprise comme un ensemble de phases, un processus, pour l'administration d'antigènes aux différentes cibles dans le but de protéger les populations contre une maladie. C'est dans ce sens qu'on parlera, par exemple, d'une campagne de vaccination, des sensibilisations, d'une période, d'un calendrier de vaccination, etc.

I.2.1. Le vaccin

Le vaccin est le médicament administré pour protéger contre une infection. C'est lui qui stimule le système immunitaire pour créer des anticorps. En général, la réponse du système immunitaire est subdivisée en deux⁹ :

- **La réponse primaire** : il s'agit de la réponse d'anticorps obtenue lors de la première stimulation par l'antigène. Il s'agit généralement d'une réponse de faible intensité, peu durable, apparaissant après un délai de 3-7 jours après le contact avec l'antigène.
- **La réponse anamnétique** : Suite à la diminution d'anticorps causée par le temps, lors d'un nouveau contact avec l'antigène, il se passe une réactivation et un renforcement de la réponse immunitaire en anticorps. Ce sont des effets de doses de rappel.

Le respect du calendrier est donc nécessaire, les rappels des dates pour les doses suivantes, pour éviter que le sujet devienne vulnérable.

I.2.2. La pratique vaccinale

Préalablement à l'administration du vaccin, comme tout acte médical, une information sur les bénéfices attendus tant individuels que collectifs et surtout la survenue possible d'effets secondaires et la conduite à tenir pour les atténuer doit être transmise et comprise de la personne ou de ses parents (ou tuteurs) légaux. D'où le rôle de la sensibilisation et de la communication bien appuyées et régulières.

La gamme des vaccins s'est considérablement élargi et cela pose des problèmes en particulier dans le rythme de vaccins, les associations et les intervalles entre les

⁹ Pour d'amples précisions, voir Mlle KHAOULA SASSIOUI, LA VACCINATION, Thèse pour l'obtention du doctorat, Faculté de médecine et de pharmacie, Université MOHAMED V, Rabat, 2010, pages 66 et 67

administrations, d'où la nécessité d'établir les calendriers de vaccination afin de préciser les indications de chaque âge.

a) Le calendrier vaccinal

- Principe

Le calendrier vaccinal définit la politique vaccinale d'un pays et doit être en accord avec les orientations de l'OMS. Si le premier objectif est d'instituer une immunité par des primovaccinations chez le nourrisson, le second est d'entretenir celle-ci chez l'enfant et chez l'adulte. Il existe une nette disproportion entre l'abondance des vaccins dans les premières années de la vie et l'apparente pauvreté du calendrier pour la personne adulte. La politique vaccinale repose sur un calendrier qui, en fait, est régit par un double statut : certains vaccins étant obligatoires, d'autres seulement recommandés.

La notion d'obligation et de recommandation est purement historique et n'est pas liée à l'efficacité du vaccin ou la gravité de la maladie dont il protège. La notion d'obligation est née des situations très préoccupantes provoquées par certaines maladies qui étaient des véritables fléaux. Les obligations vaccinales varient d'un pays à un autre. Dans plusieurs pays, le vaccin antitétanique est, par exemple, prononcé obligatoire.

- Evolution du calendrier vaccinal

Le calendrier vaccinal fixe les vaccinations en fonction de leur âge et résume les recommandations vaccinales générales et particulières¹⁰. Ces recommandations subissent des modifications en continu d'où la grande révolution des calendriers vaccinaux et ceci pour plusieurs raisons : De prime abord, l'apparition de nouveaux risques infectieux transmissibles à grande échelle, ensuite la découverte d'une étiologie infectieuse et enfin d'autres facteurs intervenant dans l'évolution.

b) Administration des vaccins

Chaque vaccin doit être donné à un endroit donné et par une voie bien précise. La voie d'administration concerne le mode dont les plus courants sont l'injection par voie intramusculaire et l'injection sous-cutanée. On parle de site d'injection pour désigner la région d'un membre où l'on peut vacciner.

¹⁰ Mlle KHAOULA SASSIOUI, LA VACCINATION, Thèse pour l'obtention du doctorat, Faculté de médecine et de pharmacie, Université MOHAMED V, Rabat, 2010, page 37

c) Les associations vaccinales

L'association entre des vaccins usuels est une conséquence à la fois de la nécessité de simplification des programmes de vaccination et les progrès réalisés dans l'élaboration de nouveaux vaccins. Les associations ne sont possibles que si l'on démontre que la tolérance est aussi bonne avec les vaccins associés qu'avec les vaccins isolés. Il convient de ce fait d'administrer le plus de vaccins possibles au cours d'une seule et même visite afin de diminuer le nombre de visites, compléter le calendrier de vaccination, protéger l'individu le plus vite possible et surtout limiter le nombre d'injections. Il faut en conséquence respecter alors scrupuleusement le calendrier car rater une date, revient à rater à la fois plusieurs vaccins, ce qui conduit logiquement à une vulnérabilité de la part du sujet.

Une association peut être combinée (vaccins mélangés d'avance au moment de l'emploi dans la même seringue) ou simultanée (lorsque les vaccins sont administrés de façon simultanée et en des points différents du corps).

Avec les interventions des associations, il est donc logique qu'un enfant reçoive plus d'un vaccin à la même date en fonction de son calendrier.

I.2.3. Le Programme Elargi de Vaccination en RDC

Le secteur de la vaccination en République Démocratique du Congo est géré par le PEV (Programme Elargi de Vaccination), un des programmes spécialisés du Ministère de la Santé ayant pour mission de contribuer à la survie de l'enfant en réduisant la morbidité et la mortalité attribuables aux maladies évitables par la vaccination¹¹. Tous les 5 ans, le PEV développe une perspective appelée Plan Pluri Annuel Complet (PPAC) qui comprend entre autres une estimation des besoins en vaccin, les équipements nécessaires liés à la vaccination, les objectifs à atteindre afin de soutenir le programme pendant la période désignée. Le PPAC est rédigé conjointement avec le gouvernement (Ministère de la Santé, Ministère du Budget et Ministère de Finance) et d'autres parties prenantes.

L'analyse de la situation du PEV est basée sur 5 opérations essentielles du système de vaccination suivantes : la prestation des services, l'approvisionnement et la qualité des vaccins, la logistique, la surveillance et la lutte contre la maladie et enfin la

¹¹ RDC, Ministère de la santé, PEV, plan pluri annuel complet

communication. Pour le cadre de ce travail, nous ne parlerons que de la prestation des services et survoler un peu la problématique de la communication.

a) Prestation des services

Les prestations des services de vaccination se focalisent surtout pour le PEV de routine et les Activités de Vaccination Supplémentaires (AVS).

- PEV de routine

Ce programme reprend toutes les directives nécessaires au processus de vaccination normal. Il s'intéresse à la vaccination des enfants et des femmes suivant le calendrier de chacun en fonction d'âge et de vaccin. Le programme recourt à plusieurs stratégies pour atteindre les populations cibles (les stratégies fixe, avancée et mobile)¹². Un enfant sera prononcé complètement vacciné quand il a participé en intégralité et sans interruption au PEV de routine.

- Activités de Vaccination Supplémentaires

Ces activités encore appelées campagnes de vaccination de masse, représentent un moyen efficace de vacciner les enfants que les activités du PEV de routine n'atteignent pas autrement. Les AVS sont donc un moyen éprouvé d'accroître l'équité en matière de vaccination. Elles permettent également d'augmenter l'immunité d'une population en réduisant le nombre d'individus vulnérables dans cette population¹³. Les AVS sont l'occasion de sensibiliser les populations à la vaccination systématique (PEV de routine) et d'améliorer les pratiques de vaccination. Ces activités pour notre sujet, visent surtout les enfants et femmes non ou incomplètement vaccinés.

b) Communication pour le PEV

Selon le plan pluri annuel complet, la faible demande des services de vaccination est due notamment à la faible information des parents sur l'importance de la vaccination et du respect du calendrier vaccinal, les maladies évitables par la vaccination ainsi que l'importance, le lieu et la date du rendez-vous. La problématique de la communication est donc un atout pour atteindre un nombre maximum de cibles pour la vaccination et par là

¹² Voir le plan pluri annuel pour d'amples détails.

¹³ Planification et mise en œuvre d'activités supplémentaires de vaccination de haute qualité avec des vaccins injectables : Guide pratique, Genève : Organisation mondiale de la santé, 2017.

même garantir le maintien de la santé de l'enfant et celle de son entourage. Un rapprochement permanent entre le personnel soignant et les demandeurs de services en ce qui concerne les sensibilisations, les informations sur la vaccination est donc primordial pour atteindre les objectifs poursuivis par le PEV.

I.3 Notions de la e-Health (e-Santé)

Le terme de e-santé (e-Health en Anglais) avec ses équivalents : télésanté, santé numérique, santé connectée est l'usage combiné de l'Internet et des technologies de l'information et de communication à des fins cliniques, éducationnelles et administratives, à la fois localement et à distance.

I.3.1. Terminologie de la e-santé

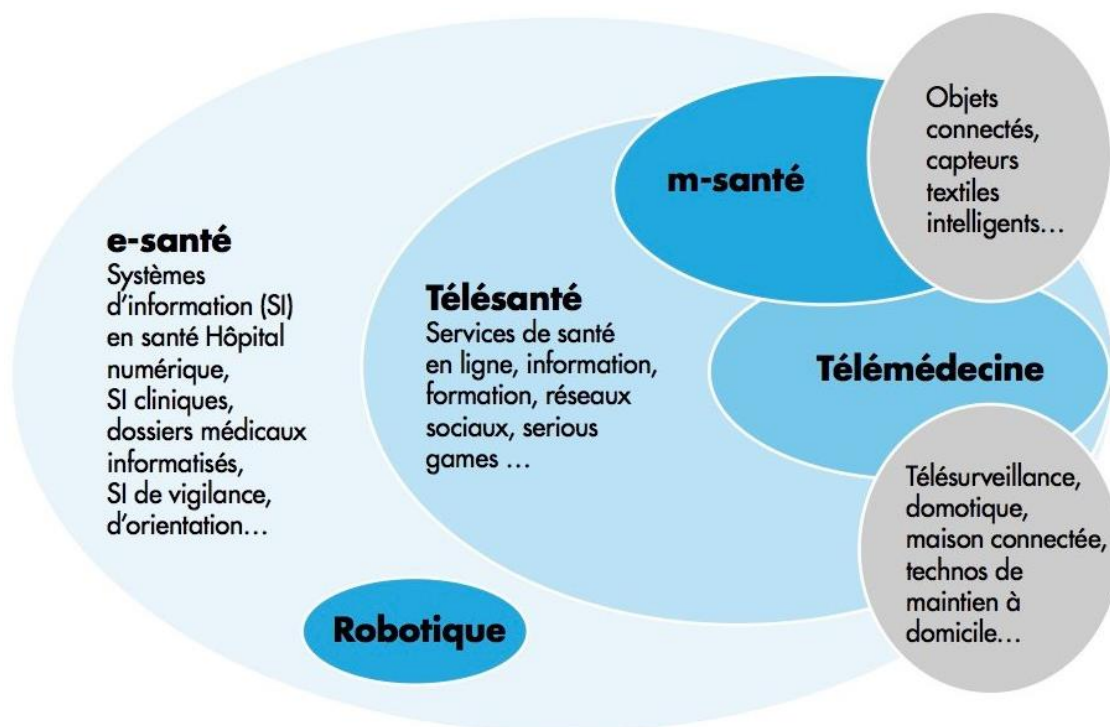


Figure 1 : Composantes de la e-santé (<https://korben.info/e-sante.html> : 5 juin 2021)

L'OMS définit le terme « **e-santé** » comme étant un ensemble des usages des TIC dans la santé. Ce terme traduit donc les services du numérique au service du bien-être de la personne.

- a) **Champs d'action** : Vu le manque de plus de précisions dans la définition du terme e-santé, il convient de spécifier les bornes de ce domaine en détaillant les sous-domaines et les concepts s'y rapportant.

- **Le domaine majeur : les Systèmes d'Information en Santé (SIS) ou Hospitaliers (SIH) ;** ayant pour objectif d'amener l'information à bonne destination, au bon endroit, à un moment approprié et suivant les conditions jugées bonnes attendues par le personnel soignant et le patient. Ils sont le socle sur lequel repose la e-santé et organisent, au niveau informatique, les échanges d'informations (le dossier médical partagé étant le plus concerné) entre la médecine de ville et l'hôpital, d'une part, et/ou entre les services d'un même hôpital.
- **La télésanté : le deuxième domaine** regroupant notamment la télémedecine et la m-santé (mobile-santé). Pour la m-santé, il s'agit de la santé via les smartphones, le domaine le plus connu du grand public.

b) Les principales familles de services numériques en e-santé

La notion de service (numérique en santé) désigne un ensemble de fonctionnalités permettant de produire, véhiculer ou transformer des données. Les services ont pour objet la mise à disposition d'une information à laquelle un utilisateur accordera de la valeur dans le cadre de l'exercice de son métier ou de sa prise en charge. Deux types de services numériques en santé peuvent être distingués :

- **Les services unitaires** : par exemple le DMP, une messagerie sécurisée, ...
- **Les services composites** : associent plusieurs services unitaires pour pouvoir rendre aux utilisateurs un service métier à valeur ajoutée. C'est le cas par exemple des services de télémedecine ou de m-santé.

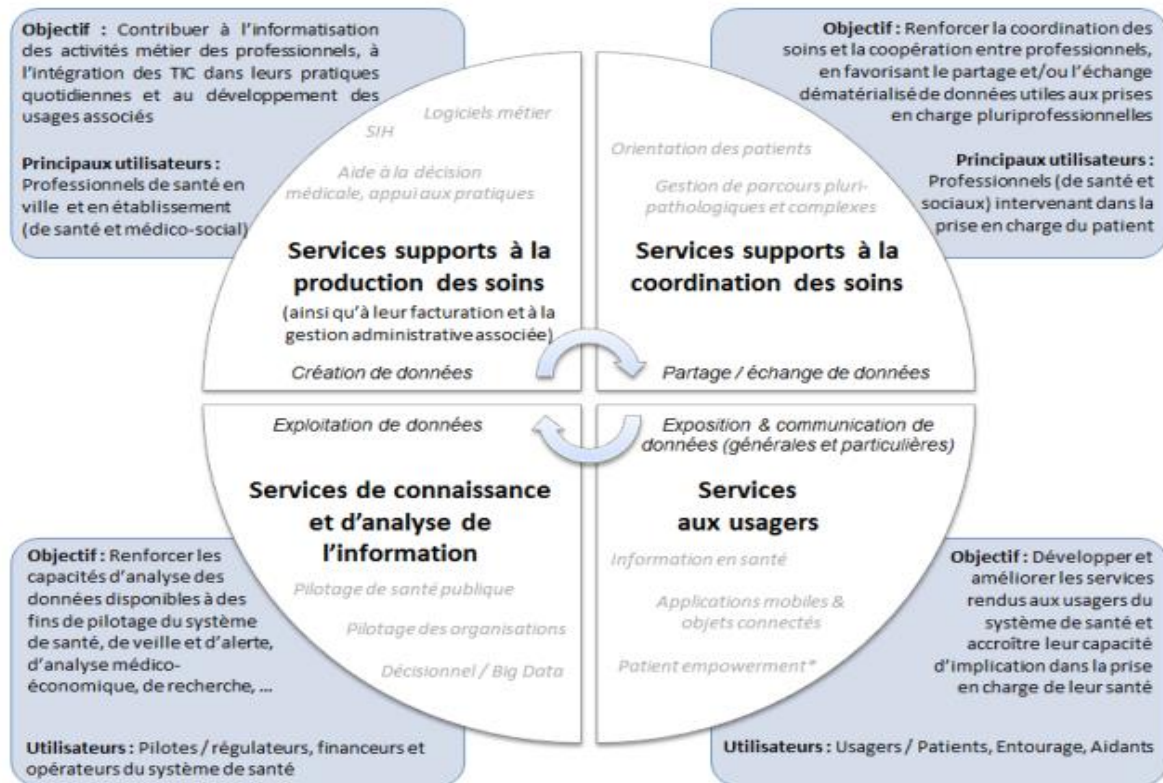


Figure 2 : Familles de services numériques en e-santé (Source : ASIP Santé, cadre commun des projets de e-santé, Mai 2016, page 6)

I.3.2. La Télémédecine

Elle est une activité professionnelle médicale qui se traduit par cinq (5) types d'actes résumés dans la figure suivante :



Figure 3: Composantes de la télémédecine (Source : notre compilation)

La première définition de la télémédecine remonte de 1997 par l'OMS. Elle suppose « la pratique de la médecine au moyen de techniques interactives de communication des données (audiovisuelles notamment) ; cela comprend la fourniture de soins médicaux, la consultation, le diagnostic et le traitement, ainsi que la formation et le transfert de données médicales ».

I.3.3. La m-santé (Santé-mobile)

En anglais « m-Health », le terme santé mobile correspond à la partie de la e-santé supportée par les appareils mobiles dont les téléphones mobiles, tablettes, PDA, etc. fournissant des services de santé. Ce domaine peut concerner tous les aspects de la médecine et plus largement de la santé. Les indicateurs clés du digital confirment que les smartphones et les tablettes sont des points d'accès à l'internet privilégiés et exclusifs. La santé mobile peut donc gérer les différents aspects de la télémédecine car se décompose en des services comme des centres d'appel aux systèmes d'aide à la décision, l'accès à l'information, l'aide à l'observance, le rappel de rendez-vous ou encore le monitoring des patients.

Avec l'évolution de la m-Santé, *l'empowerment*¹⁴ a pris le dessus sur la relation traditionnelle médecin-patient avec les fondamentaux à savoir :

- La compréhension par le patient de son rôle ;
- L'acquisition d'un savoir suffisant lui permettant de dialoguer avec le professionnel de santé ;
- Les compétences du patient ;
- La présence d'un environnement favorisant.

Les applications mobiles de « santé »

Une application mobile est un logiciel spécialement conçu et utilisable pour un appareil électronique mobile comme un smartphone ou une tablette. Elles sont logées dans des magasins en ligne d'applications dont les principaux sont l'App Store d'Apple, le Google Play de Google ou encore le Windows Phone Store de Microsoft.

¹⁴ Pour l'OMS, c'est un procédé à travers lequel les personnes prennent le contrôle des décisions et actions affectant leur santé.

Une application mobile de santé est tout simplement une application mobile à destination du grand public ou des professionnels de santé sur des thèmes variés tels que l'alimentation, la perte de poids, l'activité physique, des calendriers des règles ou des grossesses, de suivi de pathologie chronique, de dialogue avec un professionnel de santé, de promotion de vaccination, de sensibilisation, ... ou combinant deux ou plusieurs de ces thèmes.

Ces applications, si elles sont de qualité, peuvent jouer le rôle des fondamentaux de l'empowerment ; elles peuvent accompagner les demandeurs des services médicaux et sanitaires en les informant mieux, dans le suivi, en les motivant, en effectuant des statistiques afin d'optimiser les moyens d'atteindre leurs objectifs et en les conseillant afin d'améliorer leur bien-être ou leur santé.

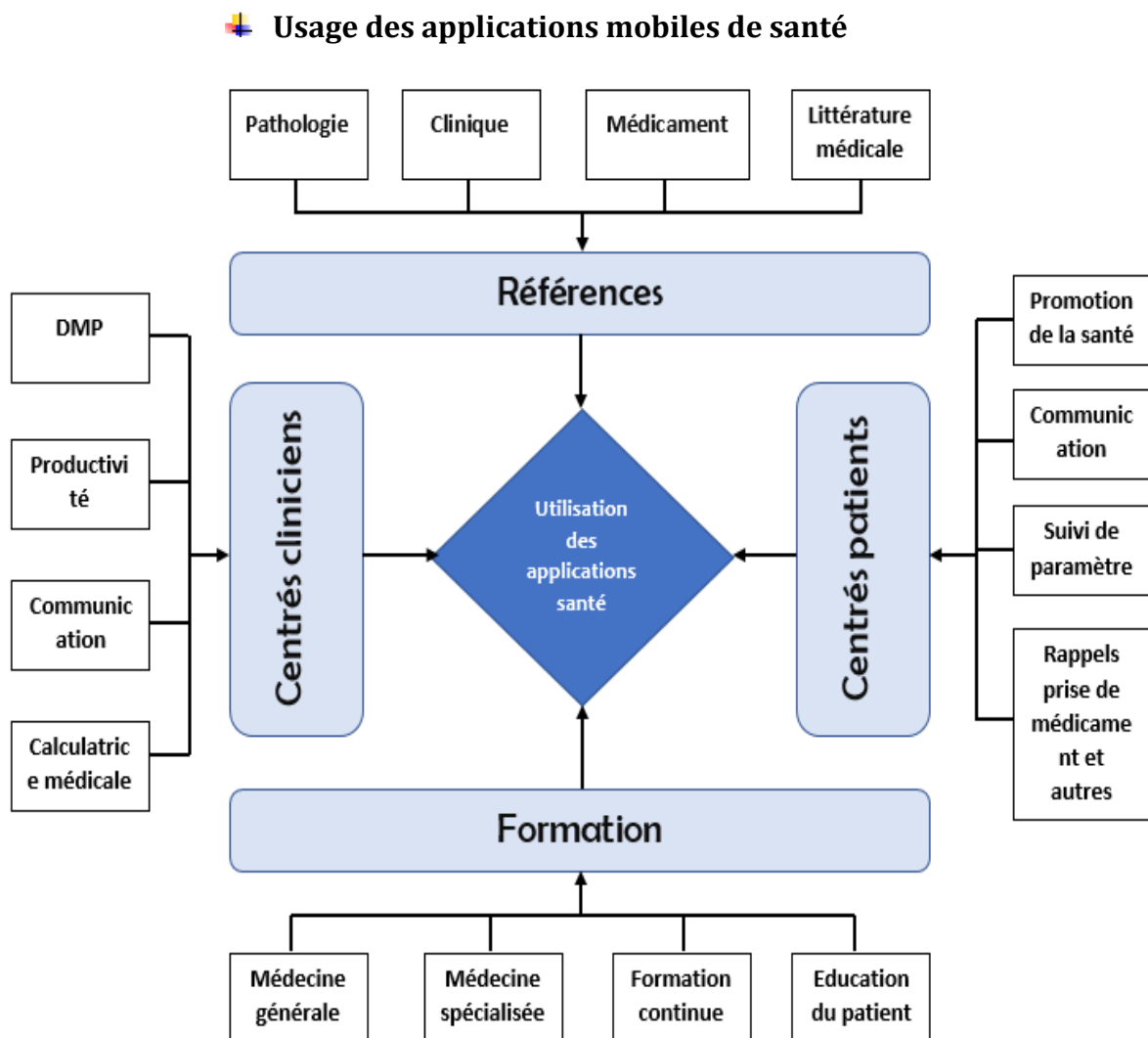


Figure 4: Utilisation des applications mobiles de santé (Adapté : ORS - FOCUS SANTÉ EN ÎLE-DE-FRANCE- E-santé – Décryptage des pratiques et des enjeux- page 13)

I.3.4. Pratiques de la e-santé : E-santé dans le parcours de santé

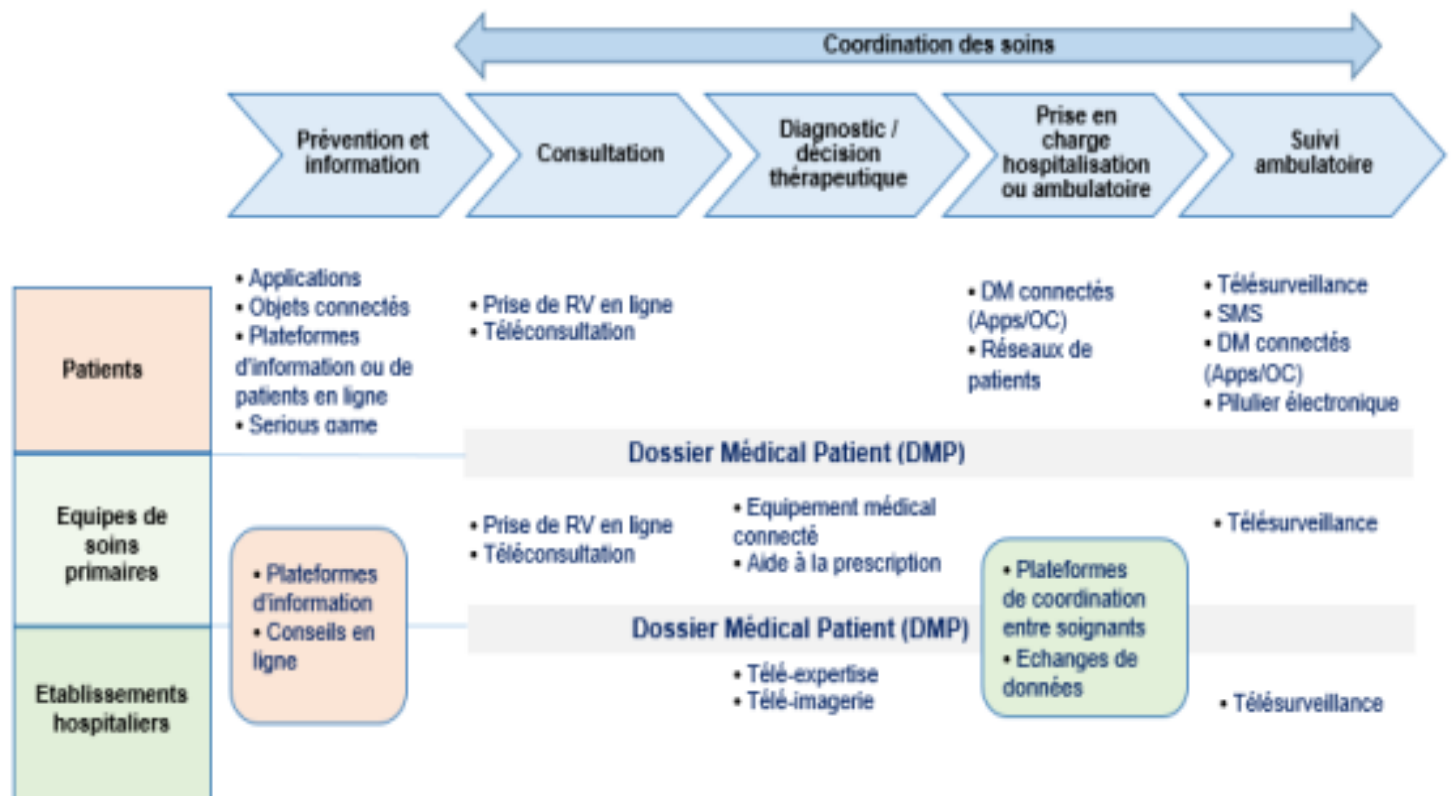


Figure 5: Pratiques de la e-santé (ORS - FOCUS SANTÉ EN ÎLE-DE-FRANCE– E-santé – Décryptage des pratiques et des enjeux- page 10 : Adapté de les Echos 2019)

II. REVUE EMPIRIQUE DE LA LITTERATURE

Cette section présente certaines réalisations scientifiques menées antérieurement et ayant un rapport, au préalable informatique, direct ou indirect avec la thématique abordée dans ce mémoire. A la fin de la section, Une discussion sera présentée et qui clarifiera l'aspect original et la distinction scientifique que requiert ce travail.

- i. **« Un système de prise rendez-vous en ligne pour une clinique » (2017) - MANSOURI Bilal.** Avec sa problématique concentrée uniquement à la disponibilité du personnel soignant ou des multiples occupations des patients, dans son travail, l'auteur se fixe des objectifs notamment de prise de rendez-vous en ligne pour diminuer la charge quotidienne des patients en réduisant le temps d'attente pour ladite prise de rendez-vous ; faciliter aussi aux médecins de choisir une plage horaire selon leur meilleure convenance, ainsi que modifier ou annuler un rendez-vous. Comme il le signale dans sa conclusion générale, l'auteur a abouti à implémenter le site web en soulignant que celui-ci fonctionne correctement et répond aux besoins ; cependant, il fait ressortir des perspectives telle que la dynamisation pour gérer plusieurs cliniques.
- ii. **« Développement d'une plateforme de gestion de rendez-vous et des dossiers médicaux dans les établissements de santé » (2017) – Ahouéfa Pascale Ninon KPOSSOU.** La problématique de son travail est représentée par les aspects : Difficulté de la gestion des rendez-vous pour les patients, difficulté de la gestion de l'agenda pour le médecin et une mauvaise gestion de l'archivage des dossiers médicaux des patients. Les objectifs de l'auteur se déclinent en deux volets : d'une part, elle vise à développer une application mobile interactive avec Java à disposition des patients pour, non exhaustivement, permettre chacun d'eux de se prendre et/ou modifier un rendez-vous chez-un médecin spécifique, dans un établissement de santé et de signaler au patient qu'il est proche d'un rendez-vous ou d'un contrôle ; et d'autre part, disponibiliser une partie web pour la gestion des données des établissements de santé permettant entre autre de gérer les rendez-vous et les files d'attente. Les deux parties de sa plateforme utilisent une même base de données MongoDB. A la fin de sa rédaction, l'auteur exprime des doutes quant à la réalisation d'une solution optimale (« ... il est difficile de prétendre avoir

eu une solution idéale ».), bien qu'elle demeure sereine et confiante en ce qui concerne l'apport et la résolution de sa problématique.

- iii. **« Croyances, usages discursifs et éthiques en communication sur la vaccination contre les papillomavirus humains : Hésitation, défiance, prudence, utilité... décidément une lutte en contrepoints » (2018)** – Cyril Drouot. L'auteur traite le problème de communication sur tous les facteurs dans la pratique vaccinale contre les papillomavirus humains. Il soulève notamment le problème d'une communication verbale employée par des médecins ou des professionnels de vaccination qui dégagent souvent un cumul des rhétoriques de la scientificité, les acteurs médiatiques qui ne considèrent peut-être pas suffisamment les affects, les émotions et les impressions souvent négatifs de leurs récepteurs qui deviennent plus hésitants vis-à-vis de la vaccination car ne sont véritablement pas attentifs aux discours de type expert. Il essaye d'établir une corrélation entre la qualité de la communication et les habitudes imaginaires sur la vaccination de la part des récepteurs en associant également les croyances des uns et des autres.

L'auteur aboutit à des conclusions expérimentales suggérant qu'une communication bien dosée et plus fréquente est susceptible de diminuer sensiblement le niveau d'hésitation et de méfiance des demandeurs de soins. Selon ses études, un appui à cette communication par des technologies, notamment l'internet, est un atout et une opportunité à saisir par le système de santé afin d'aboutir à des objectifs escomptés.

- iv. **« L'information et la communication autour des maladies respiratoires : De la recherche d'information du malade à la construction sociale d'un champ » (2012)** – David HOFF. Le premier problème abordé est celui d'un retard en termes d'informations de la part des patients : ils ne sont informés sur la maladie qu'après avoir été atteints par celle-ci mais pas avant pour permettre une prévention. La thèse soutient la véracité selon laquelle les individus font recours à l'internet pour comprendre ce qui leur arrivait et donner du sens à leur vécu. Le besoin d'information était lié à un sentiment de manque d'information et à l'envie d'en savoir plus par soi-même ; les personnes dotées d'un capital culturel élevé sont plus autonomes dans les choix de leurs sources tandis que les moins diplômés peuvent recourir à

d'autres sources pouvant traduire et expliquer l'information. L'auteur conclut qu'une telle recherche d'information ne remplace pas la relation classique entre le médecin et son patient mais s'insère plutôt entre celle-ci.

Discussion

Les quelques travaux susmentionnés ont chacun une problématique plus ou moins rencontrant la nôtre. Les deux premiers auteurs parlent directement de la prise de rendez-vous en ligne via des applications web et mobile. Le deuxième auteur intègre les réalisations du premier en allant cependant plus loin avec l'intégration de la perspective de Bilal et en développant la partie mobile. Contrairement à leurs contextes, la première originalité de notre travail se situe à l'aspect où les rendez-vous vaccinaux sont obligatoires, ne tenant pas compte de la disponibilité ni du professionnel de santé, ni du demandeur de soins (sauf certains cas liés au vaccin antitétanique pour les femmes). Le présent travail ne pourra pas donc se limiter à insérer dans une table un rendez-vous mais implémenter une prévision par algorithme effectuant des calculs entre les dates pour définir des rendez-vous suivants. La partie web de notre plateforme, servira principalement à enregistrer les enfants et femmes vaccinés en fonction des vaccins, ce qui n'est pas le cas pour Pascale où le côté web sert à archiver les dossiers médicaux et gérer les rendez-vous.

Les deux derniers auteurs cités (Cyril et David), effectuent des recherches plutôt expérimentales sur les enjeux de la communication dans la pratique de la santé. Ce mémoire insiste sur la communication appuyée par les technologies ; nous mettons donc du concret en faisant comme si nous appliquions des résultats expérimentaux de ces auteurs. Nous allons donc utiliser la partie mobile de notre plateforme pour informer, former, sensibiliser et conscientiser la population sur l'importance de la vaccination.

Pour les vaccinations de masse, il faut noter que notre plateforme aura une partie tablette pour les agents de santé publique en vue de faciliter la reconnaissance des sujets déjà vaccinés et assurer pour chacun une flexibilité à produire ses statistiques.

Il convient de signaler également la procédure méthodologique que nous avons employée. Celle du développement d'un langage dédié sous une démarche aussi particulière.

Par ailleurs, signalons que le problème principal abordé dans ce travail n'est ni de prise ou de respect de rendez-vous ni de communication en santé mais plutôt celui du suivi de

la vaccination des enfants de moins de 5 ans et des femmes dans le but de contribuer à l'amélioration du système de santé et des conditions de vie (Figure N°1).

Synthèse du chapitre

Le présent chapitre a présenté les revues théorique et empirique du travail. Il s'agissait, pour la revue théorique, de dégager des considérations théoriques en présentant des concepts pouvant faciliter la compréhension du sujet et définir un cadre bien délimité du travail. La revue empirique a souligné quelques travaux déjà réalisés par le passé ayant trait à notre travail. L'objectif d'une telle démarche était de dégager, dans la discussion, la contribution originale, l'apport et la nouveauté du mémoire et lui offrir donc une considération scientifique ; en ne menant pas une recherche visant à apporter des solutions qui existent déjà ou dans l'autre cas, résoudre des problèmes qui n'existent pas.

Pour bien préparer la modélisation et la conception du système, nous parlerons rapidement dans le chapitre suivant de l'étude de l'existant dans le but de comprendre le système actuel existant.

CHAPITRE DEUXIEME ETUDE DE L'EXISTANT

Dans ce chapitre, nous détaillons le système actuel en ce qui concerne les mécanismes de suivi dans la vaccination des femmes et des enfants. L'analyse de l'existant va permettre de comprendre les processus afin de dégager, par une critique de l'existant, un diagnostic objectif en décelant les insuffisances du système existant dans le but de proposer un nouveau système plus fiable que l'ancien. Signalons par ailleurs que, dans presque la totalité de la documentation sur la vaccination en RDC, l'on ne considère que le contrôle de la chaîne d'approvisionnement en vaccin quand on parle du suivi. Nous rappelons donc à cet effet, que le cadre du suivi abordé dans ce travail est celui lié aux problèmes tels qu'expliqués dans la problématique (Figure N°1).

I. QUELQUES NORMES DE LA ZONE DE SANTE

Selon le recueil des normes de la zone de santé de 2006 tel que rédigé par le ministère de la santé, une zone de santé (ZS) est une entité géographique bien délimitée contenue dans les limites d'un territoire/commune administrative, comprenant une population d'au moins 100.000 habitants avec des services de santé à deux échelons interdépendants (centres de santé au premier échelon et un Hôpital Général de Référence (HGR) au second) sous la supervision d'une équipe cadre.

La ZS est subdivisée en « Aires de Santé » qui est une entité géographique composée d'un ensemble de villages en milieu rural et/ou des rues en milieu urbain selon les critères d'affinités sociodémographiques dont la taille de la population desservie est de 10.000 habitants. Chaque Aire de santé est couverte par un Centre de Santé (SC).

→ Eléments du système de santé et organes de gestion de la ZS

Le système de santé au niveau de la zone de santé comprend : (i) les individus, familles et communautés, (ii) les structures de santé de premier contact : le centre de santé et (iii) un niveau de référence, l'hôpital général. Des structures de santé facultatives peuvent être implantées pour permettre de répondre aux exigences d'accessibilité géographique ; c'est le cas du Centre de Santé de Référence (CSR), du Poste de Santé (PS), du Centre Hospitalier, ...

Prise dans son ensemble, la zone de santé compte un certain nombre de structures de gestion et de participation communautaire. On note celles dites de gestion intégrée de

toute la zone de santé et celles directement liées à chacune de deux structures de prestation de soins, CS et HGR. L'on ne présentera que la structure du CS vu ses activités.

a. Organes de gestion intégrés de toute la zone

Le conseil d'administration de la ZS ayant comme attributions de contrôler le programme de la ZS, administrer l'ensemble de ressources, ... Il est constitué de plusieurs membres notamment le Médecin Inspecteur Provincial (le président du conseil), l'Equipe Cadre de la Zone de santé [ECZ] (avec dedans un représentant du PEV), un représentant de la population, etc.

Le comité de gestion de la ZS ayant les membres comme le Médecin Chef de Zone, l'équipe cadre de la zone de santé encore, un représentant des infirmiers titulaires des Centres de Santé, ... et dont l'attribution principale est la préparation des dossiers et documents à soumettre au conseil d'administration.

L'ECZ a pour mission d'assurer le pilotage du développement des services de santé et promouvoir la qualité des soins au niveau de la ZS. Ses fonctions de responsabilité sont entre autres : la prestation de soins, la planification du développement des services et des activités, la supervision et l'audit médical, la revue des dossiers hospitaliers et la coordination, ... Les membres de cette équipe ont la responsabilité sur l'ensemble de structures sanitaires de la zone de santé et les rapports, de toute forme qu'elles soient, des CS sont directement déposés auprès de cette équipe après une période donnée. Tels sont les rapports sur la vaccination au sein du CS.

b. Normes du centre de santé

- Normes d'organisation

Le centre de santé est un établissement des soins de 1^{er} échelon – structure obligatoire – au niveau d'une Zone de Santé. Il est la structure responsable des activités de prestation des soins d'une aire de santé donnée.

Il a pour fonctions :

- ✓ Servir de lieu de déconcentration des services des soins de l'hôpital pour rapprocher les soins auprès des communautés ;
- ✓ Servir de structure de 1^{er} contact de la population avec le système de santé ;
- ✓ Assurer la prise en charge de la population de l'aire de santé en lui offrant un Paquet Minimum d'Activités (PMA) des soins selon les normes nationales.

Un centre de santé comprend les services tels que la réception, la consultation, les soins, la maternité, l'observation, le laboratoire, la logistique et maintenance. Le CS est « dirigé »

par un infirmier titulaire qui assure la coordination. Cependant, les activités doivent se réaliser par un travail en équipe. L'équipe du CS se réunit une fois, au moins, par semaine. Etant une structure de santé de proximité, la participation communautaire est une composante et une relation de taille au sein du CS et est constituée par trois organes :

- Le comité de santé : dont les attributions sont (i) la participation à l'identification des besoins sanitaires de la population, (ii) cogérer les ressources du CS, (iii) **participer à la planification, au suivi et évaluation des activités du CS** et (iv) organiser des travaux d'intérêt communautaire.
- Le Cellule d'Animation Communautaire (CAC) : ses attributions sont : collecter et transmettre des données démographiques, **identifier les cas d'abandon aux activités préventives (CPN, CPS, PEV, ...)** signalés par l'équipe du CS, rapporter au CS tout phénomène anormal ou cas de maladie observé dans le village/rue, mobiliser les communautés pour les interventions communautaires programmées, tenir des réunions de concertation avec les communautés.
- Le comité de développement de l'aire de santé ayant comme attribution première, la participation à l'élaboration du micro plan de l'aire de santé.

Les relations entre le CS et l'HGR sont d'ordre opérationnel : il s'agit de la référence et de la contre-référence¹⁵ tandis que les relations entre le CS et l'ECZ sont administratives et fonctionnelles : les directives et les instructions sont transmises par l'ECZ vers les CS et ces derniers remontent l'information sanitaire du centre vers l'ECZ.

- Normes des activités

Le PMA du centre de santé se compose des activités communes à tous les CS du pays. Il s'agit d'un ensemble d'activités qui, une fois implantées dans un CS, permettent d'absorber de nouvelles interventions sans violer les contraintes liées à l'organisation du travail, au financement et à la charge de travail du personnel du centre.

Son contenu se décompose en des activités suivantes :

- Activités préventives : surveillance de la croissance des moins de 5 ans, CPN, CPS, PEV, supplémentation en vitamine A ;
- Activités curatives ;
- Activités promotionnelles ;

¹⁵ La référence est un mécanisme qui consiste à orienter les malades à risque du CS vers l'HGR pour une prise en charge appropriée. La contre-référence est une opération contraire après réception des soins appropriés. (RDC, ministère de la santé : secrétariat général, Recueil des normes de la zone de santé, 2006)

- Activités d'appui : comprenant les visites sur terrain
- Activités communautaires : Comprenant la communication et la sensibilisation.

II. ANALYSE ET CRITIQUE DE L'EXISTANT

II.1. Organisation de l'activité vaccinale au sein d'un CS

Dans chaque CS, les services de vaccination sont classés sans les activités préventives du PMA. Ces services sont réalisés seulement quelques jours dans la semaine dans la majorité des CS et sont organisés dans le cadre des consultations prénatales et préscolaires.

A l'arrivée du demandeur du service de vaccination (Enfant amené ou Mère [femme]), celui-ci est reçu et est placé à la file d'attente pour attendre son tour. Une fois son tour arrivé, quand c'est un enfant qui est concerné, il est conduit à la pèse puis est dirigé vers l'agent responsable des services CPN et CPS. Là, la mère ou toute autre personne l'ayant amené, présente et livre le calendrier de l'enfant auprès de l'agent, celui-ci complète successivement : (i) le calendrier en mentionnant notamment la date du jour (date à laquelle l'enfant reçoit tel ou tel vaccin) et la date de sa prochaine rendez-vous (en ayant calculé les échéances suivant l'âge de l'enfant) et (ii) le registre des vaccinations qui enregistre toutes les vaccinations. Les mères et/ou femmes connaissent presque les mêmes scénarios. Après une certaine période (une journée, une semaine ou un mois), l'on complète dans la fiche de pointage le nombre des vaccinés suivant un vaccin spécifique. Bien que non concerné par la thèse du travail, une fiche de suivi de stock de vaccins est aussi complétée souvent après chaque séance. Le schéma ci-dessous (Figure N°) représente en synthèse la circulation de l'information sur l'activité vaccinale au sein d'un centre de santé :

→ **Flux de circulation d'information**

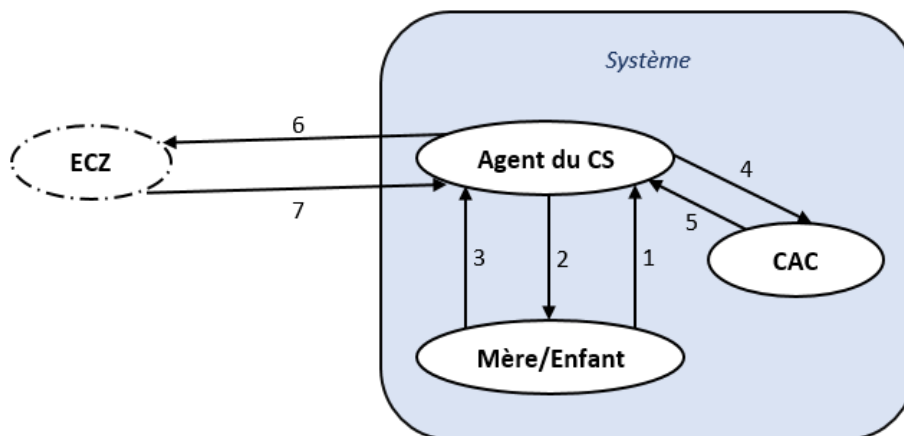


Figure 6 : Flux d'information

Légende :

- 1 : Le demandeur arrive dans le service et remet à l'agent son calendrier pour que celui complète les différentes informations dont la date du jour, étant la date auquel le concerné reçoit le(s) vaccin(s) ;
- 2 : Après avoir complété, l'agent remet le calendrier et envoie le demandeur à l'infirmier pour administration du ou des vaccin(s). L'infirmier se référera sur le calendrier pour savoir quel(s) vaccin(s) il est appelé à administrer au demandeur ;
- 3 : Le demandeur revient encore chez l'agent, lui remet encore son calendrier pour que celui-ci transcrive les dates des prochains rendez-vous. A ce stade, l'agent complète aussi le registre de vaccination en mentionnant des éléments tels le nom, les vaccins administrés, la date, ... ;
- 4 : L'agent, après une certaine période, instruit à la cellule d'animation communautaire d'effectuer une descente sur terrain afin d'identifier les cas d'abandon aux activités préventives (vaccination de routine) et effectuer des sensibilisations, donner des informations, etc. ;
- 5 : La CAC établit un rapport et le remet au service afin que celui-ci organise des AVS pour atteindre une couverture vaccinale suffisante. Une fois réalisées, l'agent peut compléter la fiche de pointage afin de préciser le nombre de vaccinés selon les vaccins ;
- 6 : Une fois le PEV de routine et les AVS terminés, l'agent peut transmettre un rapport à l'Equipe Cadre de la Zone de santé ;
- 7 : L'ECZ peut, si nécessaire, recommander au CS de renforcer les sensibilisations ou lui transmettre diverses instructions.

II.2. Documents utilisés

Plusieurs documents sont utilisés dans le processus de la situation du PEV ; les suivants sont ceux qui interviennent pour le flux étudié (Figure N°) :

a) Le calendrier vaccinal

C'est le document principal et autour duquel tournent toutes les activités vaccinales. Dans sa présentation, il est identique mais varie dans sa complétion selon qu'il s'agisse d'un sujet ou d'un autre.

- Le calendrier vaccinal des enfants se présente de la manière suivante :

[illegible]

Figure 7 : Calendrier vaccinal de l'enfant

Dans le coin supérieur gauche on peut lire « Suivi de la vaccination de l'enfant ». C'est dans cette partie où toutes les dates sont inscrites pour gérer des rendez-vous ; tout en tenant compte des vaccins et de l'âge de l'enfant. Pour un vaccin non reçu à la date prévue, la date effective de la réception est inscrite dans la colonne « Récupération » et le processus se poursuit normalement en prenant cette date comme nouvelle référence. Dans la partie gauche du document, l'identité de l'enfant est complétée et quelques informations sur ses parents. Un coupon reste à l'hôpital. Le milieu du document concerne quelques conseils sur la vaccination et autres genres de suivi ; au verso il est présenté une fiche de suivi de la croissance de l'enfant : des aspects qui ne concernent pas ce mémoire. Le document est en principe livré à la naissance de l'enfant ou au premier rendez-vous.

- Le calendrier pour les femmes se présente comme suit :

CALENDRIER DE VACCINATION ANTITETANIQUE		
Vaccins	DATE D'ADMINISTRATION	DURÉE DE PROTECTION
VAT 1	Au premier contact avec le service de santé	
VAT 2	4 semaines au moins après le VAT 1	3 ans
VAT 3	6 mois au moins après le VAT 2	5 ans
VAT 4	1 an au moins après le VAT 3	10 ans
VAT 5	1 ans au moins après le VAT 4	à vie

Il n'y a pas d'intervalle maximum entre les doses.

Rendez-vous pour les vaccinations	
date	date
date	date
date	date

PROGRAMME ELARGI DE VACCINATION				
CALENDRIER VACCINAL DE LA FEMME ENCEINTE				
				
1 ^{ère} Grossesse	6 mois après la 2 ^{ème} dose	1 an après la 3 ^{ème} dose	1 an après la 4 ^{ème} dose	
1 ^{er} contact VACCINS CONTRE : Tétanos et Diphtérie (TD1)	1 ^{er} mois après la 1 ^{ère} dose VACCINS CONTRE : Tétanos et Diphtérie (TD2)	VACCINS CONTRE : Tétanos et Diphtérie (TD3)	VACCINS CONTRE : Tétanos et Diphtérie (TD4)	VACCINS CONTRE : Tétanos et Diphtérie (TD5)
Préparation à la protection	3 ans de protection	5 ans de protection	10 ans de protection	Protection est à vie

Figure 8 : Calendrier vaccinal des femmes

Les 5 rendez-vous de la vaccination antitétanique sont à respecter pour chaque femme afin de garantir sa propre santé et celle de ses enfants. N'ayant pas d'intervalle maximum entre les dates, il y a quand même un minimum à prendre en compte pour éviter une accumulation dangereuse. Cependant, bien qu'il n'y ait un intervalle maximum, la durée de protection quant à elle est limitée pour chaque dose. Cela implique qu'après une certaine période, la femme devient vulnérable au tétanos et doit donc se faire vacciner le plus tôt possible pour se protéger.

b) Le registre de vaccination

Ce document est celui dans lequel s'enregistrent toutes les informations vaccinales de la journée et assure en quelques sortes le suivi de la vaccination. Voici sa présentation :

REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE DU CONGO
MINISTRE DE LA SANTE PUBLIQUE
PROGRAMME ELARGI DE VACCINATION
PEV

REGISTRE DES VACCINATIONS

Instructions :

- Pour la date de naissance : remplissez chaque élément en deux chiffres. Ex : 01/01/18.
- Pour la colonne AS/HAS/HZ, remplissez par un seul élément, soit AS, soit HAS, soit HZ.
- Pour les sous colonnes des différents vaccins, remplissez en mettant la date du jour où l'enfant est vacciné.
- Pour la colonne ECV (Oui) : Inscrire Oui si l'enfant est complètement vacciné (Administration de tous les antigènes à intervalle régulier), laisser vide si l'enfant est incomplètement vacciné.
- Pour la colonne observation : ABD si l'enfant est perdu de vue et a plus de 11 mois ou toute autre mention nécessaire.

N.B. Chaque enfant est enregistré une seule fois et obtient un numéro unique jusqu'à l'achèvement de son calendrier vaccinal. Ainsi, il sera facile de retrouver en cas d'abandon

N° d'ordre	Noms et Post-nom	Sexe	N° Carte de vaccination/ CPS	DATE NAISSANCE (JJ/MM/AA)	ADRESSE COMPLETE (Plus N°, quartier/Village, Commune)	AS/ HAS/ HZ	VACCINS																ECV (Oui)	Observation	
							BCG	VPO				VPI	DTC-HepB-Hib				PNEUMO			ROTA		VAR			VAA
								0	1	2	3	1	1	2	3	1	2	3	1	2					
	AKWONINI	F	255	17/2/21	Av. Fizi	AS	1/4	1/4	1/4			1/4				1/4			1/4						
	KADIKI	F	260	18/3/21	Av. Moutu	HA	»	»																	
	ASTIWE	F	258	10/2/21	Passage	AS	X	X	1/4				1/4			1/4			1/4						
	NEEMA	F	258	28/12/21	Nyawera	AS	X	X	X	1/4			X	1/4		X	1/4		X	1/4					
	AMPRE	F	259	29/3/21	Lobote	HA	1/4	1/4																	
	BISIMWA	F	260	20/3/21	Av. de la Poste	HA	1/4	1/4																	
	MIRINI J.	F	261	19/2/21	Nouba	HA	3/4	3/4	3/4			3/4				3/4			3/4						
	AGISHA	M	262	16/2/21	DSSGA	HA	X	X	3/4				»			»			»						
	AKUXIBUZE	M	263	13/2/21	Leombo	AS	X	X	X				X			X			X						

Figure 9 : Registre de vaccination

Le numéro d'ordre est le numéro d'enregistrement dans le registre, les colonnes suivantes reprenant les informations sur l'enfant et/ou la femme puis les vaccins où l'on complètera la date de vaccination.

c) La fiche de pointage

Cette fiche joue le rôle d'appui aux statistiques et renseigne sur le nombre total des vaccinés en principe par séance pour chaque vaccin et suivant chaque catégorie d'âge.

Pour compléter la fiche de pointage, il suffit de cocher après chaque vaccination le nombre déjà atteint dans la séance pour chacun des vaccins administrés. Bien qu'ils demeurent des cas rares, l'on peut assister à un débordement lorsque le nombre atteint dépasse la

capacité de la fiche. A la fin de la séance, les totaux de chaque catégorie sont inscrits. Ceux-ci sont à comparer avec les nombres attendus qu'on peut retrouver dans la partie en-tête du document. Cela pourra faciliter de se rendre compte de la couverture vaccinale atteinte et des AVS à planifier. Elle se présente de la manière suivante :

REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE DU CONGO
MINISTRE DE LA SANTE PUBLIQUE
PROGRAMME ELARGI DE VACCINATION

FICHE DE POINTAGE DE ROUTINE A UTILISER PAR SEANCE ET PAR STRUCTURE

STRATEGIE : " F A M

Antenne :

Province/DPS

Date de la séance : 15/01/2021

Zone de Santé :

Centre de Santé :

Nom du Vaccinateur : Muyinga

Mois de :

Nombre mères attendues par séances :

Vaccin	Enfants 0-11 mois												Total 0-11 mois	Enfants 12-23 mois												Total 12-23 mois																													
	Enfants 0-11 mois													Enfants 12-23 mois																																									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12																														
BCG	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
VPO 0	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
VPO 1	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
VPO 2	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
VPO 3	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
VPO 4	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
VPO 5	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
VPO 6	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
VPO 7	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
VPO 8	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
VPO 9	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
VPO 10	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
VPO 11	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
VPO 12	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
VPO 13	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
VPO 14	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
VPO 15	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
VPO 16	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
VPO 17	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
VPO 18	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
VPO 19	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
VPO 20	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
VPO 21	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
VPO 22	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
VPO 23	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
VPO 24	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
VPO 25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
VPO 26	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
VPO 27	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
VPO 28	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	3																																												

Figure 10 : Fiche de pointage de routine

II.3. Critique et proposition de solution

a) Critique de l'existant

❖ La routine et la répétition

- Le premier problème constaté au niveau même du diagramme de flux (Figure N°1) est celui d'une répétition et du retour des mêmes informations aux différents postes. L'on pourra noter à titre d'exemple le cas du calendrier vaccinal qui vient, pars et revient chez l'agent pour compléter différentes informations dans différents documents ;
- La répétition des informations sur l'enfant ainsi que des dates contenues sur le calendrier vaccinal dans le registre des vaccinations qui crée une redondance ;

❖ Le moyen humain et le système manuel

- Les erreurs de calculs entre les dates pour fixer les rendez-vous ;
- Aucun système ne permet le rappel des rendez-vous ainsi établis ;
- Difficulté de reconnaître les sujets non vaccinés et ce, malgré la présence d'une fiche et d'un registre (Flux n°4) ;
- Une lourdeur dans la complétion des informations répétitives, ce qui conduit à la fatigue. Un cas même d'oubli de compléter causé par la fatigue ;
- La perte ainsi que la destruction de plusieurs documents notamment les calendriers des enfants et des femmes ;
- Une fiche de pointage à compléter simultanément avec le registre et qui dégage une certaine limite quant au nombre de possibilités de personnes pouvant être vaccinées par jour pour un vaccin
- Impossibilité de garder des traces pour les vaccinations en ce qui concerne les antigènes ne figurant pas sur les documents présentés et l'obligation d'en produire une infinité en cas de besoin ;
- Etc.

Les situations présentées ci-haut conduisent, si pas répétées, à des problèmes et conséquences dégagés par la problématique dans l'introduction générale.

b) Proposition de solution

Au vu des avancées technologiques actuelles et l'usage de l'informatique qui procure la rapidité, l'exactitude, la précision dans le traitement de données et la présentation des

résultats et tenant compte des insuffisances et des problèmes dégagés par le système existant dans le suivi de la vaccination, nous proposons à l'ensemble de zones de santé de la ville de Bukavu de mettre en place une solution informatique permettant de centraliser les données et de se rassurer d'une couverture vaccinale améliorée, de disposer d'un espace de sensibilisation de proximité instantanée basée sur les technologies web et mobile sans avoir à recourir à l'utilisation exclusive de documents papiers : solution proposée dans ce travail.

Synthèse du chapitre

Dans ce chapitre axé sur l'Etude de l'existant du système de suivi de vaccination, le premier pas emboîté a été de clarifier le fonctionnement d'une zone de santé selon les prescrits de la loi. Vu son niveau dans le système de santé national, le niveau d'opérationnalisation des soins de santé, il était important de parler de celle-ci et de comprendre son organisation. Le CS étant la structure de 1^{er} échelon, nous avons pertinemment parlé de son organisation et de ses activités. En conséquence, nous avons présenté les scénarios relatifs à l'organisation des activités vaccinales (Diagramme de Flux). Une présentation de documents utilisés dans le processus était nécessaire avant de pouvoir faire une critique du système actuel dans lequel nous avons exposé ses insuffisances et proposé une solution espérée optimale. La réalisation d'une telle solution ne peut se concrétiser qu'avec une analyse méthodologique plus approfondie. Nous allons donc nous plonger dans le chapitre suivant qui développera la conception et modélisation de la future solution, le futur système informatique à implémenter.

CHAPITRE TROISIEME

APPROCHE METHODOLOGIQUE

Tout développement informatique nécessite une méthode et un langage de modélisation en vue de permettre une compréhension, aussi analytique que conceptuelle, parfaite du futur système. Le but est de détailler tous les aspects du système à développer en termes d'exigences organisationnelles et fonctionnelles ou encore d'analyse des besoins. Ce chapitre, se subdivisant en 5 sections, présente donc cette démarche ; la première section passe en revue de différents langages de modélisation, la deuxième aborde la construction de langages de modélisation spécifiques au domaine ; à partir de la troisième section, nous mettons en marche le langage LMSV¹⁶ en présentant : une approche générale (section 3), les syntaxes abstraite et concrète (section 4) ainsi que l'adaptation et la conception.

III.1. QUELQUES LANGAGES DE MODELISATION

De nombreux langages ont été développés pour la modélisation et la préparation des projets-logiciels en informatique. Dans les lignes qui suivent, nous présentons très synthétiquement deux qui sont standards à savoir UML et BPMN.

Unified Modeling Language – UML

Le langage UML est un langage de modélisation graphique orienté objet utilisé pour modéliser, concevoir, implémenter et documenter les projets logiciels. Dans sa version 2, UML propose treize diagrammes pouvant être utilisés dans la description d'un système. Les treize diagrammes sont regroupés dans deux grands ensembles : **les diagrammes structurels** (diagrammes de classe, d'objet, de composant, déploiement, de paquetage et de structure composite) et **les diagrammes de comportement** (diagrammes de cas d'utilisation, d'état-transition, d'activités, de séquence, de communication, global d'interaction et de temps) [Joseph Gabay et David Gabay, 2008, p. 12].

Business Process Modeling Notation – BPMN

La notation BPMN initiée par BPMI (Business Process Management Initiative), est maintenue depuis 2005 au sein du consortium OMG (Object Management Group). La notation BPMN permet de modéliser les activités, les participants et leurs interactions en

¹⁶ Acronyme pour Langage de Modélisation Suivi Vaccination, le langage proposé dans ce mémoire dans le domaine de suivi de vaccination des femmes et des enfants.

se basant sur un ensemble d'objets graphiques fondé sur quatre familles d'objets : les objets des flux, les objets de connexion, les couloirs d'activités et les artefacts. BPMN facilite également la transcription des processus vers des langages d'exécution des processus tels que BPEL (Business Process Execution Language).

Discussion et choix du langage de modélisation

Les deux langages présentés sont très proches dans la modélisation au niveau des diagrammes d'activité (pour UML) et des diagrammes de processus (pour BPMN) et le fait qu'ils soient tous les deux graphiques a l'avantage d'apporter une visualisation plus claire et concise de différents éléments des modèles qu'une présentation textuelle. Pour autant, les utilisateurs finaux (Professionnels de santé et demandeurs de soins pour le cas de ce mémoire) n'ont pas forcément la compétence nécessaire pour les utiliser car la compréhension des éléments graphiques, la facilité d'utilisation et la prise en main demeurent compliqués.

En ingénierie du logiciel, l'un des enjeux principaux est d'augmenter la productivité et la fiabilité du développement logiciel. L'objectif de l'ingénierie logiciel aujourd'hui est d'élever le niveau d'abstraction des langages pour augmenter cette productivité de façon significative (Suzy Hélène Germaine TEMATE NGAFFO, 2012, p. 24). De plus, une compréhension par les futurs utilisateurs du logiciel en cours de développement est un facteur déterminant dans la réalisation des solutions optimales. Les langages dédiés (Domain Specific Language ou DSL) sont un moyen reconnu pour atteindre cet objectif. En effet, en se concentrant sur un domaine spécifique ou à un problème particulier, ces langages permettent d'élever le niveau d'abstraction et de par leur utilisation de concepts usuels du domaine, il devient facile, plus facile de modéliser des solutions aux problèmes.

De ce fait, le choix du langage de modélisation s'est conclu sur la construction d'un langage spécifique au suivi de la vaccination des femmes et des enfants. Ce langage devra être simple, intuitif et facile à utiliser. La conception, l'analyse et la modélisation dans un langage dédié s'appuient sur l'intégration des pratiques expérimentales de la démarche centrée utilisateur. En vue d'avancer rapidement et puisque notre travail rejoint dans un sens étroit le sien, nous avons suivi la démarche de [Amira DERRADJI, 2017].

III.2. CONSTRUCTION DE LANGAGES DE MODELISATION DEDIES

Un langage dédié est un langage conçu sur mesure pour répondre aux besoins spécifiques d'un domaine particulier (Suzy Hélène Germaine TEMATE NGAFFO, 2012, p. 25). Le DSL permet à la fois d'élever le niveau d'abstraction et de prendre en compte toutes les spécificités du domaine d'application ; l'objectif final étant de fournir aux utilisateurs des outils dédiés à leurs métiers ou aux tâches à effectuer. L'utilisation des langages dédiés permet de faciliter la construction de systèmes logiciels pour les domaines auxquels ils sont dédiés.

Les langages de modélisation dédiés possèdent de fortes abstractions et sont généralement centrés sur l'utilisateur et la modélisation des solutions.

III.2.1. Concepts de modélisation

L'OMG établit la pyramide de modélisation qui définit 4 niveaux de modélisation : le monde réel à la base de la pyramide, les modèles représentant le monde réel, les méta-modèles permettant la définition de ces modèles et le méta méta-modèle

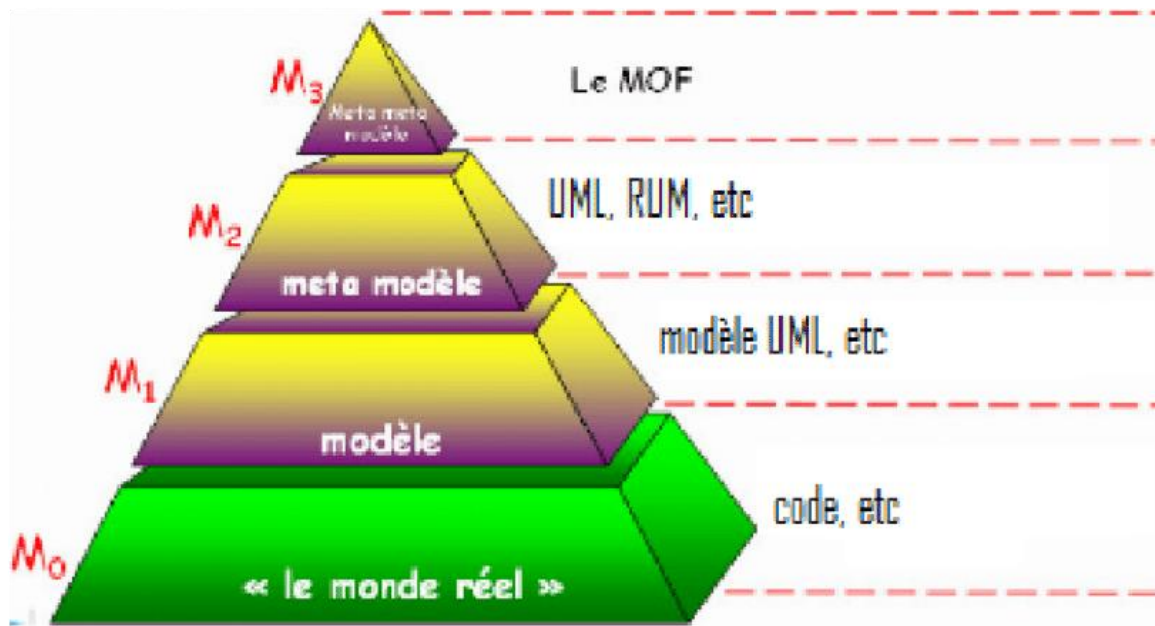


Figure 11 : Pyramide de modélisation de l'OMG (https://www.researchgate.net/figure/Pyramide-de-modelisation-de-l'OMG_fig8_280646673 : le 5 juillet 2021)

- **Modèle :** il est un ensemble de faits caractérisant un aspect d'un système dans un objectif déterminé. Il représente donc un système selon un certain point de vue, à un niveau d'abstraction facilitant par exemple la conception et la validation de cet aspect particulier du système. L'abstraction faite doit être

nécessairement suffisante pour comprendre le système modélisé et répondre aux questions posées sur lui.

- **Méta-Modèle :** C'est le langage de modélisation (Suzy Hélène Germaine TEMATE NGAFFO, 2012, p. 25). Afin de rendre un modèle utilisable, il est nécessaire de préciser et de spécifier le langage dans lequel le modèle est exprimé, c'est-à-dire le formalisme de son élaboration.
- **Méta-Méta-Modèle :** De la même manière qu'il est nécessaire d'avoir un méta-modèle pour interpréter un modèle, pour pouvoir interpréter un méta-modèle il faut disposer d'une description du langage dans lequel il est écrit : un méta-modèle pour les méta-modèles.

III.2.2. Langages et langages dédiés

Un langage est caractérisé par sa syntaxe abstraite, sa syntaxe concrète et une sémantique (Nadine MANDRAN, Agnès Front, Sophie DUPUY-CHESSA et Dominique RIEU, 2013, p. 3). La syntaxe abstraite capture le vocabulaire et la taxonomie (i.e. les concepts) du langage alors que la syntaxe concrète décrit la notation, c'est-à-dire la représentation des éléments du langage. La syntaxe abstraite est décrite par un méta modèle et la syntaxe concrète peut être graphique ou textuelle. La description du langage est complétée par une sémantique. La description de la sémantique correspond aux moyens de communiquer une compréhension des éléments linguistiques du langage en direction d'une ou plusieurs autres entités.

Il existe deux types de langages de modélisation ou programmation : des langages généralistes et des langages dédiés. Un langage généraliste a la caractéristique d'être destiné à plusieurs domaines d'application et non seulement à un domaine particulier tel que le langage de modélisation UML. Souvent ces langages sont standardisés et supportés par plusieurs outils mais il n'est pas toujours évident de comprendre leurs structures complexes et de les utiliser. Le langage dédié pour sa part, a la particularité d'être restreint à un domaine spécifique et ne peut pas être utilisé en dehors de ce domaine. Il est créé pour la réalisation d'un nombre de tâches limitées et moins génériques afin de répondre à un ensemble limité de problèmes dans un domaine d'application précis. Ce type de langage offre aux experts plus de facilité lors de la spécification de leurs systèmes car les concepts du langage sont propres à leur domaine métier dont ils ont la connaissance et la maîtrise. Ils permettent également de faciliter et de

simplifier le processus de développement logiciel en ayant un cadre de développement adapté aux structures du domaine manipulé.

III.2.3. Processus de développement d'un DSL

Comme introduit précédemment, notre choix est porté sur la proposition d'un nouveau langage dédié au suivi de la vaccination des femmes et des enfants. Nous nous concentrons donc sur la famille des langages dédiés de modélisation graphique.

Le développement d'un langage de modélisation ne suit généralement pas un processus de développement rigoureux, les différentes composantes du langage (caractérisation du langage, dictionnaire de concepts, méta-modèle, syntaxe concrète, outils) sont construites de manière empirique et simultanément. La figure suivante présente les trois phases par lesquelles passe une élaboration d'un langage de modélisation dédié.

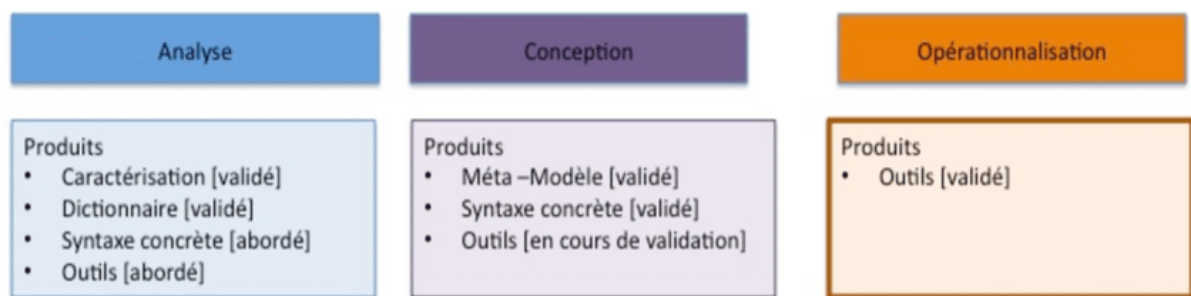


Figure 12 : Etapes d'un processus de développement d'un DSL (Nadine MANDRAN, Agnès Front, Sophie DUPUY-CHESSA et Dominique RIEU, 2013, p. 3)

- **Etape d'analyse** : A la fin de cette étape, la caractérisation (la carte d'identité) du langage doit être validée. Il s'agit d'étudier le domaine d'application, les utilisateurs finaux ainsi que les technologies supportant ce langage. Une validation du dictionnaire de concepts (concepts et leurs définitions) est également réalisée à cette étape. La syntaxe concrète est abordée pour pouvoir manipuler les concepts.
- **Etape de conception** : Consiste à formaliser et valider le méta-modèle à partir du dictionnaire de concepts déjà validé dans l'étape précédente. La syntaxe concrète sera également validée, les maquettes d'outils support du langage peuvent aussi être créées en particulier pour tester la syntaxe concrète dans un cadre informatisé.

- **Etape d'opérationnalisation** : Consiste à valider les outils support intégrant l'implémentation du langage graphique.

Dans cette démarche, avant de passer à l'étape suivante un certain nombre de produits doivent faire absolument l'objet d'une validation. Il est par exemple inutile de développer un méta-modèle extrêmement formalisé tant que le dictionnaire de concepts n'est pas validé.

(Nadine MANDRAN, Agnès Front, Sophie DUPUY-CHESSA et Dominique RIEU, 2013, p. 17) démontre que la figure ci-haut précise les états des différents composants d'un langage durant les 3 étapes de développement. Un composant peut être dans l'état *non abordé*, *abordé*, *en cours de validation* ou *validé*. C'est ainsi que :

- L'étape d'analyse d'un langage valide sa caractérisation et le dictionnaire de concepts et aborde la syntaxe concrète et les outils,
- L'étape de conception valide le méta-modèle et la syntaxe concrète et peut produire des maquettes d'outils,
- Finalement l'étape d'opérationnalisation valide les outils. La syntaxe concrète est alors intégrée à l'outil et considérée comme un composant à évaluer lors de l'évaluation de l'outil.

Le processus est incrémental et peut nécessiter plusieurs itérations. La figure illustre donc l'état des composants du langage lors de la dernière itération.

III.2.4. Cycle d'évaluation d'un DSL

Souvent la définition de nouveaux langages de modélisation dédiés se fait par des experts sans prendre en considération le point de vue de futurs utilisateurs, ce qui pourrait produire des résultats inadaptés à leurs besoins. De ce fait, il est préférable d'impliquer les utilisateurs dans l'évaluation du langage dès sa définition jusqu'à sa mise en œuvre.

Un cycle d'évaluation intégré au processus de développement tel que présenté dans les lignes précédentes est proposé par les auteurs (Nadine MANDRAN, Agnès Front, Sophie DUPUY-CHESSA et Dominique RIEU, 2013, p. 18 et 19). Ce cycle est intégré à chaque étape du processus dans le but d'évaluer le langage tout au long de son développement à l'aide d'expérimentations centrées utilisateurs.

Ce processus, illustré dans la figure suivante, est constitué de trois phases : exploration, co-construction et validation :

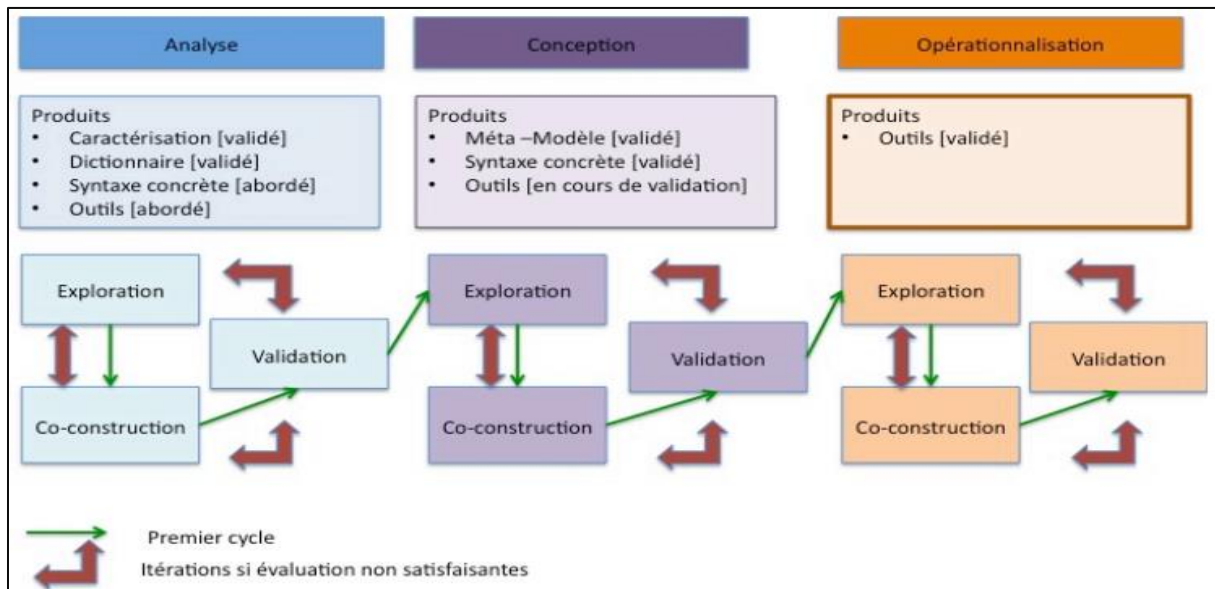


Figure 13 : Cycle d'évaluation intégré au développement d'un langage (Nadine MANDRAN, Agnès Front, Sophie DUPUY-CHESSA et Dominique RIEU, 2013, p. 19)

- **Phase d'exploration :** permet d'étudier le domaine d'application du langage et décrit les besoins des utilisateurs finaux. Elle peut être réalisée par des entretiens et/ou des observations dont l'exploitation permettra une première ébauche du dictionnaire de concepts du langage.
- **Phase de co-conception :** consiste à impliquer les utilisateurs dans l'élaboration de la proposition. Il s'agit de co-établir avec les utilisateurs, le dictionnaire de concepts, la syntaxe concrète ou encore les outils à élaborer. Cette collaboration permettant évidemment que les propositions soient plus adaptées aux besoins des utilisateurs.
- **Phase de validation :** représente l'évaluation de chaque composant proposé du langage auprès des utilisateurs finaux.

III.2.5. Qualité de langages de modélisation

Afin d'étudier la qualité de la syntaxe abstraite, il est nécessaire d'étudier la qualité du méta-modèle. Selon Parastoo MOHAGHEGHI et Jan AAGEDAL cités par Amira Derradji, 2017, p. 46, plus le méta-modèle est complexe, plus l'expression est grande et par conséquent, les modèles sont plus petits. Il est donc déduit qu'un lien existe entre la qualité du méta-modèle et celle du langage.

En vue d'étudier la qualité de la syntaxe concrète, Daniel MOODY [son travail sur la physique des notations] (cité par Amira Derradji, 2017, p.47), définit neuf critères pour la définition des notations visuelles cognitives (La syntaxe concrète sous une représentation graphique étant l'une de nos préoccupations dans ce mémoire) :

- *Clarté sémiologique* : signifie qu'une correspondance 1 : 1 entre les concepts de la syntaxe abstraite et les symboles graphiques doit exister.
- *Différenciation perceptuelle* : signifie que les différents symboles doivent pouvoir être clairement différenciés.
- *Transparence sémantique* : signifie que le choix des représentations graphiques doit permettre de déduire leurs significations.
- *Gestion de la complexité* : signifie que la proposition des mécanismes explicites permet de faire face à la complexité d'un diagramme.
- *Intégration cognitive* : signifie que la proposition des mécanismes explicites permet l'intégration d'information provenant de différents diagrammes.
- *Expressivité visuelle* : signifie l'utilisation de toute l'étendue et la capacité des variables graphiques (ex. forme, couleur, taille, orientation, texture, etc.).
- *Encodage double* : signifie l'utilisation du texte en complément de l'information graphique.
- *Économie graphique* : signifie que le nombre de symboles graphiques doit être gérable de façon cognitive.
- *Correspondance cognitive* : signifie l'utilisation de différents dialectes visuels pour différentes tâches et utilisateurs.

Certains de ces critères nous ont servi dans la notation graphique proposée en ce qui concerne la syntaxe concrète.

Synthèse de la section

Ayant opté pour un langage dédié pour la modélisation du futur système, nous avons, dans cette section, abordé différents aspects notamment en définissant les langages et langages dédié. Nous avons aussi présenté le processus de développement d'un langage et le cycle d'évaluation centrés utilisateurs. La qualité de langages de modélisation a été donné en adoptant les critères de Moody pour la notation graphique.

III.3. APPROCHE GENERALE DU LANGAGE LMSV

III.3.1. Présentation de l'approche générale

Notre approche est basée sur l'utilisation d'un langage de modélisation dédié en vue de construire un système de rappel personnalisé pour les calendriers vaccinaux. Entre autres, Les objectifs suivants sont poursuivis :

→ Pour les professionnels de santé :

- La gestion efficace des demandeurs des soins préventifs ;
- Amoindrissement de la tâche de calcul des échéances pour les vaccins ;
- Une vérification du respect du calendrier vaccinal plus exacte ;
- Une reconnaissance des sujets non vaccinés plus rapide et instantanée ;
- Intégrer des conseils destinés aux demandeurs.

→ Pour les femmes :

- Gérer ses enfants suivants les prescrits sanitaires ;
- Recevoir des notifications amenant à respecter scrupuleusement les calendriers ;
- S'informer à temps voulu l'évolution des calendriers de chacun de ses enfants.

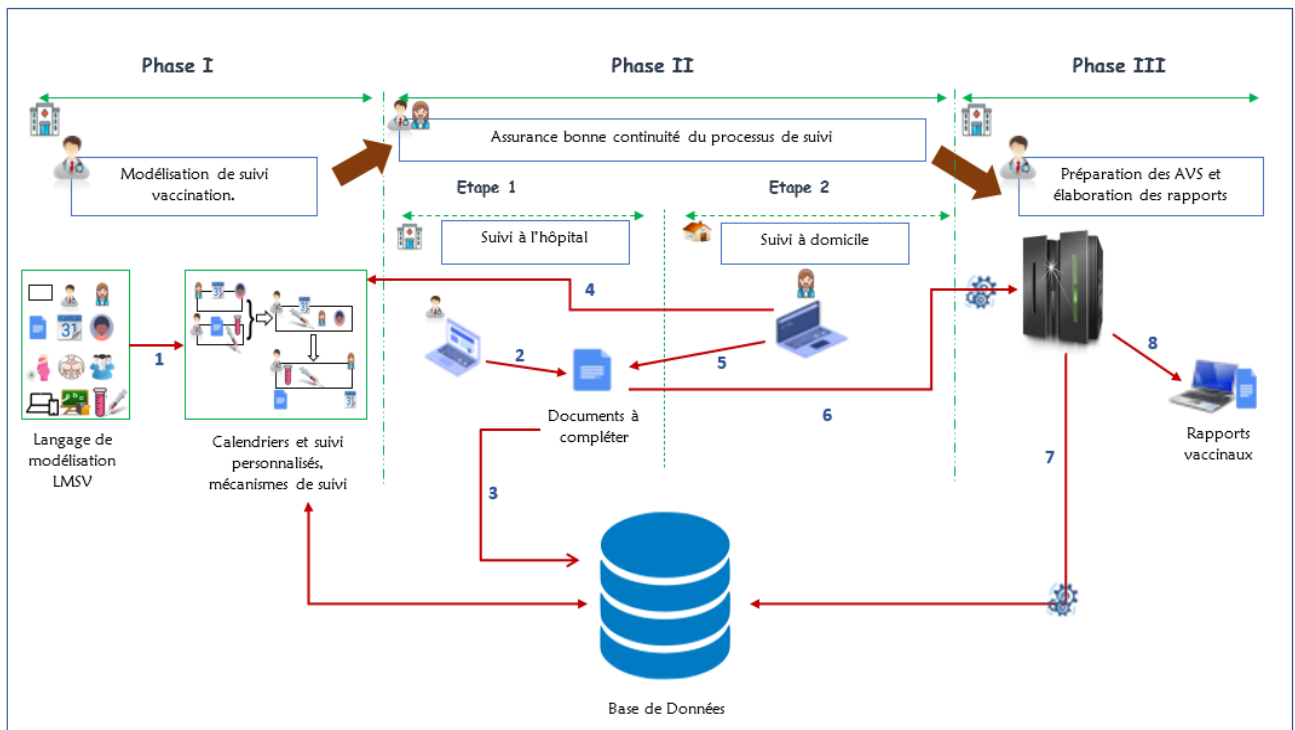


Figure 14 : Approche générale (Source : nous-même)

Il sera remarqué que l'approche générale prend une orientation du processus, ce qui est évident car les opérations de suivi s'exécutent en continu et en boucle.

Les différentes phases sont décrites de la manière suivante :

- **Modélisation de suivi vaccination** : C'est la première phase qui représente les calendriers vaccinaux personnalisés par les professionnels de santé.

(1) : Les calendriers et mécanismes de suivi sont élaborés par une équipe médicale afin d'assurer le PEV de routine pour chaque sujet. Par conséquent, l'élaboration de ces calendriers et mécanismes est personnalisée pour chaque sujet et réalisée à l'aide du langage proposé LMSV pour enfin être enregistrés dans une base de données.

(4) : Le sujet peut interagir avec ses propres calendriers en les consultant. Il peut à cet effet visualiser l'évolution des dates ou dans l'autre cas, ajouter des informations dans le système (un enfant par exemple).

- **Assurance bonne continuité de suivi** : Dans cette approche, la deuxième phase concerne la mise en application (en continu) des mécanismes de suivi. Les responsabilités sont partagées entre l'équipe médicale et le sujet lui-même.

(2) : Afin de garder des traces, différents documents sont complétés en routine pour pouvoir retrouver l'information ultérieurement. C'est le cas notamment du calendrier vaccinal et du registre de vaccination.

(3) : Tous les documents (les informations qu'ils contiennent) sont toujours enregistrés dans la base de données à l'aide des fonctionnalités offertes par l'application.

(5) : Le demandeur des soins préventifs peut accéder à toutes les informations contenues sur les documents, des informations lui concernant.

- **Préparation des AVS et élaboration des rapports**

(6) : Les documents seront analysés pour identifier les absences ou les abandons aux activités du PEV de routine.

(7) : Une fois les abandons identifiés, une adaptation automatisée du calendrier du sujet sera déclenchée et enregistrée dans la base. Le sujet pourra donc poursuivre son cycle de vaccination de routine.

(8) : A la fin du processus, différents documents statistiques seront produits, constituant des rapports vaccinaux.

III.3.2. Scénario d'utilisation

Les différents acteurs impliqués dans notre approche et les interactions entre eux sont les suivants :

- Après une authentification, le professionnel de santé ou la mère (si elle a déjà un compte ou dossier médical) procède à la création du calendrier vaccinal (le calendrier de la mère ou de son enfant) en enregistrant juste le sujet.
- Une fois le calendrier créé, le sujet peut se connecter à son espace en vue de consulter son calendrier. Pendant ce temps, le professionnel de santé est en train d'effectuer les activités du PEV de routine en complétant différents champs dans le système pour des sujets différents.
- Le professionnel de santé, après une période, établit une liste des sujets concerné par les AVS. Ils sont identifiés et, dans la mesure du possible, récupérés : leurs calendriers sont alors réajustés.
- Le professionnel de santé peut établir des rapports de vaccination.

Illustration :

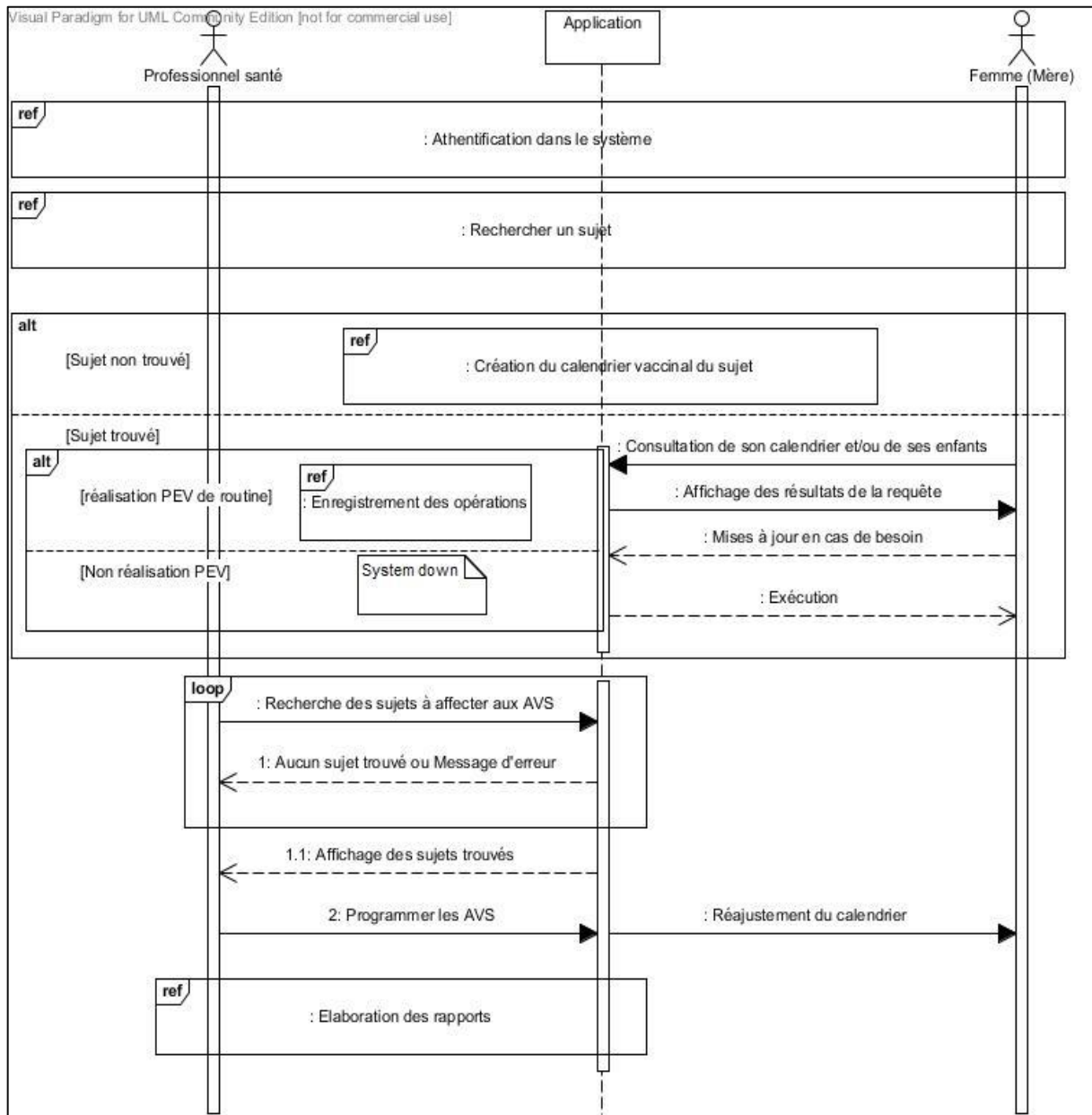


Figure 15 : Scénario d'utilisation à base de l'approche général

III.3.3. Contextualisation

Nous considérons un profil d'une mère étant encore en âge de procréation et ayant deux enfants en âge préscolaire. Le contexte choisi porte sur un sujet autonome et plutôt aisé avec l'utilisation des outils numériques et technologiques sans compétence particulière requise.

Que ce soit pour lui-même ou pour son enfant, un tel sujet doit savoir notamment :

- Garder en tête son âge et ceux de ses enfants en âge préscolaire ;
- Comprendre les parties importantes des calendriers vaccinaux ;

- Consulter régulièrement chaque calendrier vaccinal ;
- Reconnaître les symptômes des toutes les maladies évitables par vaccination ;
- Être constamment informé en matière de vaccination.

Cette contextualisation montre le rôle du demandeur de soins préventifs dans la réalisation efficace du suivi de la vaccination. Celui-ci est au centre de la bonne pratique et les professionnels de santé ne peuvent malheureusement pas faire beaucoup plus qu'ils ne le font déjà.

III.4. SYNTAXE ABSTRAITE ET SYNTAXE CONCRETE DU LMSV

III.4.1. Syntaxe Abstraite du LMSV

C'est par un méta-modèle que nous avons formalisé la syntaxe abstraite du LMSV. L'ensemble des concepts du langage et les relations entre les concepts sont regroupés. En premier lieu, nous introduirons la méthode d'élaboration du méta-modèle pour présenter en second lieu les différents concepts et leurs composants de ce méta-modèle.

III.4.1.1. Elaboration du méta-modèle

Le méta-modèle du LMSV a été construit par de suffisantes descentes sur terrain et l'étude de différents faits et protocoles de suivi de vaccination obligatoire, desquels les concepts principaux et les relations entre ces concepts ont été extraits. Les sources ci-après ont facilité cette étude :

- Documentations vaccinales et médicales (analyse de l'existant) ;
- Documentation en ligne sur la politique de vaccination internationale et nationale ;
- Observations et entretiens ;
- Echanges avec les professionnels de santé et les femmes pendant la validation du méta-modèle.

Une partie du méta-modèle provient de l'analyse de l'existant tandis que celui-ci est complété par les autres sources. Parlons maintenant de concepts du méta-modèle auquel nous sommes parvenus en collaboration avec les utilisateurs finaux.

III.4.1.2. Concepts du méta-modèle : Le méta-modèle validé par les échanges avec les différents acteurs intervenants est décomposé en 4 parties : *Suivi à domicile, à l'hôpital, à l'administration et les acteurs intervenants.*

a) Partie *Suivi à domicile*

Cette partie du méta-modèle est constituée des concepts constituant le suivi personnalisé de vaccination à réaliser par la mère à domicile.

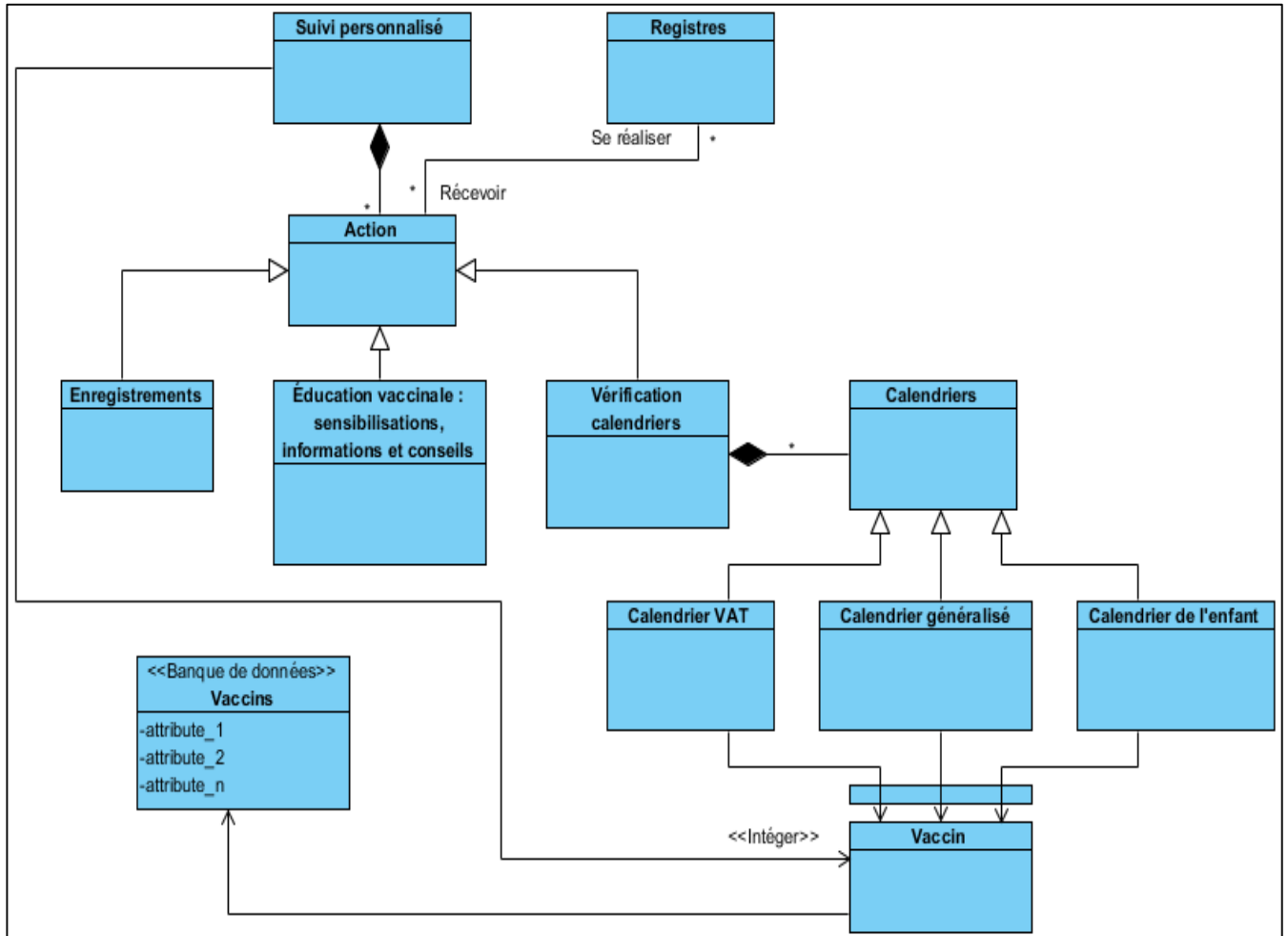


Figure 16 : Modèle de Suivi à domicile

- *Suivi personnalisé* : C'est un ensemble d'instructions défini décrivant tout ce qui doit être mis en œuvre par le demandeur de soins préventifs pour suivre le processus normal de vaccination.
- *Le vaccin* : Le vaccin est le concept directement intégré dans le suivi personnalisé. Tous les calendriers vaccinaux sont en effet conçus suivant un vaccin donné. Un vaccin est reconnu légalement dans une banque des données.
- *Action* : Certaines actions peuvent concerner des opérations à enregistrer dans le but d'assurer un rappel adapté du jour de prise de vaccin (Il peut s'agit soit de cocher une date sur le calendrier dans la chambre, compléter un agenda ou encore enregistrer une alarme dans le téléphone et plus organisé,

automatiquement avec un système développé pour répondre à ce besoin). D'autres actions concernent une éducation en matière vaccinale au domicile à l'aide de différentes sources d'informations (Médias locaux et sociaux, sensibilisations, internet, ...) et d'autres encore concernent la vérification quotidienne ou hebdomadaire des calendriers vaccinaux.

b) Partie *Suivi à l'hôpital*

Cette partie du méta-modèle concerne les concepts liés aux opérations de PEV de routine et des AVS. Ce sont les concepts de la phase de vaccination effective au CS.

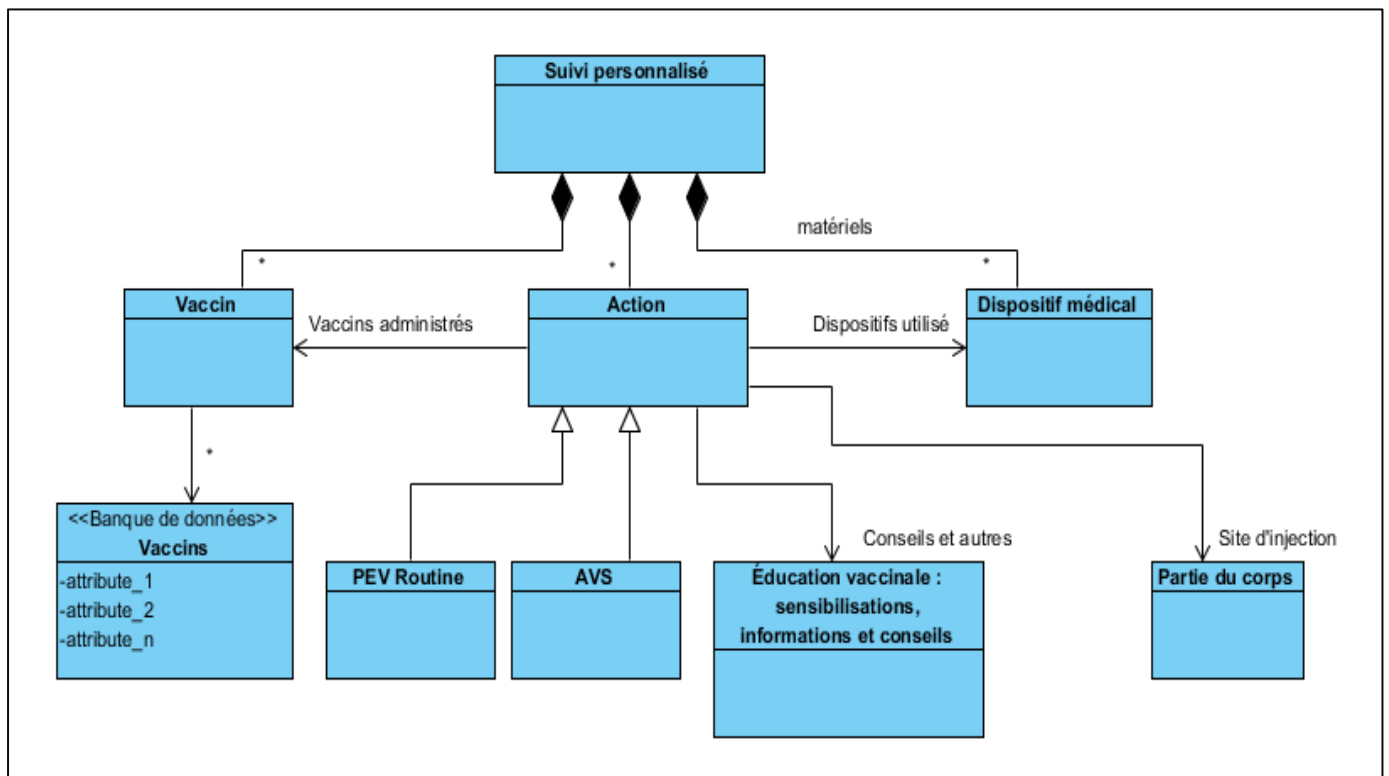


Figure 17 : Modèle Suivi à l'hôpital

- Le suivi personnalisé à cette étape inclue, en plus des actions, les vaccins à administrer au sujet et les dispositifs médicaux à utiliser dans la vaccination.
- Les actions peuvent rentrer dans le cadre de PEV de routine ou des AVS pour les cas en abandon antérieur. Dans tous les cas, les vaccins administrés se font sur un site de vaccination bien précis en utilisant des dispositifs médicaux (Comme des seringues) ; une éducation en termes de sensibilisation, conseil ou information peut être donnée.
- Le PEV de routine et les AVS sont les activités qui se réalisent dans un CS dans ses activités prénatales et préscolaires et les activités de santé préventive.
- La banque de données concerne les informations médicales qui existent déjà.

c) Partie *Suivi à l'administration*

Cette étape de suivi personnalisé permet de centraliser les données du système de santé au niveau de la ZS et plus étendu, à l'inspection urbaine ou provinciale de la santé. En effet chaque structure sanitaire travaillant en solo, besoin il y aurait de produire les rapports combinés.

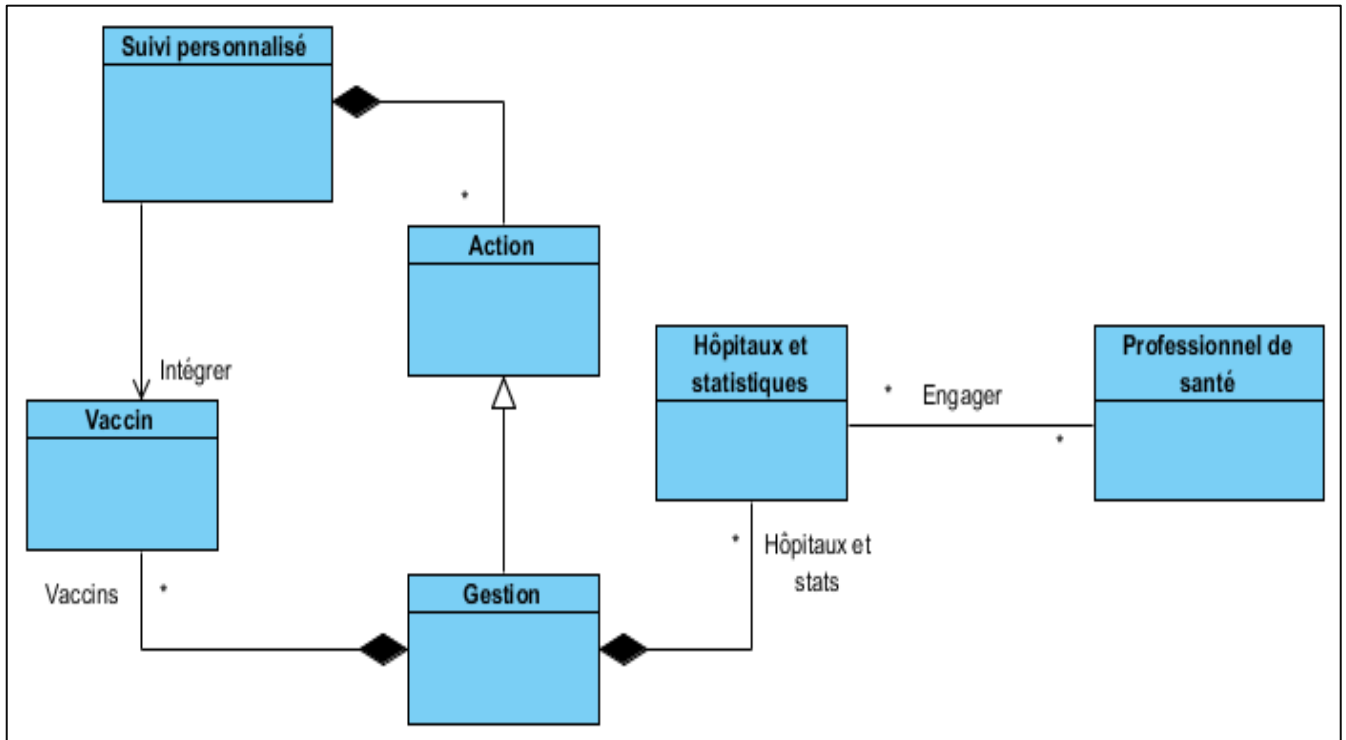


Figure 18 : Partie suivi côté administrateur

- *Gestion* : L'action phare de l'administration est la gestion des structures sanitaire (hospitalières) en les validant lors de leurs inscriptions et l'intégration des nouveaux vaccins suivants les prescrits nationaux en matière de santé. C'est dans cette optique que les structures inscrites dans une zone de santé transmettent des rapports aux bureaux des ZS respectifs.
- *Agent* : Chaque hôpital peut engager un agent commis ou supervisant particulièrement les prestations de services du PEV.

d) Partie *Acteurs intervenants*

Cette partie fournit des concepts permettant de définir les acteurs, sous leurs interventions particulières, qui participent aux différentes phases (médicales ou paramédicales) dans le processus de suivi de vaccination.

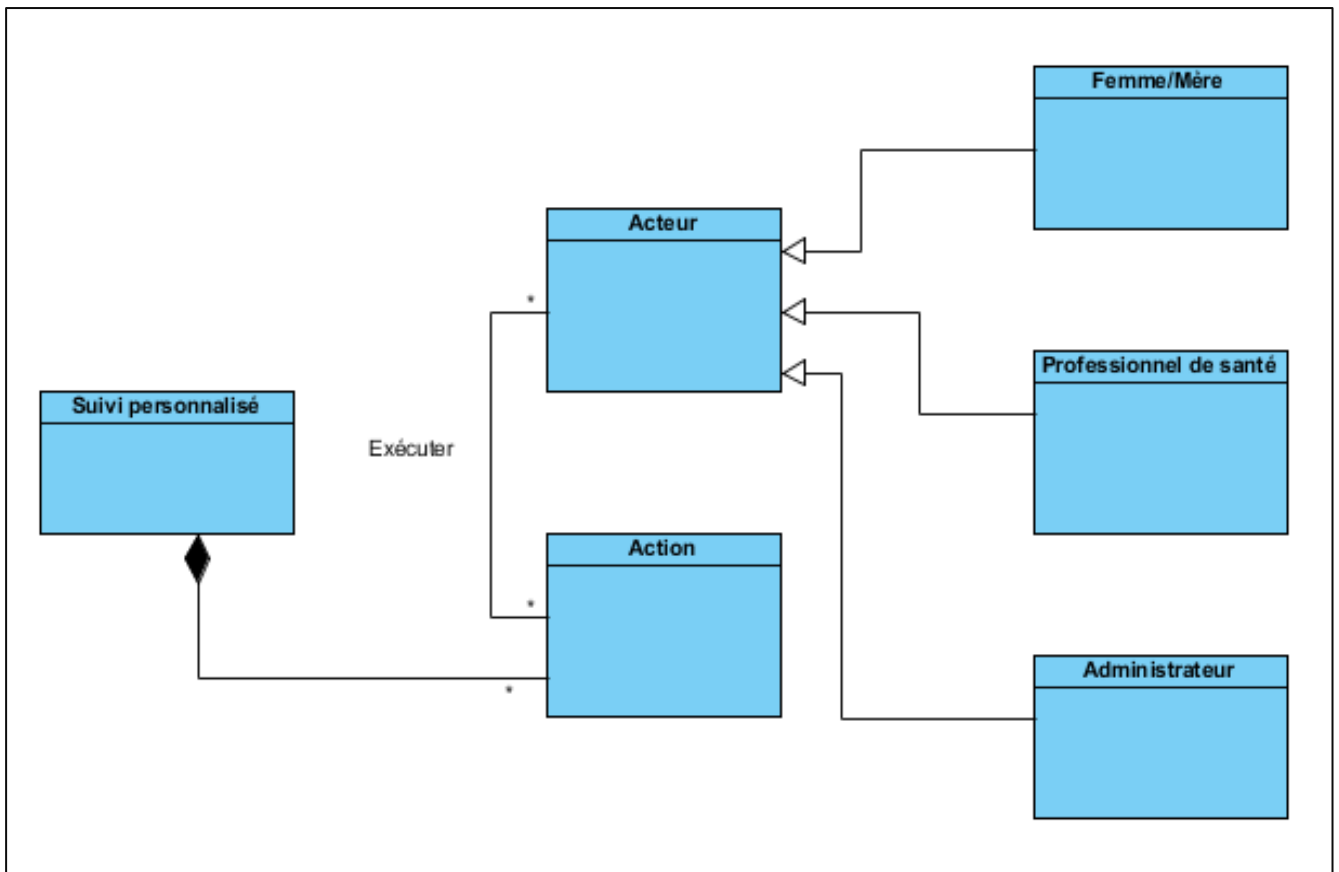


Figure 19 : Modèle Acteurs intervenants

- *La mère/femme* : c'est la personne concernée par la vaccination des femmes et susceptible d'avoir des enfants devant eux-aussi se faire vacciner pendant l'âge préscolaire.
- *Le professionnel de santé* : C'est l'ensemble de personnes appartenant à une équipe médicale impliquée dans le suivi de vaccination.
- *L'administrateur* : La personne destinée à superviser les activités au niveau central. Il peut pour ce faire être un membre de l'ECZ dont les attributions sont la supervision des activités préventives au niveau de la ZS.

e) META-MODELE GLOBAL

Le méta-modèle global décrivant tous les concepts principaux du suivi de vaccination personnalisé est présenté dans la figure suivante :

Figure 20 : Méta-modèle de suivi de vaccination personnalisé

III.4.2. Syntaxe Concrète du LMSV

La syntaxe concrète correspond à la représentation graphique du langage de modélisation de suivi de vaccination. Dans l'utilisation du langage par les professionnels de santé et les demandeurs des soins, cette syntaxe est très importante autant que la syntaxe abstraite. Il est donc pertinent que sa construction dégage une simplicité, une facilité de compréhension et une intuitivité.

Dans le but de garantir aux professionnels de santé et aux demandeurs de soins préventifs une manipulation facile des concepts du méta-modèle, une notation graphique a été associée à ces dits concepts. L'objectif de cette partie est de décrire la syntaxe concrète du LMSV.

III.4.2.1 Elaboration de la notation graphique

Les neuf critères présentés plus haut (Le point III.2.5 : Qualité des langages de modélisation) nous ont servi de référence pour concevoir la notation graphique du langage de modélisation de suivi de vaccination. Parmi eux nous avons retenu ceux-ci :

- *Transparence sémantique* : les représentations graphiques sont choisies de manière appropriée et adaptée au contexte sanitaire ;
- *Economie graphique* : seulement un petit nombre de représentations graphiques est offert. Il est donc possible aux utilisateurs de les connaître grâce à l'activité cognitive de cerveau (enregistrement et rappel de connaissances) ;
- *Clarté sémantique* : chaque représentation graphique correspond à un seul concept généralisé du méta-modèle ;
- *Différenciation perceptuelle* : Chaque représentation graphique choisie étant différente des autres, il est aisé et facile de différencier visuellement la représentation de deux concepts.
- *Gestion de la complexité* : signifie que la proposition de ces représentations et des explications textuelles permet de faire face à la complexité d'un diagramme.

III.4.2.2 Notation graphique

Cette partie est dédiée à la notation proprement-dite de la syntaxe concrète correspondant aux concepts du méta-modèle. La syntaxe concrète est décrite en fonction des parties présentées précédemment.

a) Partie Suivi à domicile.

- **Action :** le nom d'une action est représenté dans un rectangle autour duquel sont collées les étiquettes informatives (La forme rectangulaire est inspirée par UML). Ces étiquettes sont d'autres représentations graphiques.

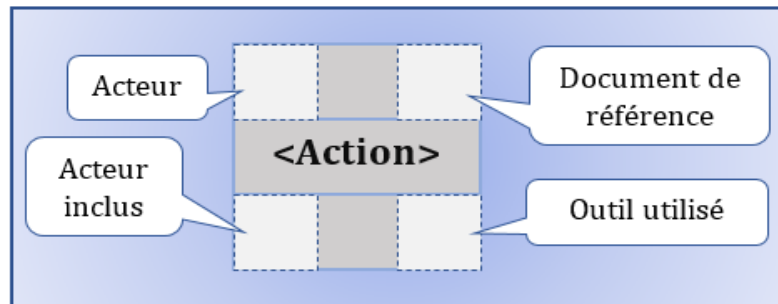


Figure 21 : Syntaxe concrète : Représentation de l'action : Parie suivi à domicile

Ces étiquettes correspondent aux concepts utiles à la restitution de l'action. Chaque action porte un titre (<Action>).

- **Acteur :** Il s'agira ici de la mère.



Figure 22 : Syntaxe concrète : Acteur : Mère

- **Acteur inclus :** Il s'agit de l'enfant : Il ne peut rien faire personnellement, il est alors assisté par sa mère qui utilise souvent les informations relatives à lui.

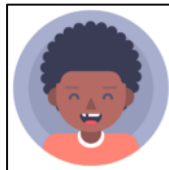


Figure 23 : Syntaxe concrète : Enfant

- **Document de référence :** Les actions réalisées par la mère sont soutenues par certains documents tels que le calendrier vaccinal ou encore le registre de vaccination.

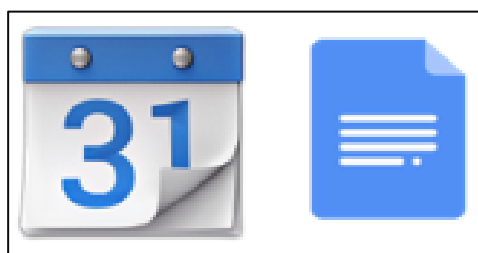


Figure 24 : Syntaxe concrète : Calendrier vaccinal et Registres

- **Outil utilisé** : C'est l'équipement avec lequel la mère effectue l'action.

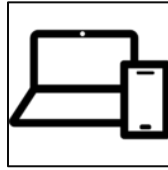


Figure 25 : Syntaxe concrète : Outil de travail

➤ **Illustration : Action de vérification du calendrier vaccinal de l'enfant**

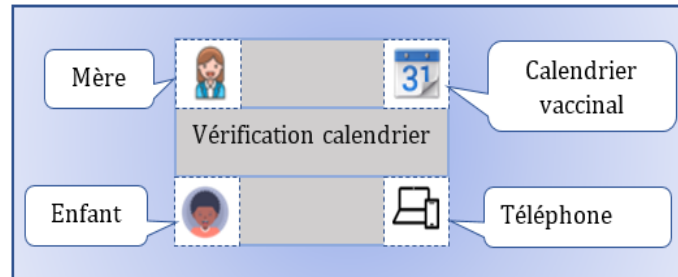


Figure 26 : Syntaxe concrète : Vérification calendrier vaccinal de l'enfant

b) Partie Suivi à l'hôpital

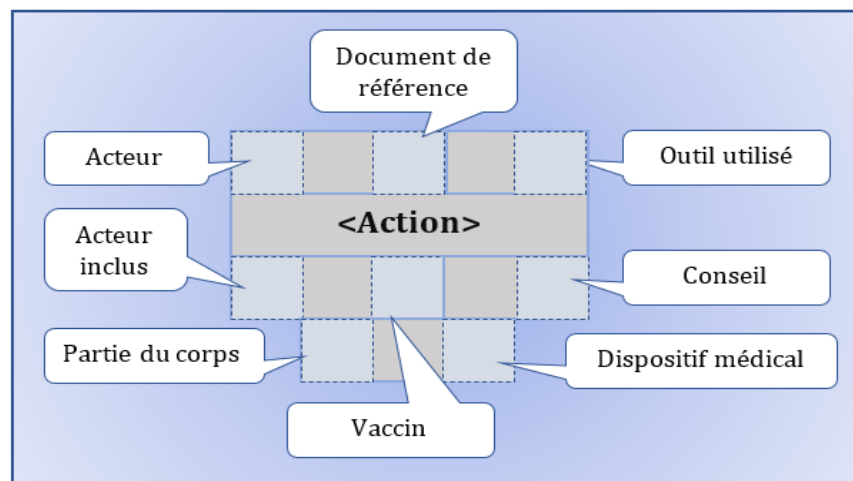


Figure 27 : Syntaxe concrète : Représentation de l'action : Suivi à l'hôpital

- **Acteur** : Le professionnel de santé. Il exerce les activités diverses dans le suivi personnalisé de vaccination.



Figure 28 : Syntaxe concrète : Professionnel de santé

- **Partie du corps** : Comme nous l'avons souligné dans la littérature, chaque vaccin est injectable à travers un site d'injection. C'est la partie du corps.

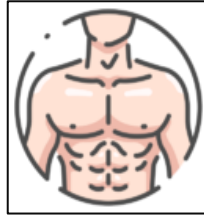


Figure 29 : Syntaxe concrète : Partie du corps (site d'injection)

- **Vaccin** : La représentation graphique du vaccin est celle-ci :



Figure 30 : Syntaxe concrète : Le vaccin

- **Dispositif médical** : Cet élément représente un équipement médical pouvant être utilisé dans les activités de vaccination. Il est représenté comme suit :



Figure 31 : Syntaxe concrète : Dispositif médical

- **Conseil** : Sa présentation graphique est la suivante :



Figure 32 : Syntaxe concrète : Conseil, sensibilisation, informations

➤ **Illustration : Action PEV de routine pour un enfant :**

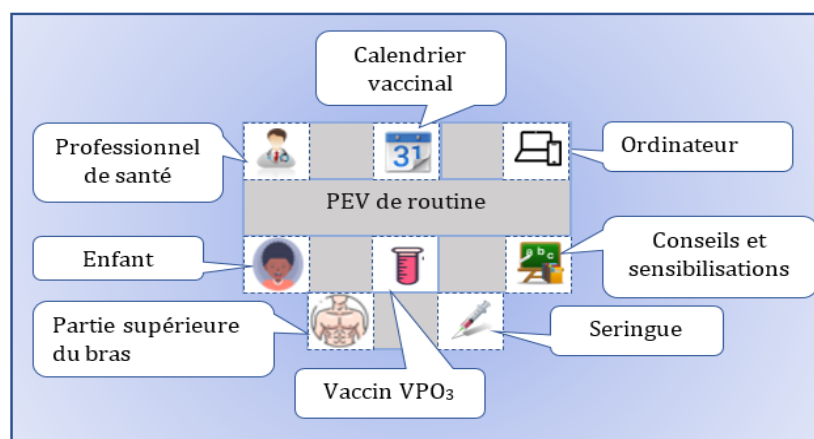


Figure 33 : Syntaxe concrète : Action PEV de routine

Synthèse de la section :

Dans cette section nous avons parlé de la syntaxe abstraite et la syntaxe concrète du langage de modélisation dédié proposé dans ce mémoire. La syntaxe abstraite du langage a développé des concepts formalisés à l'aide d'un méta-modèle subdivisé en 4 parties, chacune regroupant ses propres concepts. La syntaxe concrète a illustré chacune de ces parties par des représentations graphiques.

Il convient de signaler que nous avons adopté une manière de procéder globalisante des actions. Il est donc possible et permis de décomposer une action globale en des petites actions particulières pour les modéliser chacune séparément. Dans la section qui suit, nous allons parler de l'adaptation du langage et de la conception.

III.5. ADAPTATION DU LMSV ET CONCEPTION

Pendant notre période de terrain et d'étude de l'existant, nous avons réalisé une étude qualitative dont l'objectif principal était de connaître l'avis des acteurs attendus du système sur le dictionnaire de concepts (la liste de tous les concepts du méta-modèle) proposé. Pendant cette étude, il était principalement question de s'assurer de l'achèvement du dictionnaire de concepts et d'identifier les relations entre ces concepts. La validation de différents aspects s'en est suivi dans un processus incrémental.

Le processus de développement d'un langage de modélisation dédié présenté dans la section III.2 a continué à retenir notre attention (toutes les étapes comprises : *analyse, conception et opérationnalisation*) avec le cycle d'évaluation intégré à chaque étape (exploration – co-conception – validation) dans l'objectif d'évaluer le langage tout au long de son développement. Pour la sincérité scientifique, il faut avouer que certaines étapes et processus de développement n'ont pas été soumis aux expérimentations par manque de temps et plus particulièrement le manque de sujets à soumettre à l'expérimentation.

III.5.1. Adaptation du processus de développement et du cycle d'évaluation

C'est à l'aide de la méthode THEDRE que nous avons adapté le processus de développement et le cycle d'évaluation avec notre étude en fonction de ressources disponibles (humaines, matérielles, temporelles, organisationnelles, financières, ...). Pour ce faire, nous indiquerons en couleur orange ce qui a été fait en conformité avec la méthode. Ce qui a été fait mais non conforme à la méthode THEDRE sera indiqué en rouge.

Nous reviendrons au fil du temps auprès des utilisateurs pour valider tous les aspects comme l'exige la méthode. La figure suivante décrit l'adaptation du processus de développement et le cycle d'évaluation intégré.

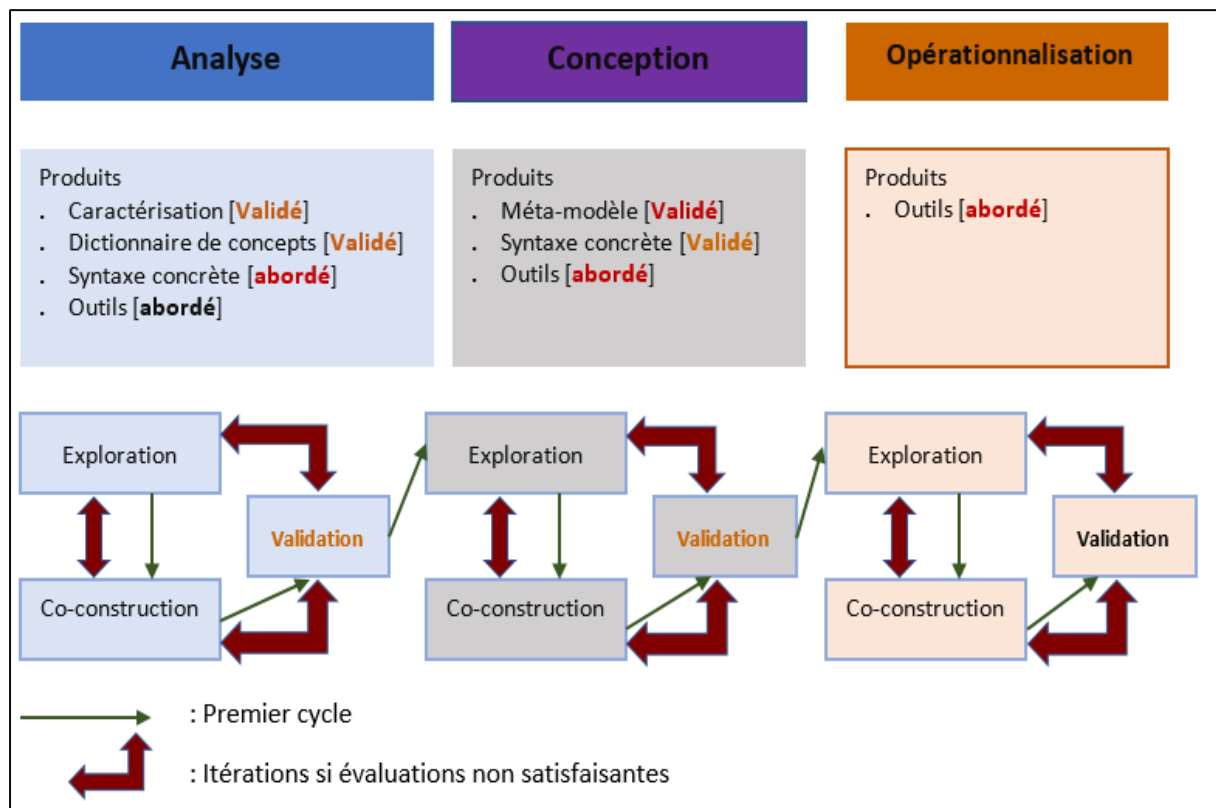


Figure 34 : Matérialisation du développement et d'évaluation du langage LMSV

La caractérisation (par l'étude de l'existant du chapitre deuxième) a été réalisée à l'étape d'analyse et nous a amené à concevoir le dictionnaire de concepts. Les deux ont été validés dans la phase de validation du cycle d'évaluation. Pour des raisons de manque de ressources de part et d'autre, la phase de co-construction du cycle d'évaluation a été réalisée par nous-mêmes.

Au niveau de la conception, le méta-modèle a été conçu et validé par nous-mêmes pour des raisons sus-évoquées. La syntaxe concrète par contre a dûment été validée.

III.5.2. Dictionnaire des concepts

Nous avons recouru à diverses sources pour aboutir à une terminologie très fiable utilisée dans le secteur de la vaccination tant au niveau national qu'international. Dans sa présentation, nous ne présenterons qu'un extrait de ce dictionnaire en présentant des concepts liés à la thématique de ce travail.

Concepts	Définitions
Vaccination	C'est un ensemble de phases, de processus, pour l'administration d'antigènes dans le but de protéger et prévenir la population contre des maladies.
Vaccin	C'est un médicament administré pour protéger contre une infection.
Suivi vaccination	C'est un ensemble d'actions visant à se rassurer que toutes les cibles se font normalement vacciner et qu'elles respectent le programme normal.
Calendrier vaccinal	C'est un document sur lequel sont inscrites toutes les dates de vaccination pour un sujet et un vaccin donnés.
Registre de vaccination	C'est le document dans lequel sont enregistrés les opérations et activités journalières de vaccination.
Fiche de pointage	C'est un document permettant de savoir le nombre de sujets vaccinés pour un vaccin spécifique et après une certaine période.
Rappel	C'est une dose de vaccin administrée à une période après la dose précédente.
Vaccin obligatoire	C'est tout vaccin rentrant dans le cadre des activités de PEV de routine et des AVS.
Communication	C'est tout ce qui concerne la sensibilisation, les conseils, les informations, ... dans la pratique vaccinale.
Sujet	C'est soit un enfant en âge préscolaire ou une femme faisant partie des cibles pour une vaccination.
Professionnel de santé	C'est toute personne faisant partie d'une structure sanitaire et étant directement impliquée dans la pratique vaccinale.
ECV	(Enfant Complètement vacciné) : un enfant qui a participé complètement et sans interruption aux activités de PEV de routine
Maladie prévisible par vaccin	Toute maladie dont l'atteinte est protégée par vaccination.

Tableau 1 : Extrait du dictionnaire des concepts

III.5.3. Adaptation du méta-modèle

Au cours de la validation du dictionnaire de concepts pour permettre d'élaborer le méta-modèle, il était susceptible que certains concepts changent leur désignation ou leur définition ; ce qui n'a pas été le cas, car, comme signalé lors de l'adaptation du processus de développement et du cycle d'évaluation du langage, la validation du dictionnaire a précédé l'élaboration du méta-modèle. De ce fait, le méta-modèle proposé dans le développement est gardé comme tel et sans modification.

III.5.4. Spécification de LMSV

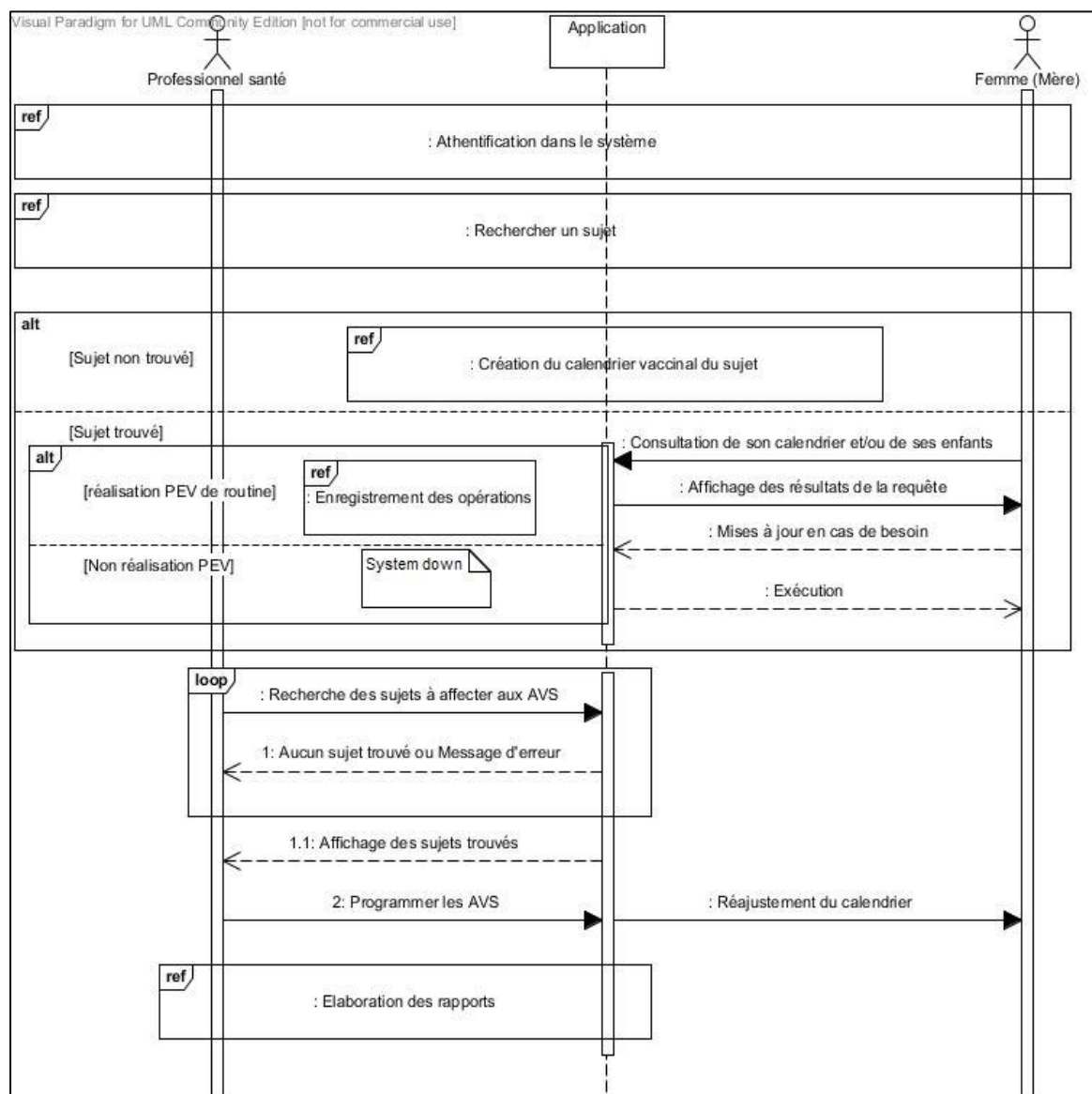
La spécification dans le développement logiciel consiste à établir un document décrivant entre autres les besoins des utilisateurs. En développement classique, il est formalisé dans une partie d'un document appelé « Spécification de la Configuration Logicielle » dans lequel le cahier de charge est aussi détaillé. La spécification de notre travail se présente dans le tableau suivant :

Domaine de connaissance	- La médecine préventive : la vaccination ; - E-Santé
Objectifs généraux	- Respecter les calendriers vaccinaux et éviter les erreurs de calcul des dates ; - Assurer un moyen efficace de communication en PEV ; - Permettre une préparation juste des AVS ; - Réduire le niveau de perte de cibles ; - Elaborer des rapports très fiables facilement.
Objectifs techniques	- Doter les femmes d'un système de rappel des calendriers ; - Par une prévision par algorithme, adapter le calendrier de chaque sujet à son âge ; - Ajuster automatiquement les calendriers des cas d'abandon une fois ceux-ci identifiés.
Utilisateurs	- Les femmes s'intéressant aux NTIC qui gèrent les calendriers de leurs enfants ; - Professionnels de santé qui sont censés suivre l'évolution du calendrier de chaque sujet.

Scénarios d'utilisation	- Enregistrement des sujets puis une vérification manuelle du calendrier vaccinal mais un système de rappel automatique. - Identification des cas d'abandons à la vaccination ; - Des rapports synthèses bien paramétrés.
Sources d'informations	Documentations sur la vaccination et la pratique vaccinale, documentations sur la E-santé en général et la m-Santé en particulier, documentations sur le système de santé central et au niveau de la zone de santé, échanges et discussions avec les professionnels de santé et les femmes.

Tableau 2 : Spécification de suivi de vaccination pour LMSV

➤ Rappel des scénarios d'utilisation



III.5.5. Conceptualisation de LMSV

Cette partie est une étape fondamentale dans le processus de développement car elle dégage les exigences conceptuelles du système de suivi de vaccination à implémenter. Cette partie détermine les principaux concepts, les attributs de chacun, les opérations qu'ils subissent et les relations entre ces concepts. Pour le présent travail, seuls les concepts et leurs relations seront décrits.

III.5.4.1. Construction du glossaire de termes

Il s'agit ici du recensement et de la description des différents termes (correspondant à des classes dans UML) du domaine métier en présentant chaque terme ou concept et sa définition :

Concept LMSV	Description
Mère	C'est toute femme en âge de procréation ou non et/ou ayant au moins un enfant en âge préscolaire.
Enfant	Toute personne n'ayant pas encore atteint 6 ans.
CalendrierVaccEnf	C'est le document qui, pour chaque enfant, comprend les vaccins et les âges ou tranches d'âges et sur lequel les dates sont progressivement complétées.
Hôpital	C'est toute structure hospitalière ou sanitaire où s'effectuent les opérations de vaccination.
RegistreVaccEnf	C'est le document dans lequel sont enregistrées toutes les opérations journalières sur la vaccination des enfants.
RegistreVAT	C'est le document dans lequel sont enregistrées toutes les opérations journalières sur la vaccination des femmes.
Agent	C'est une personne engagée à l'hôpital et qui utilise le système pour l'hôpital.
Vaccin	Il représente un antigène donné.
Maladie	Toute pathologie dont l'atteinte est protégée par vaccination
Conseil	C'est toute information visant à sensibiliser les cibles sur un aspect ou un autre sur la vaccination
VAT	Vaccin Antitétanique réservé aux femmes

CalendrierVAT	C'est le document qui, pour chaque mère, comprend les périodes de protection et sur lequel les dates des vaccinations suivantes conseillées sont progressivement complétées.
CalendrierGen	C'est le document reprenant les autres vaccins qui concernent en général tous les enfants ou toutes les femmes d'un certain âge et pour une période donnée. Il ne tient pas compte spécifiquement d'un seul sujet.
Administrateur	C'est dans un premier sens la personne qui contrôle tout le système. Il s'agira cependant du représentant du BCZ chargé de vaccination au niveau de la ZS et d'une tierce personne qui contrôle toutes les ZS
Login	Représente les paramètres de connexion.

Tableau 3 : Glossaire de termes

III.5.4.2. Construction du glossaire de relations

Nous présentons dans le tableau ci-dessous les différentes relations qui existent entre les concepts retenus pour la conceptualisation. Les relations d'héritage ne seront pas décrites car elles sont générées automatiquement lors de la création des concepts filles et mères.

Relation	Concept source	Concept cible	Description
Avoir	Mère	Enfant	Une mère a zéro ou plusieurs enfants.
Viser et viser (2)	CalendrierVaccEnf et CalendrierVAT	Enfant et Mère	Un calendrier vaccinal pour enfant vise un seul enfant. Un calendrier vaccinal VAT vise une seule mère.
Appartenir	Mère et Enfant	Hôpital	Une mère et un enfant appartiennent à un seul hôpital à la fois.
Inscrire	Enfant, Vaccin, VAT	RegistreVaccEnf et RegistreVAT	Un enfant et un vaccin sont inscrits plusieurs fois dans le registre de vaccination des enfants. Un VAT est inscrit plusieurs fois dans le registre VAT.

Concerner	Vaccin, VAT	CalendrierVaccEnf, CalendrierVAT et CalendrierGen	Chaque vaccin est concerné par plusieurs calendriers.
Rattacher	RegistreVaccEnf et RegistreVAT	Hôpital	Un registre pour femmes et/ou pour enfants est rattaché à un seul hôpital.
Engager	Agent	Hôpital	Un agent est à la fois engagé à un seul hôpital.
Utiliser	Agent	RegistreVaccEnf et RegistreVAT	Un agent utilise plusieurs registres.
Valider	Administrateur	Hôpital et Agent	L'administrateur valide les hôpitaux et les agents au moment de leur inscription.
Gérer	Administrateur	Vaccin et VAT	L'administrateur gère les ajouts et les mises à jour des vaccins.
Ajouter	Agent	Conseil	Un agent ajoute plusieurs conseils dans le système.
Protéger	Vaccin	Maladie	Un vaccin protège contre plusieurs maladies

Tableau 4 : Glossaire de relations

III.5.4.3. Modèle conceptuel de suivi de vaccination

Nous avons représenté le modèle conceptuel avec UML afin de montrer les attributs des concepts, les multiplicités et les relations entre les classes. Le modèle conceptuel est présenté dans la figure suivante :

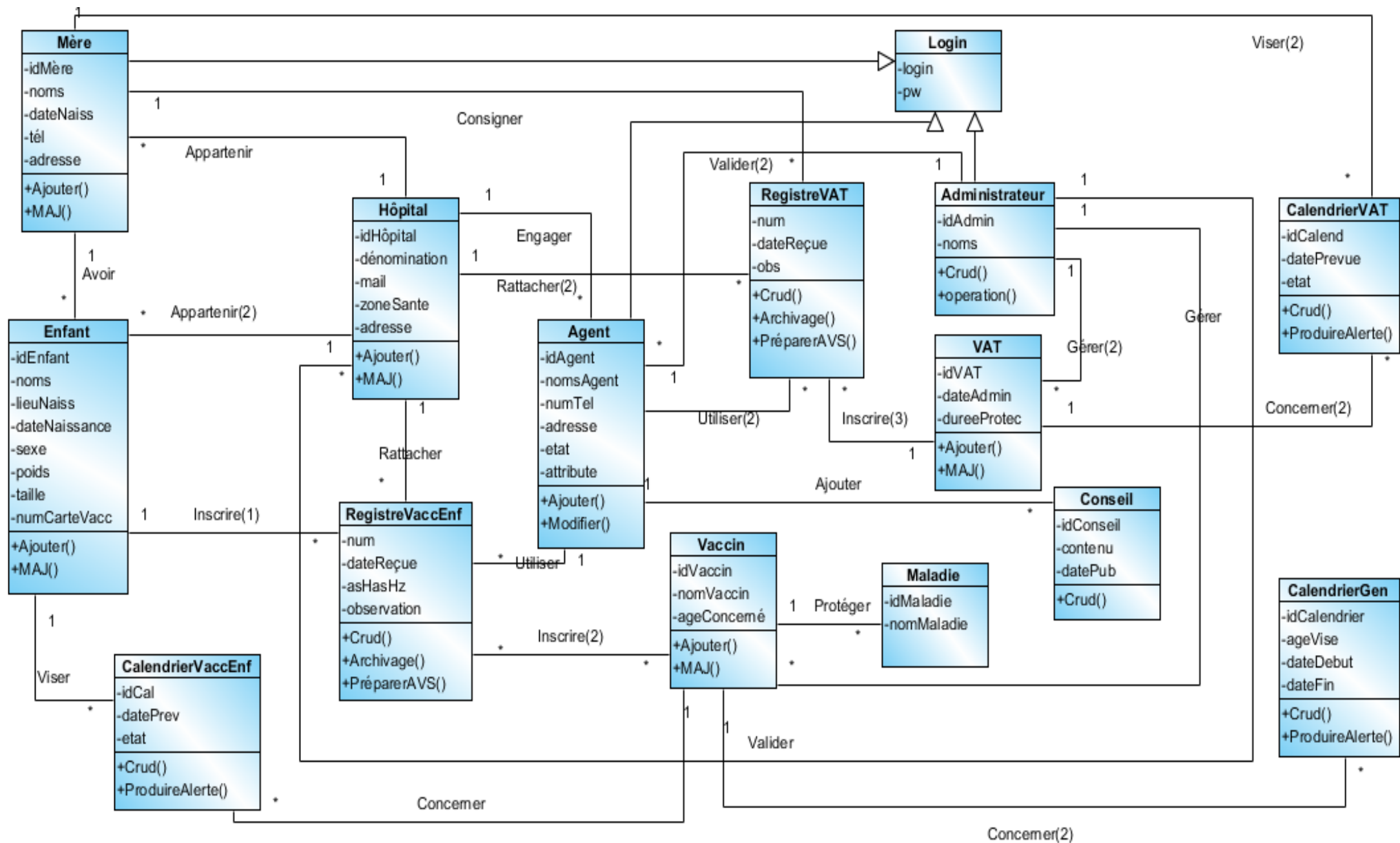


Figure 35 : Modèle conceptuel de suivi de vaccination

III.6. BREVE PRESENTATION DE LA METHODE THEDRE

Une méthode est une démarche proposant un enchaînement d'étapes et d'activités qui mènent à la résolution d'un problème posé. Dans une démarche d'ingénierie logiciel, une méthode doit être définie par un paradigme, comporter des modèles pour définir le produit, proposer des processus ou démarches et être soutenue par des outils logiciels.

La méthode THEDRE « Traceable Human Experiment Design Research », un langage et une méthode de conduite de la recherche, est une réalisation d'un travail acharné de 8 ans de développement proposée par Nadine MANDRAN dans son travail de thèse présenté et soutenu en 2017. Elle est une méthodologie expérimentale pour la recherche en informatique centrée humain. Peu de temps après sa publication, vu son efficacité et sa précision dans la fiabilité des données, sa prise en compte des utilisateurs, sa facilité de prise en main dans le processus de développement, cette méthode a pris de l'ampleur et a commencé à être utilisée seulement quelques mois après par divers doctorants.

En ce qui la concerne, la méthode THEDRE, pour faciliter le développement, se subdivise en 4 sous-processus et un 5^{ème}, représentés dans la figure suivante :

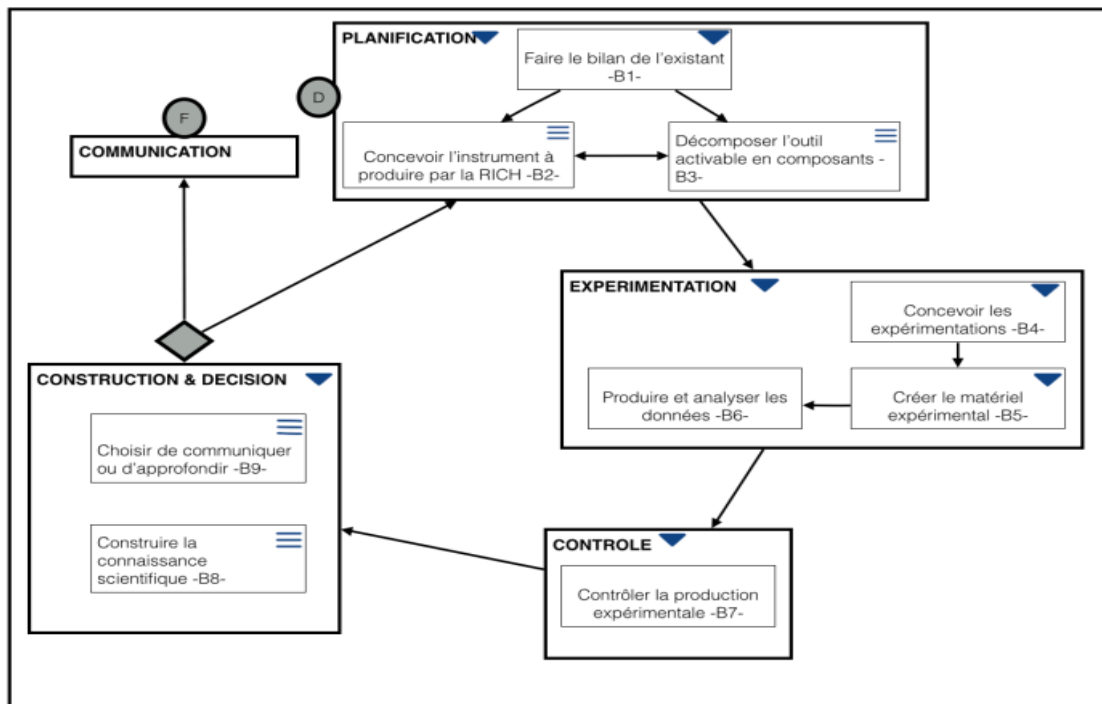


Figure 36 : Représentation des 5 sous-processus et des 9 blocs de la méthode THEDRE (Nadine MANDRAN, 2017, p. 114)

Dans la littérature, l'auteur essaye de démontrer l'approche en faisant un détail introductif du schéma.

MANDRAN explique : « La planification de la recherche est initiée par la réalisation de l'état de l'art, qui contraint les deux autres blocs qui eux peuvent être conduits en parallèle (concevoir l'instrument à produire par la RICH¹⁷ et décomposer l'outil activable). Le sous-processus « expérimentation » commence par la conception des expérimentations, qui contraint la création du matériel expérimental, qui elle-même, contraint la production et l'analyse des données. Le sous-processus « contrôle » est le moment du cycle où les indicateurs d'objectifs sont calculés à partir du résultat des expérimentations. Le sous-processus de « Construction et de décision » est composé de deux blocs relatifs à la construction de la connaissance scientifique et à la prise de décision, blocs qui peuvent être menés en parallèle. Ce sous-processus débouche sur une décision à prendre de relancer un cycle par un sous-processus de « planification » ou d'initier le sous-processus de « communication » ».

Les problèmes posés et résolus dans les recherches de MANDRAN, s'intéressent aux « domaines de la recherche en informatique qui intègrent les utilisateurs pour construire de la connaissance scientifique ». Ces domaines concernés sont le domaine des Systèmes d'Information (SI), de l'Ingénierie des Interfaces Homme-Machine (IIHM) et celui des Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain (EIAH). Le problème posé est celui du processus de conduite de la recherche et de la traçabilité des résultats et de la qualité des données. Cette méthode offre des outils conceptuels et techniques pour garantir la traçabilité du processus de conduite de la recherche.

Synthèse du chapitre

Ce chapitre concernait l'approche méthodologique. Son objectif était de définir et développer en détail la méthodologie adoptée pour modéliser le futur système. Il s'agissait dans un premier temps de présenter quelques langages de modélisation en informatique parmi lesquels nous avons opté pour le développement d'un langage de modélisation dédié au système de suivi de vaccination. Pour y parvenir, nous avons parlé de la construction de

¹⁷ Recherche en Informatique Centrée Humain.

langages de modélisation dédiés en présentant des concepts de modélisation, distinguant les langages standards des langages dédiés, dégageant le processus de développement et le cycle d'évaluation d'un langage de modélisation dédié pour aboutir à spécifier la qualité de ces langages. Avec une présentation de l'approche général développée, nous avons également développée les syntaxes abstraites et concrètes du langage proposé. Avant de clôturer le chapitre par une brève présentation de la méthode utilisée (la méthode THEDRE), nous avons adapté le langage LMSV proposé et fait la spécification ainsi que la conceptualisation du système à l'aide des concepts de ce langage.

Dans le chapitre suivant, nous allons présenter les produits (applications développées) en conséquence de cette méthodologie et cette modélisation...

CHAPITRE QUATRIEME

SOLUTION LOGICIELLE vConnect

Le chapitre précédent, il était question de présenter le langage de modélisation de suivi de vaccination ainsi que modéliser ce système. Dans ce chapitre, nous présentons son implémentation dans des applications web et mobile. Quelques interfaces permettant l'interaction de différents acteurs/utilisateurs avec le système sont présentées pour faciliter une première prise en main du système développé.

I. FONCTIONNALITES DE LA SOLUTION

La solution proposée offre des accès distincts ; dans la partie mobile, seule une mère est autorisée à utiliser le système tandis que la partie web comprend deux profils : un profil pour l'agent de l'hôpital ou professionnel de santé et un autre pour l'administrateur système. Dans le web comme dans le mobile, selon le profil de chacun, un ensemble de fonctionnalités est offert. La spécification suivante le démontre :

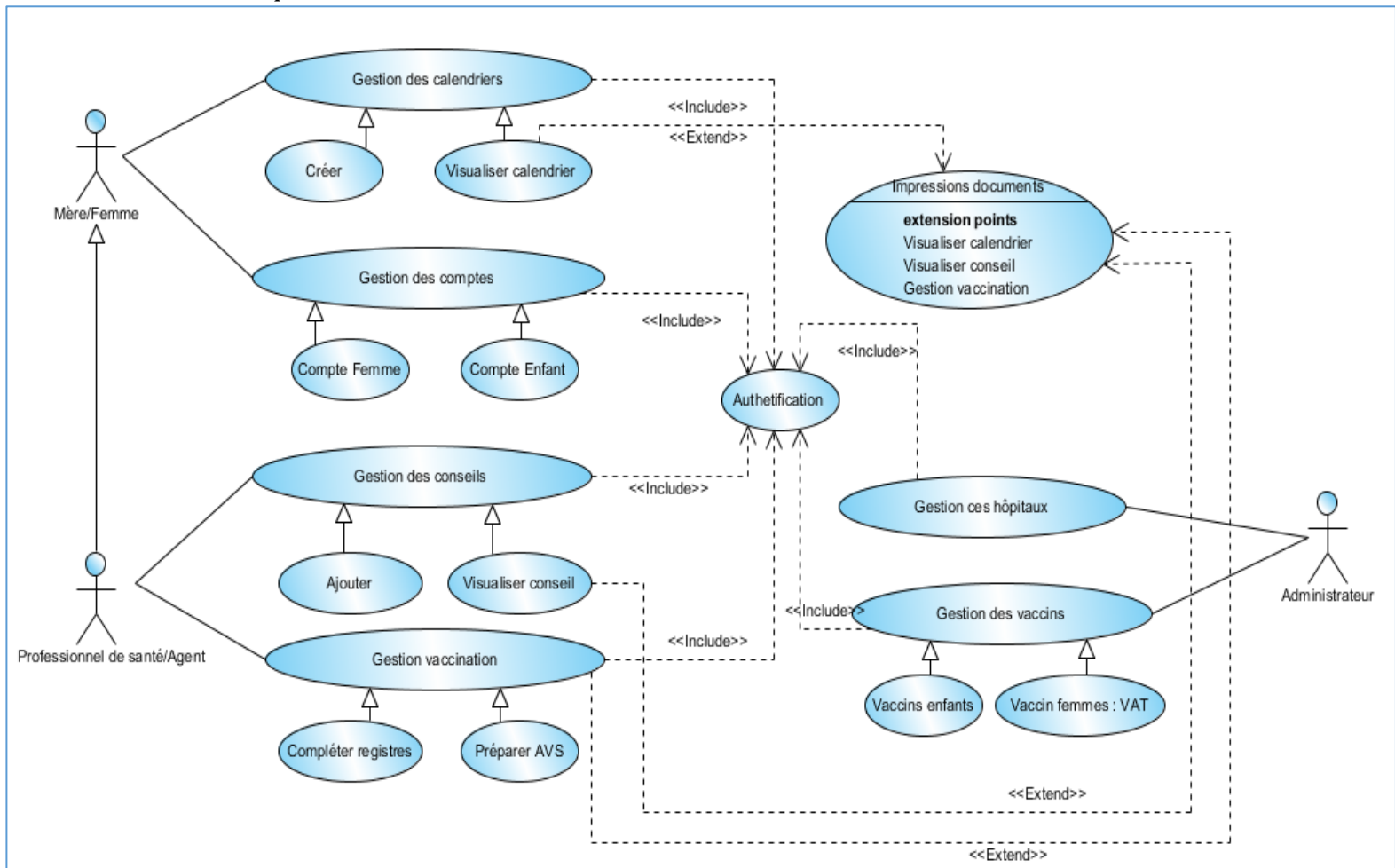


Figure 37 : Fonctionnalités du système vConnect

II. MISE EN ŒUVRE DE LA SOLUTION LOGICIELLE

Dans la présente section, nous parlons de l'architecture utilisée pour développer le système ainsi que des technologies auxquelles nous avons fait recours.

II.1. Architecture logicielle

Les applications web et mobile proposées ont été implémentée en suivant l'architecture orientée services (ou SOA, Service-Oriented Architecture). Pouvant intégrer l'architecture MVC (Model-View-Controller) dans sa mise en œuvre, chose non faite pour le cas de ce travail, elle est un modèle qui rend les composants logiciels réutilisables, grâce à des interfaces de services qui utilisent un langage commun pour communiquer via un réseau.

Dans l'architecture SOA, les composants du logiciel qui sont déployés et gérés séparément, communiquent et fonctionnent ensemble sous la forme d'applications logicielles communes. La communication entre différents services pour envoyer des requêtes ou accéder aux données dans le présent travail se fait à l'aide de JSON qui facilite la transmission rapide des données entre le serveur et les applications. A la place, ce sont des modèles ESB (Enterprise Service Bus) ou des UDDI (Universal Description, Discovery and Integration) qui sont utilisés regorgeant sous forme d'un registre tous les services dont on a besoin.

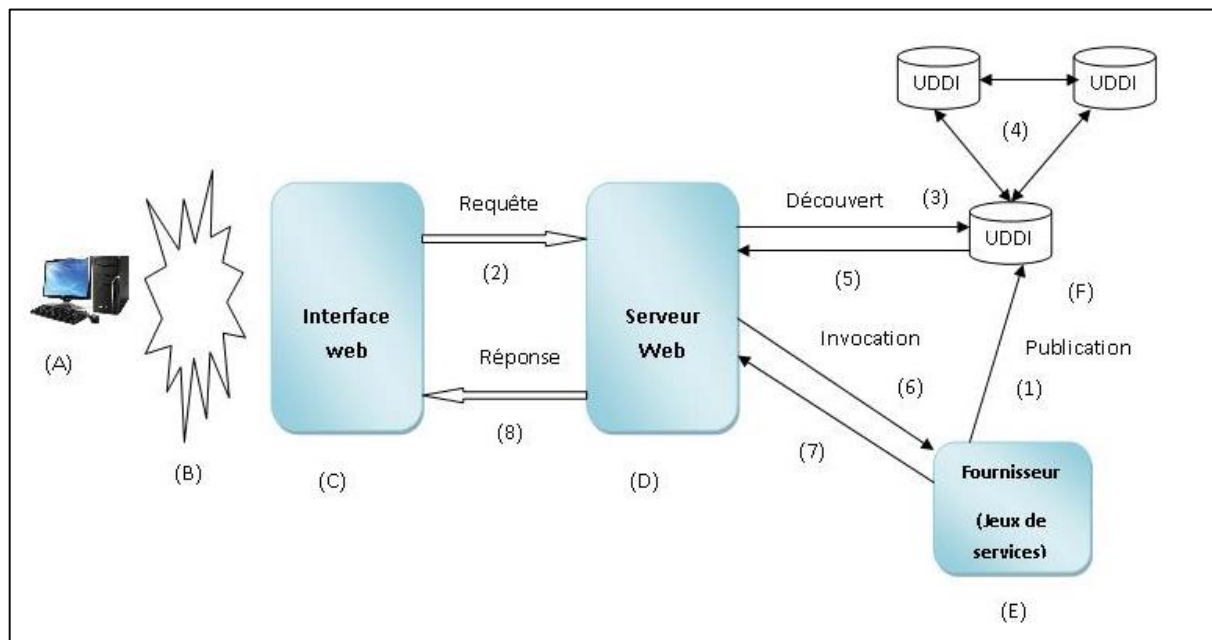


Figure 38 : Architecture Orientée Services : <https://www.institut-numerique.org/33-architecture-orientee-services-resultante-51f7a7fa181e1> : le 28 septembre 2021

- 1 : Le fournisseur, pouvant être considéré comme le back-end ajoute des services utilisables.
 - 2 : Un utilisateur peut lancer une requête en demande d'un service ;
 - 3 : Le serveur web va rechercher le service demandé dans le registre des services ;
 - 4 : Le registre peut communiquer avec d'autres s'il ne parvient pas à satisfaire à la demande ;
 - 5 : Si le service est trouvé, la réponse est renvoyée au serveur web, qui va maintenant passer au point 6 pour l'exécution de la requête ;
- Les points 7 et 8 acheminent la réponse vers le client demandeur.

C'est de cette manière que le décodage d'information se passe avec JSON quand nous l'utilisons pour faire communiquer le front-end de notre application flutter avec le back-end écrit en PHP-MySQL.

II.2. Choix des technologies

Le système entier développé a utilisé les technologies suivantes :

Le framework flutter



Flutter est la boîte à outils d'interface utilisateur de Google pour créer de belles applications compilées en natif pour les appareils mobile, Web, de bureau et embarqués à partir d'une base de code unique. (<https://flutter.dev/>) Nous l'avons utilisé pour la présentation des interfaces.

Le langage Dart



Langage de programmation, côté client. Dart est un langage optimisé pour le client pour les applications rapides sur n'importe quelle plate-forme. (<https://dart.dev/>) Il est utilisé avec flutter.

Le langage SQL



Langage utilisé pour l'interrogation et la manipulation de la base de données. Il permet la création et la manipulation de données. (<http://www.indg.fr/MOE/sql.html>)

Le langage PHP



Langage de programmation utilisé côté serveur. Il est plus souvent utilisé dans le développement web.

Le format JSON



Le formatage JSON a été utilisé pour nous permettre d'envoyer nos requêtes de l'application flutter, en passant par des fichiers PHP, dans la base de données. Pour la récupération, c'est la même opération. JSON est utilisé à la fois côté client et côté serveur.

L'API Easy Send SMS



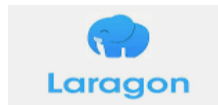
C'est l'API de messagerie utilisé pour envoyer des notifications concernant les vaccinations prévues dont les dates sont déjà à l'échéance.

Le SGBD MySQL



Les serveurs MySQL sont des serveurs simples à utiliser pour des bases de données

Gestionnaires
de serveur



L'utilitaire Laragon regroupe tous les serveurs pour la gestion des BD ainsi que l'interprétation des fichiers PHP, il fonctionne en local. Nous avons recouru à Hostinger pour héberger temporairement notre back-end et nous éviter de changer chaque fois des adresses IP quand nous travaillons en local.

Pour utiliser ces technologies, nous avons utilisé certains environnements de développement pour implémenter les algorithmes. Il s'agit de :

Visual Studio Code



Un éditeur de code très puissant prenant en charge tous les langages de programmation en ayant installé les extensions.

II.3. Outils matériels

Pour mener à bon port la réalisation de ce travail, nous avons utilisé les équipements suivants :

- Un ordinateur HP ProBook 4430s avec les caractéristiques suivantes :
 - Processeur : Intel(R) Core(TM) i5-2410M CPU @ 2.30GHz 2.30 GHz ;
 - RAM : 8,00 Go ;

- Système d'exploitation : Windows 10 Professionnel version 20H2.
- Téléphones utilisés pour le test :

Nom de l'appareil	CPU	RAM	Résolution de l'écran	Version Androïde
TECNO SPARK 7P	Helio G70	4,00 GB	720 x 1640 px	11
Galaxy S6 edge	ARM-Cortex	3,00 Go	1440 x 2560 px	6.0.1
Itel P12	ARMv7	513 Mo	854 x 480 px	6.0

Tableau 5 : Téléphones de test

Dans la section suivante, nous allons présenter la solution logicielle. Avant de présenter les interfaces, nous allons présenter le plan de la plateforme.

III. PRESENTATION DE LA SOLUTION LOGICIELLE

Dans cette section, nous allons présenter les différentes interfaces de la plateforme. Chacune d'elle sera détaillée en fonction du profil de l'utilisateur.

III.1. Plan de l'application

- Profil Mère

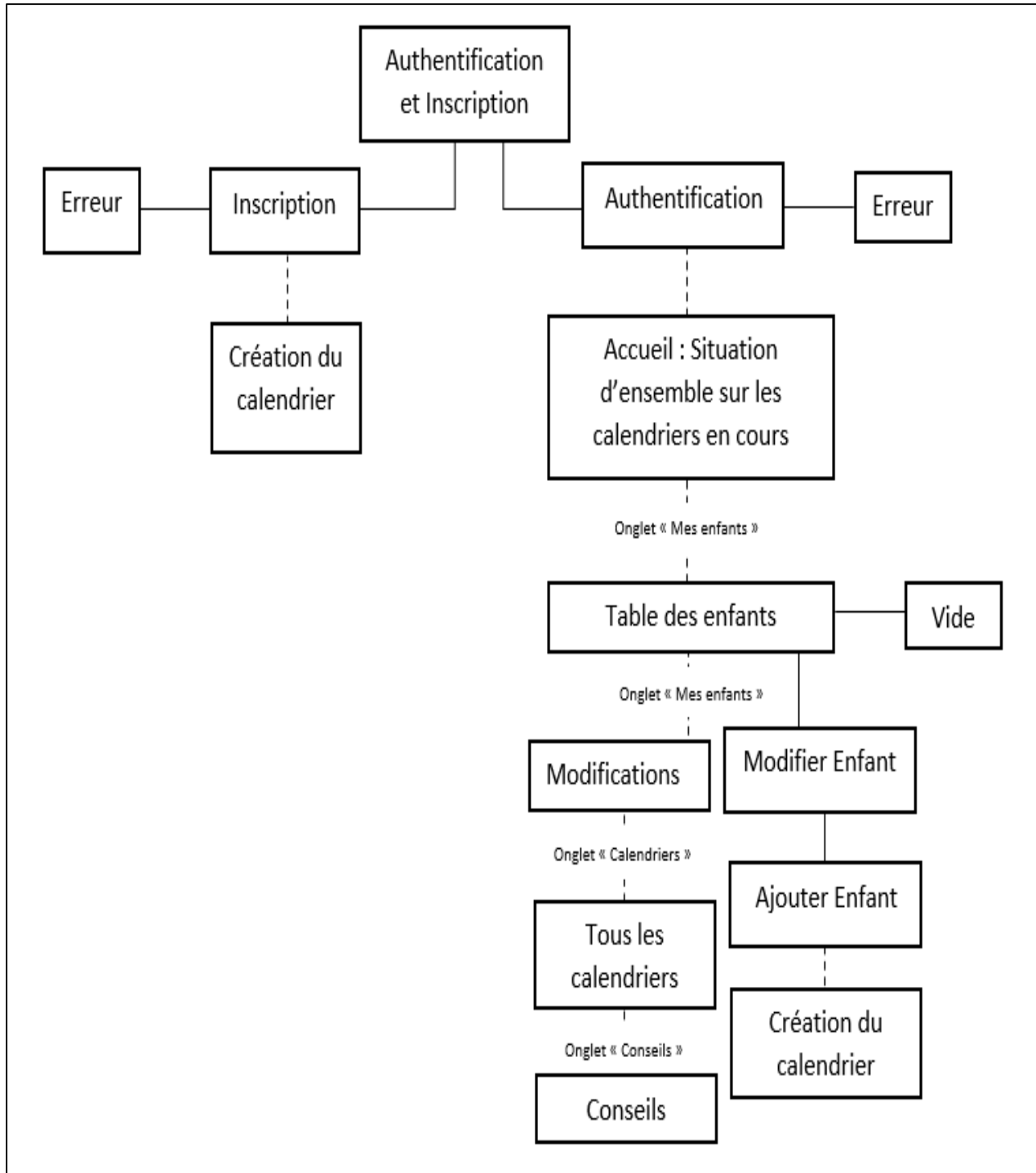


Figure 39: Plan d'application profil mère

- Profil Professionnel de santé

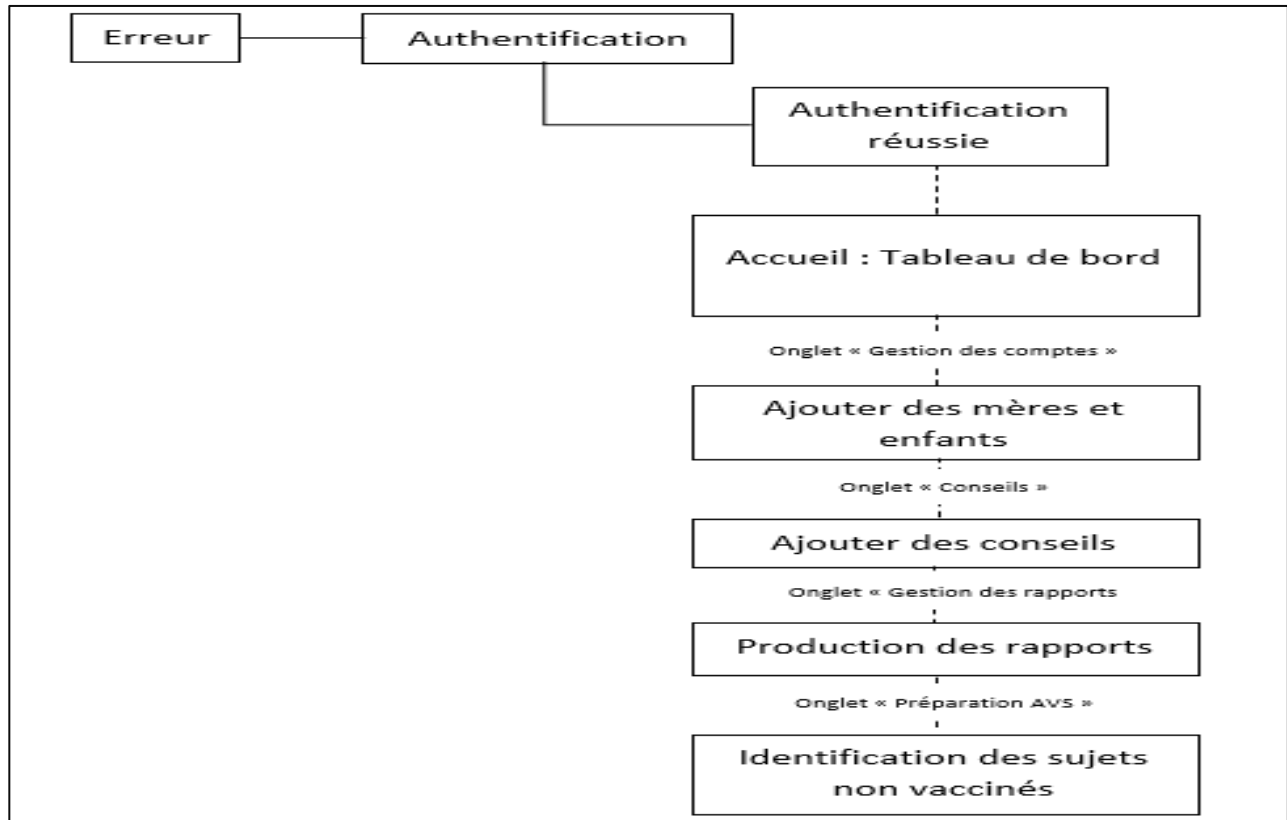


Figure 40 : Plan de l'application profil Professionnel de santé

- Profil Administrateur

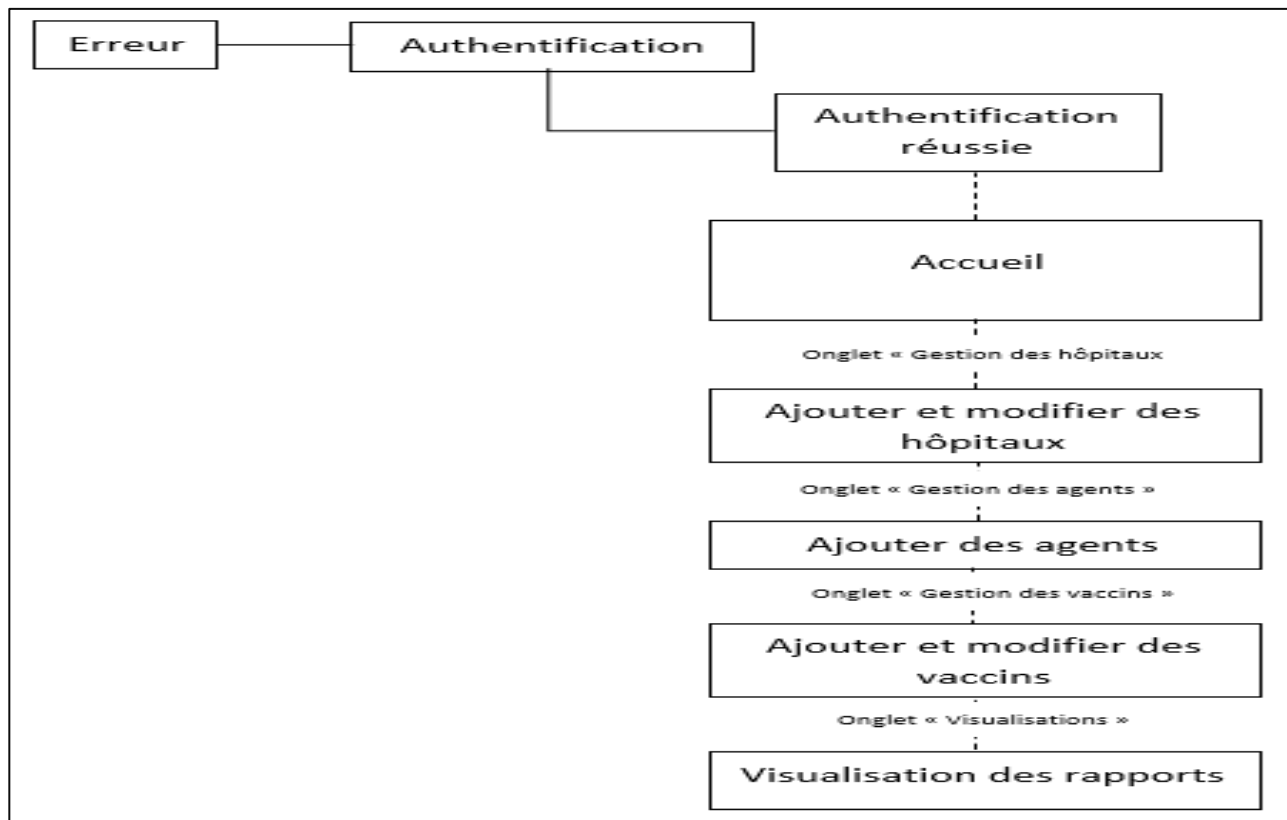


Figure 41 : Plan de l'application profil Administrateur

III.2. Présentation de quelques interfaces

III.2.1. Partie web

1. Interface de connexion

Cette interface présente pour le professionnel de santé et l'administrateur, l'espace d'identification. Avant de fournir les identifiants de connexion, l'utilisateur est appelé à spécifier le type de connexion qui lui correspond.

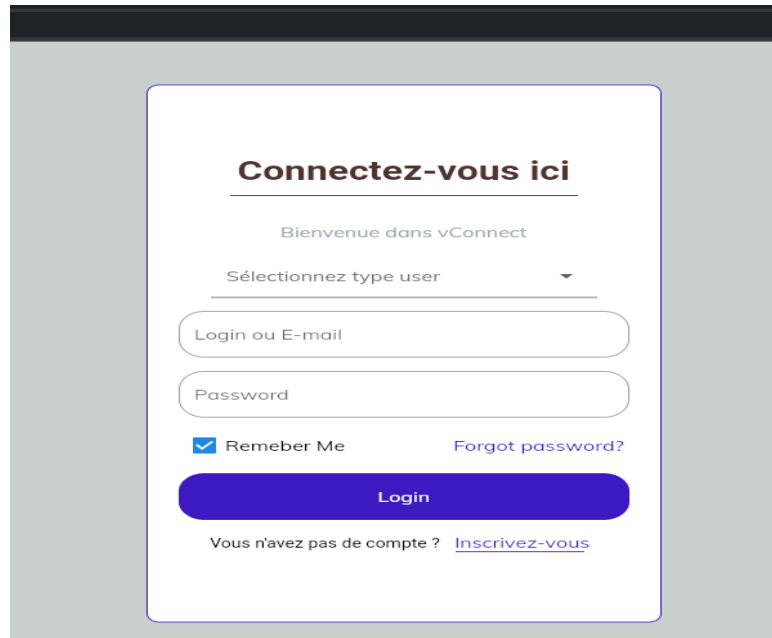


Figure 42 : Formulaire de connexion web

2. Accès pour le professionnel de santé

- Interface d'accueil : Une fois connecté le professionnel de santé se retrouve sur son tableau de bord lui offrant des vues de différentes données quantitatives. Sur cette interface il a plusieurs onglets lui permettant d'effectuer toutes ses tâches. Il effectue des opérations de vaccination sur cette interface.

Il voit quelques chiffres dont :

- Le nombre de sujets attendus pour la vaccination. Ce nombre est la somme des enfants et mères dont les calendriers sont atteints et toujours non vaccinés et liés à l'hôpital connecté. Ils sont repris dans les tables sur le formulaire ;
- Le nombre de sujets vaccinés au courant de la journée ;
- Le total des vaccinés pour le mois en cours
- Un graphique montrant l'historique de vaccination des mois passés.

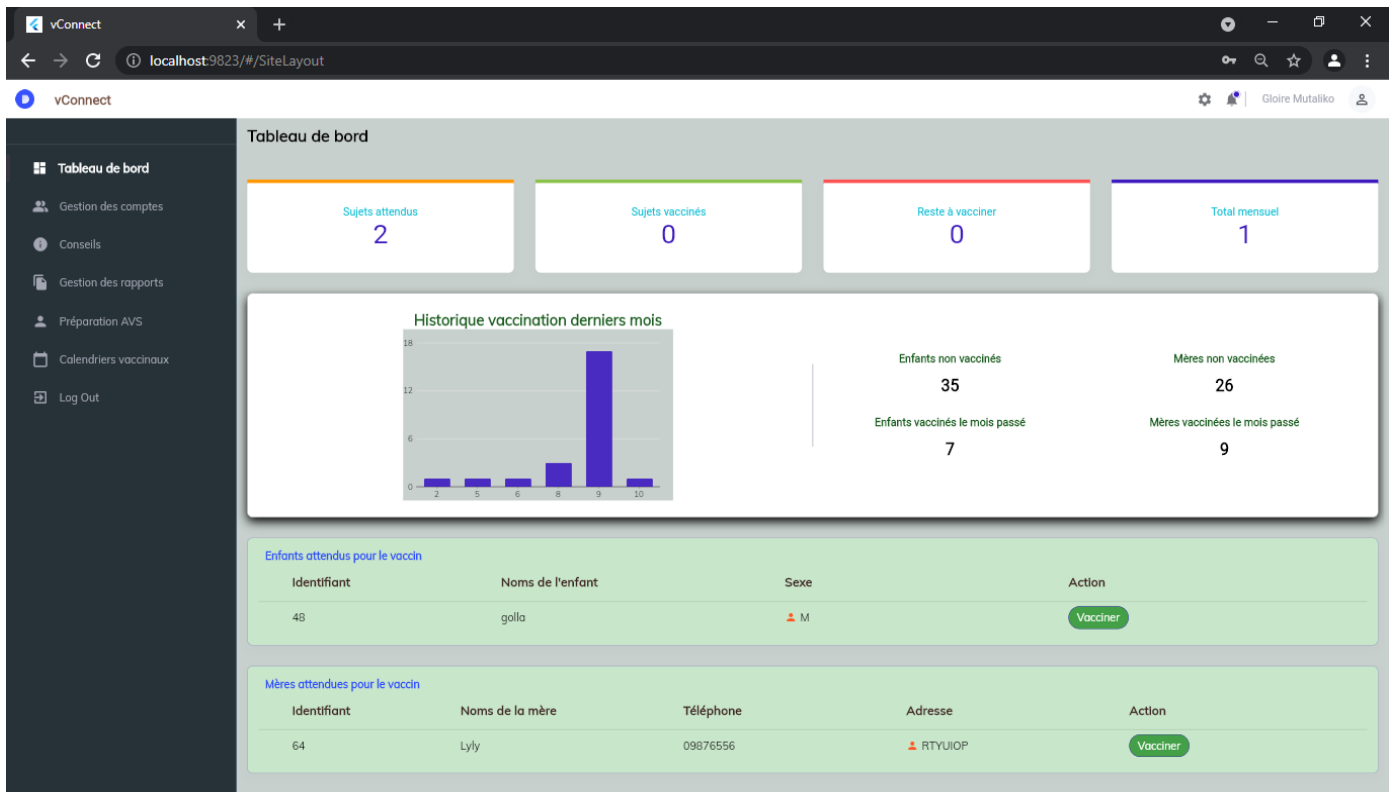


Figure 43 : Dashboard agent connecté

- Gestion des comptes :

The screenshot shows the 'Gestion des comptes' page with two modal windows open:

- AJOUTER ENFANT:**
 - Noms
 - Lieu Naissance
 - Date de naissance
 - Sélectionnez Sexe
 - Poids
 - Taille
 - Num carte
 - Sélectionnez mère
 - Enregistrer
- AJOUTER MERE:**
 - Noms
 - Date de naissance
 - Téléphone
 - Adresse
 - Login
 - Mot de passe
 - Confirmer
 - PREPARATION DU CALENDRIER
 - Combien de doses avez-vous déjà reçu ? (0 to 5)
 - Ne sélectionner la date que si vous avez déjà reçu une ou plusieurs doses
 - Date dernière dose
 - Enregistrer

The background page shows statistics for 'Total enfants' (46) and 'Total mères' (26), along with a list of children and mothers with their respective details and actions.

Figure 44 : Interface de gestion des comptes avec des fenêtres modales d'enregistrement

Sur cette interface, l'agent a la possibilité d'ajouter les mères et les enfants mais aussi modifier leurs informations. Cette fonctionnalité permet aux mères n'ayant pas de téléphone mobile d'être quand même enregistrées dans le système. Notons que l'ajout d'un sujet crée automatiquement son calendrier. Pour l'enfant, le calendrier est créé en fonction de l'âge déjà atteint par celui-ci. Pour la mère, le calendrier est créé en fonction de doses déjà reçues et de la date de réception de la dernière dose.

L'agent peut effectuer d'autres actions prévues dans les autres onglets. Il s'agit de l'ajout des conseils, la production des rapports vaccinaux, la préparation des AVS et la visualisation des calendriers vaccinaux.

3. Accès pour l'administrateur

- Interface d'accueil : Une fois connecté le système affiche la page d'accueil pour l'administrateur. C'est son tableau de bord. Sur cette interface 3 onglets lui permettent d'effectuer toutes ses tâches. Il voit quelques chiffres dont :
 - Le nombre total des enfants, mères et agents inscrits ainsi que les hôpitaux enregistrés ;
 - Le nombre de vaccinations pour les enfants et pour les femmes ;
 - Le nombre de mères et enfants enregistrés mais n'ayant reçu aucun vaccin ;
 - Le nombre de vaccination pour le mois passé.
 - On y retrouve également un histogramme des vaccinations des mois passés.

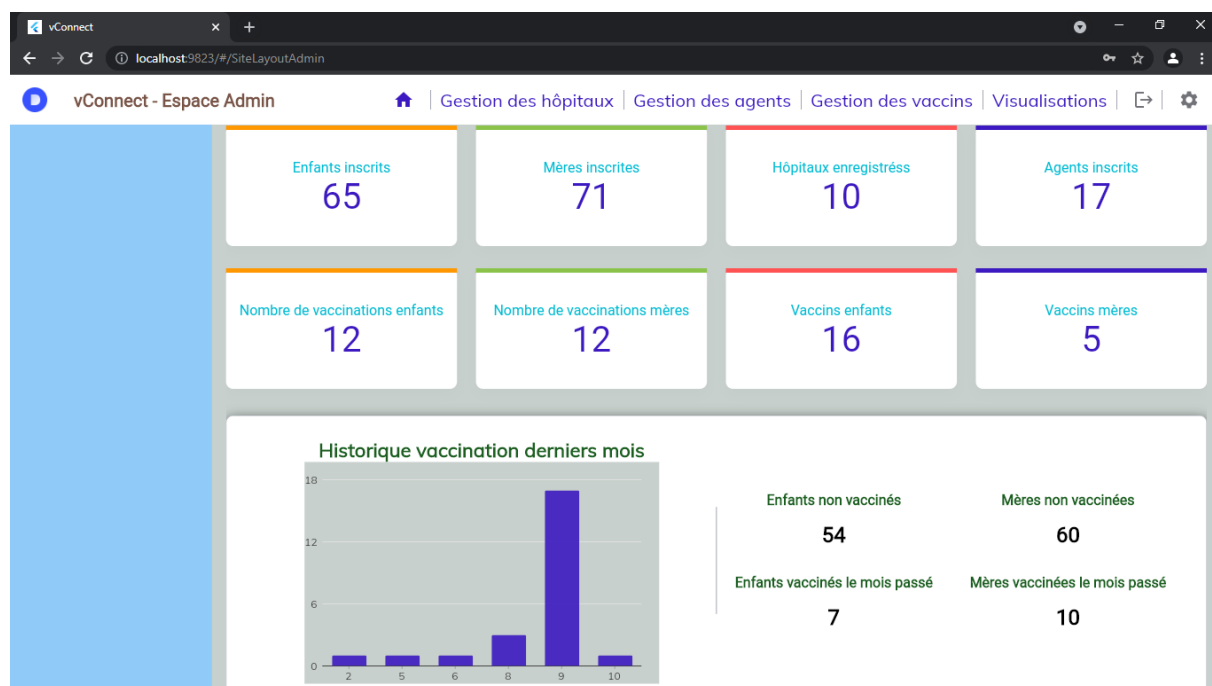


Figure 45 : Dashboard administrateur

- Gestion des hôpitaux : C'est l'interface permettant d'ajouter des nouvelles structures hospitalières dans le système. Sur cette page, il a aussi la possibilité de modifier les informations sur les hôpitaux. Sur l'interface, une statistique d'hôpitaux par commune visible en haut avec à la fin le total de tous les hôpitaux enregistrés dans le système.

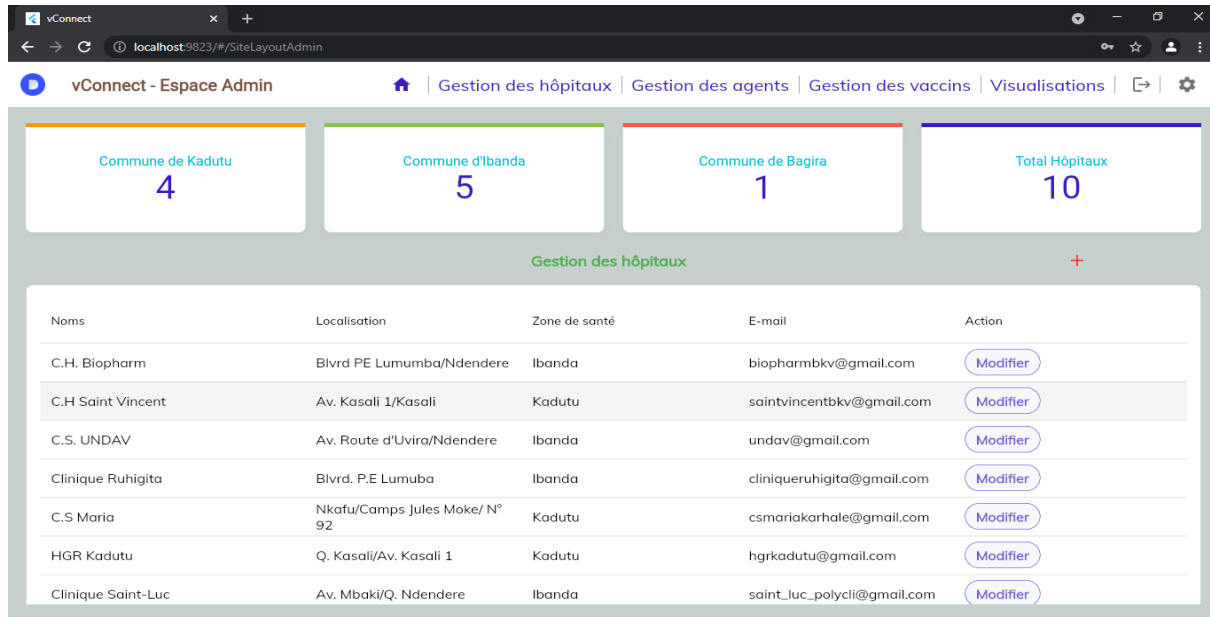


Figure 46 : Gestion des hôpitaux

Les autres onglets jouent respectivement leurs rôles de la même manière que pour les hôpitaux. Il s'agit des enregistrements et modifications sauf pour la gestion des agents où il n'y a pas de module de modification. Il sied également de signaler que pour l'ajout des agents, les identifiants de connexion sont créés par défaut et celui-ci pourra les modifier plus tard lorsqu'il sera connecté.

III.2.2. Partie mobile

La partie mobile de la plateforme est réservée pour les femmes/mères. Elle leur sert principalement à gérer les comptes de leurs enfants ainsi que voir les calendriers de ceux-ci mais également voir les conseils prodigués par les professionnels de santé.

1. Interface de connexion

C'est l'interface sur laquelle la mère s'identifie pour se connecter au système. Elle est appelée à fournir son login et son mot de passe. Si elle n'a pas de compte, elle a la possibilité de s'en créer une pour se connecter après.

La création d'un compte par la mère elle-même lui permet de définir directement ses paramètres de connexion. A la suite, un calendrier vaccinal sera créé automatiquement après enregistrement. Pour ce faire, elle est appelée à spécifier sa situation vaccinale avant enregistrement au système. Il s'agit notamment de signaler, le cas échéant, le nombre de VATs qu'elle a déjà reçu et la date de la dernière dose dans ce cas.

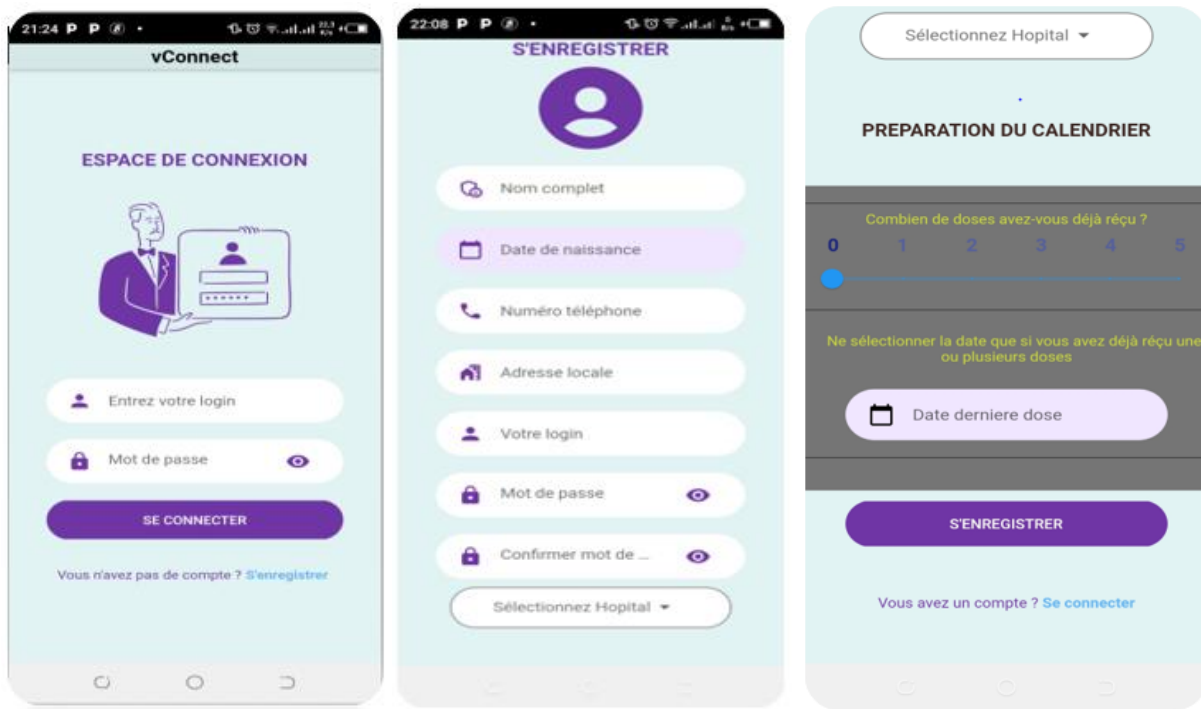


Figure 47 : Interfaces de connexion de la mère et son enregistrement au système

Sur l'espace de connexion, si la mère est déjà enregistrée au système, en ayant fourni des bons paramètres de connexion, elle peut maintenant accéder à sa page d'accueil.

2. Page d'accueil pour la mère

Sur cette interface, la mère peut voir la liste de ses enfants ayant un calendrier en cours. Cette liste reprend les noms des enfants la date prévue pour la vaccination et le nombre de jours restant avant le programme de vaccination. Une fois le délai dépassé, le nombre de jours devient négatif. Les enfants sont rangés selon le nombre de jours restants par ordre croissant.

La page a une barre de menus en bas avec des commandes permettant d'accéder aux interfaces de gestion des enfants, de visualisation de ses propres informations, des calendriers de ses enfants et de visualisation des conseils. Cette interface est représentée dans la figure suivante :

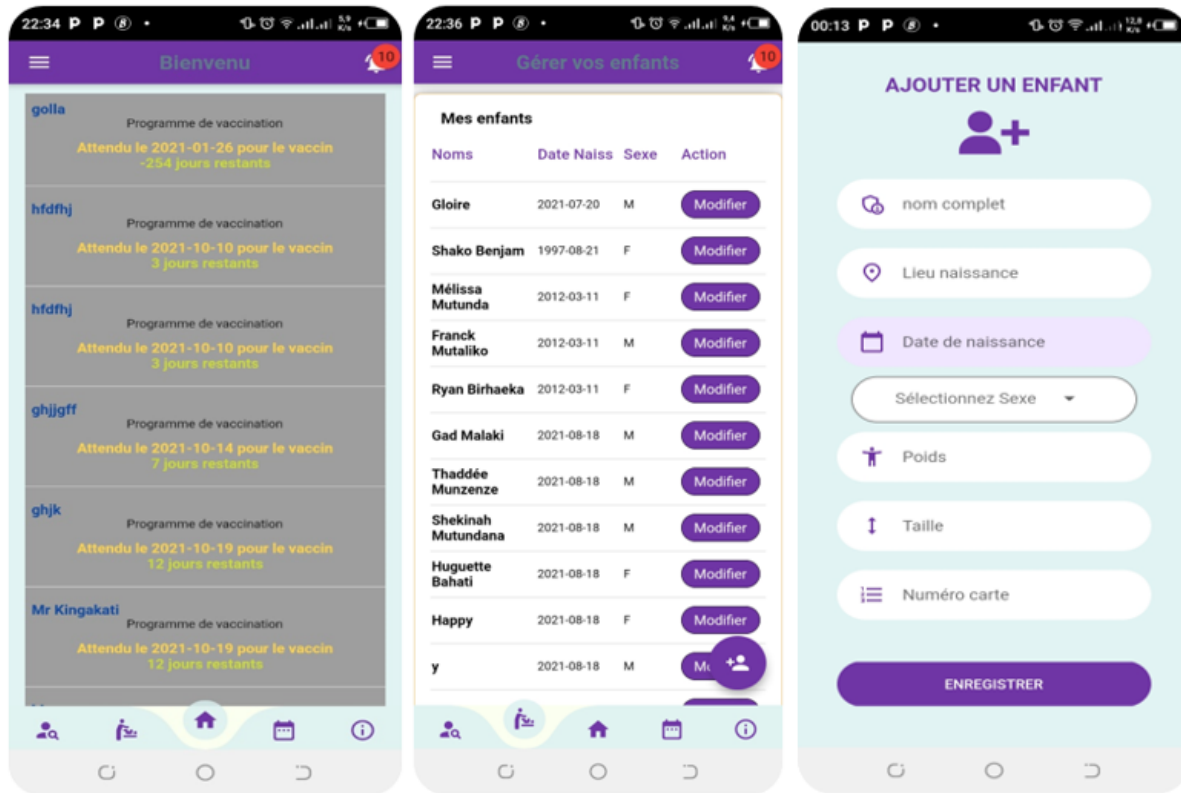


Figure 48 : Page d'accueil de la mère, page de gestion des enfants et formulaire d'ajout d'un enfant

On accède au formulaire d'ajout d'un enfant en appuyant sur le bouton  situé en bas de l'interface. Lors de l'enregistrement de l'enfant, il part avec l'identifiant de la mère connectée et de l'hôpital auquel celle-ci est affectée. Les boutons « Modifier » servent à mettre à jour les informations de l'enfant de la ligne sélectionnée. L'interface des conseils se présente comme suit :



Figure 49 : Interface des conseils

III.2.3. Rapports vaccinaux

Nous avons produit quelques documents représentant des rapports vaccinaux. Les documents suivants sont offerts par le système (tous les documents sont produits par hôpital connecté et le condensé est réservé pour l'administrateur :

- La liste des enfants vaccinés par mois ;
- La liste des enfants vaccinés par mois ;
- Liste des enfants vaccinés pour une période couvrant deux dates et une autre pour les mères
- Liste des enfants vaccinés pour un vaccin donné ;
- La liste des abandons au PEV ;
- Etc.

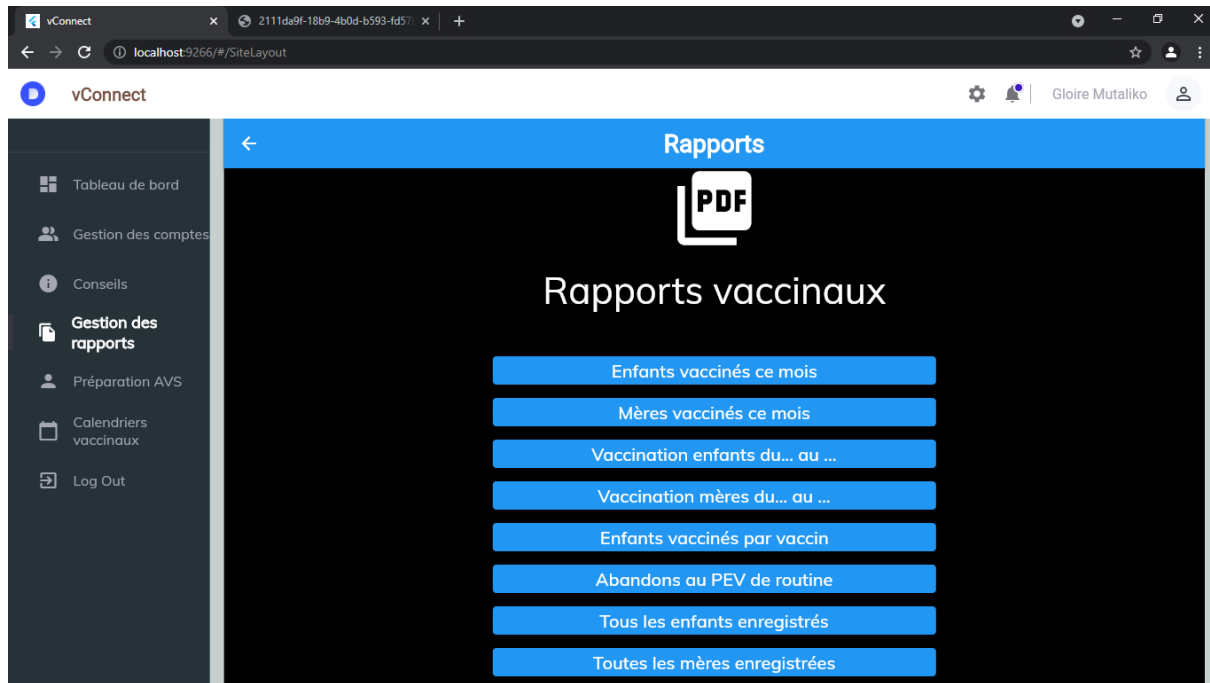


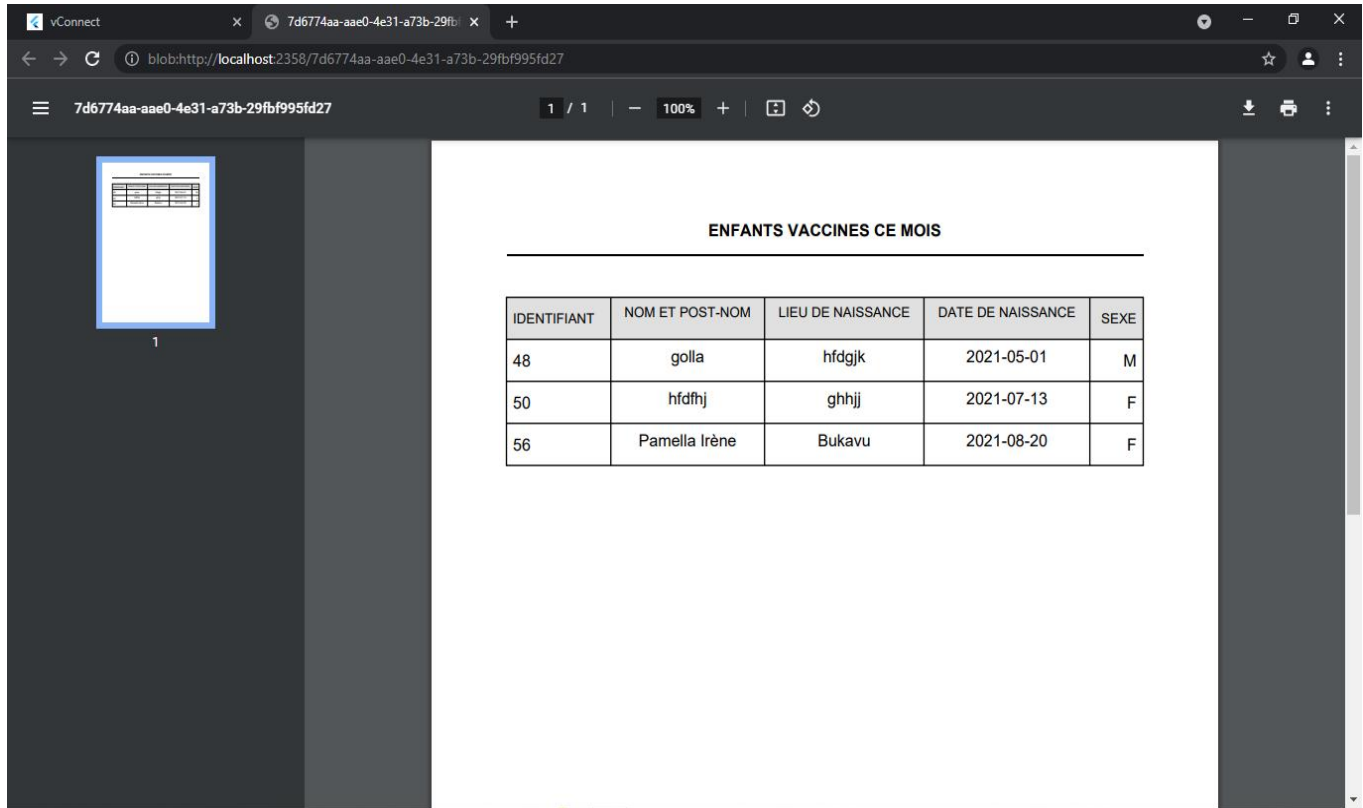
Figure 50 : Interface de production des rapports



Figure 51 : Quelques sous-menus pour la production des rapports

1. Enfants vaccinés par mois

Cette liste correspond à des enregistrements de la base de données pour le registre de vaccination. La liste reprend des données qui correspondent à l'hôpital dont l'agent est connecté. Du côté de l'administrateur, cette liste est très longue parce qu'elle prendra les données de tous les hôpitaux.

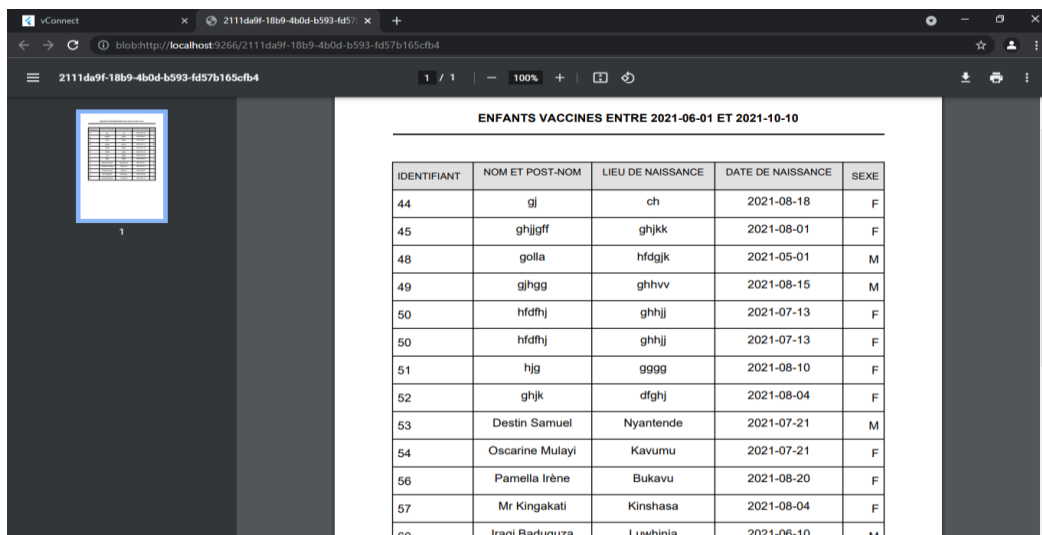


The screenshot shows a web application interface with a sidebar on the left and a main content area. The sidebar contains a thumbnail of the table and the number '1'. The main content area displays the title 'ENFANTS VACCINES CE MOIS' above a table with 5 columns: IDENTIFIANT, NOM ET POST-NOM, LIEU DE NAISSANCE, DATE DE NAISSANCE, and SEXE. The table contains 3 rows of data.

IDENTIFIANT	NOM ET POST-NOM	LIEU DE NAISSANCE	DATE DE NAISSANCE	SEXE
48	golla	hfdgjk	2021-05-01	M
50	hfdthj	ghhjj	2021-07-13	F
56	Pamella Irène	Bukavu	2021-08-20	F

Figure 52 : Liste des enfants vaccinés pour le mois en cours

2. Liste des enfants vaccinés pour une période donnée



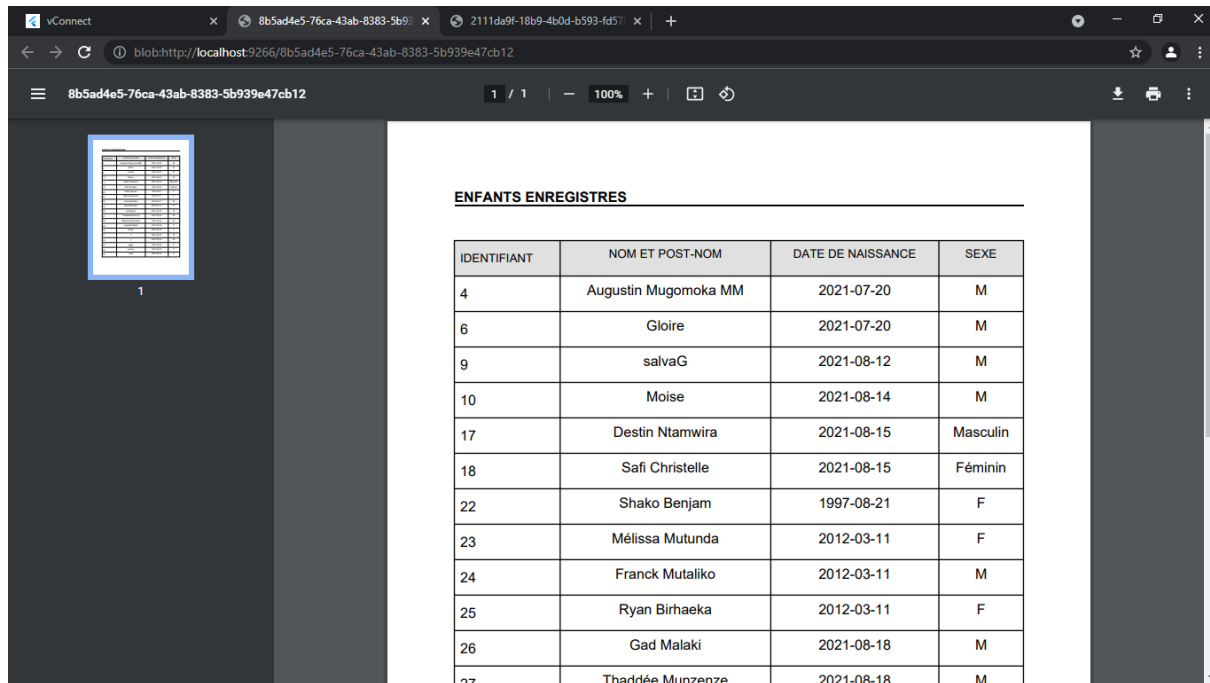
The screenshot shows a web application interface similar to Figure 52, but with a different title: 'ENFANTS VACCINES ENTRE 2021-06-01 ET 2021-10-10'. The table contains 16 rows of data.

IDENTIFIANT	NOM ET POST-NOM	LIEU DE NAISSANCE	DATE DE NAISSANCE	SEXE
44	gj	ch	2021-08-18	F
45	ghjgff	ghjkk	2021-08-01	F
48	golla	hfdgjk	2021-05-01	M
49	ghgg	ghhvv	2021-08-15	M
50	hfdthj	ghhjj	2021-07-13	F
50	hfdthj	ghhjj	2021-07-13	F
51	hjk	gggg	2021-08-10	F
52	ghjk	dfghj	2021-08-04	F
53	Destin Samuel	Nyantende	2021-07-21	M
54	Oscarine Mulayi	Kavumu	2021-07-21	F
56	Pamella Irène	Bukavu	2021-08-20	F
57	Mr Kingakati	Kinshasa	2021-08-04	F
60	Iragi Baduguza	Luwinja	2021-06-10	M

Figure 53 : Vaccination pour une période donnée

Ce rapport, comme pour le précédent, est lié à chaque l'hôpital. Avant de le produire, l'utilisateur choisit deux dates qui couvrent la période pour laquelle on veut produire le document.

3. Liste des enfants enregistrés pour l'hôpital connectée



IDENTIFIANT	NOM ET POST-NOM	DATE DE NAISSANCE	SEXE
4	Augustin Mugomoka MM	2021-07-20	M
6	Gloire	2021-07-20	M
9	salvaG	2021-08-12	M
10	Moise	2021-08-14	M
17	Destin Ntamwira	2021-08-15	Masculin
18	Safi Christelle	2021-08-15	Féminin
22	Shako Benjam	1997-08-21	F
23	Mélissa Mutunda	2012-03-11	F
24	Franck Mutaliko	2012-03-11	M
25	Ryan Birhaeka	2012-03-11	F
26	Gad Malaki	2021-08-18	M
27	Thaddée Munzenze	2021-08-18	M

Figure 54 : Enfants enregistrés pour un hôpital

Synthèse du chapitre

Ce chapitre a été consacré à la présentation de vConnect qui était l'objectif principal de ce travail. Nous avons entamé cette partie en présentant tout d'abord les fonctionnalités du produit, puis l'architecture logicielle utilisée pour le développement. Avant de présenter le plan de l'application, nous avons présenté les besoins dans le choix de technologies à utiliser pour l'implémentation du système.

Pour clôturer le chapitre, nous avons présenté quelques interfaces de vConnect dans ses différents profils utilisateurs et quelques rapports vaccinaux.

CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES

Le présent mémoire, a abordé la problématique liée au suivi de la vaccination des femmes et des enfants dans les 3 zones de santé de la ville de Bukavu. L'objectif majeur de ce travail était donc de pouvoir implémenter une plateforme web et mobile devant servir de solution pour les différents problèmes soulevés par le mode actuel de suivi de vaccination et leurs conséquences sur la vie de la population en général.

Nous avons formulé une hypothèse devant évaluer le système proposé en tant que solution par rapport à la manière de faire existante. A l'aide de la démarche adoptée dans la rédaction de ce mémoire et surtout de la méthodologie utilisée, le problème a été bien compris, les exigences bien appréhendées et les besoins fonctionnelles et non fonctionnelles bien capturés. Cela étant, la plateforme vConnect répond très bien dans sa phase de test et ce contexte nous permet de dire avec aisance que la livraison du produit constituera une résolution du problème plutôt optimale. Notre hypothèse est donc confirmée.

- **Synthèse des contributions**

L'approche générale proposé (Figure N° 15) a permis une première modélisation du système de suivi de vaccination. A partir du langage LMSV, cette approche a permis de concevoir des calendriers vaccinaux personnalisés. Le langage comprend un ensemble de concepts, formalisés avec un méta-modèle (la syntaxe abstraite) et représentés avec une notation graphique (syntaxe abstraite), conformes à la terminologie utilisée dans le suivi de vaccination. Un savoir scientifique a été donc créé en ce qui concerne la modélisation du système.

D'un point de vue pratique, le système de santé de la ville de Bukavu, pour la phase de lancement de l'application, dispose d'une solution assurant un suivi personnalisé dans la vaccination et devant améliorer le taux de vaccination au niveau local. Cette solution offre, parmi tant d'autres, les avantages suivants :

- Enregistrement des enfants et des mères sur un seul support centralisé ;
- Création des calendriers personnalisés à l'enregistrement des sujets et pour la suite lors de leurs vaccinations ;
- Un système de rappel par notification via un sms pour les rendez-vous atteints ;

- Une liste raffinée de conseils, de sensibilisation et de formation sur la vaccination désormais entre les mains de chaque femme utilisant un smartphone ;
- Des rapports vaccinaux centralisés automatiquement ;
- **Perspectives**

En vue de l'amélioration du système implémenté, les actions suivantes peuvent être ajoutées :

- Permettre aux utilisateurs de la partie mobile de travailler hors ligne et faciliter la synchronisation ;
- Pour le long terme développer une application de santé très complète faisant intervenir tous les aspects de la e-Santé.

En plus de ce qui est dit, nous restons ouverts aux remarques et aux recommandations de nos différents lecteurs et évaluateurs. Ces genres d'observations devront mériter une correction scientifique valable permettant l'amélioration et la perfection de l'esprit scientifique auquel nous nous sommes initiés.

Bibliographie

1. Thèses

- Chloé Genève. *État des lieux de la E-santé en 2020, étude d'une application mobile de santé*. Sciences pharmaceutiques. 2020. ffdumas-02971517ff
- M. Mahmoud CISSE (2019), *Impact de la e-santé sur l'accès aux soins spécialisés des populations maliennes vivant en milieu rural : cas de TELEDERMALI*, Faculté de Médecine et d'Odontostomatologie, U.S.T.T-B
- Delphine Delarue. *Les applications mobiles de santé sont-elles efficaces pour améliorer l'observance des patients en médecine générale ?* Revue de la littérature. Médecine humaine et pathologie. 2017. ffdumas-01681758ff
- Amira Derradji. *Intégration automatisée de l'expertise du patient dans le suivi à distance de sopathologie chronique. Informatique mobile*. Université Grenoble Alpes, 2017. Français. ffNNT :2017GREAM060ff. fftel-01864892v2ff
- Valentin Gauthier. *Développement d'un langage de programmation dédié à la modélisation géométrique à base topologique, application à la reconstruction de modèles géologiques 3D*. Langage de programmation [cs.PL]. Université de Poitiers, 2019. Français. ffNNT : 2019POIT2252ff. fftel-02103457
- Nadine Mandran. *THEDRE : langage et méthode de conduite de la recherche : Traceable Human Experiment Design Research. Interface homme-machine* [cs.HC]. Université Grenoble Alpes, 2017. Français. ffNNT : 2017GREAM014ff. fftel-01681384ff
- Suzy Hélène Germaine TEMATE NGAFFO, *Des langages de modélisation dédiés aux environnements de méta-modélisation dédiés*. Université de Toulouse, 2012
- Mathieu Bagot. *Plateforme adaptative pour le suivi de l'état de santé de patients mobiles*. Autre. Université de Bretagne Sud, 2020. Français. ffNNT : 2020LORIS560ff. fftel-03117450v2ff
- David HOFF, *L'information et la communication autour des maladies respiratoires : De la recherche d'information du malade à la construction sociale d'un champ*. Université de Lorraine. 2012
- Cyril Drouot. *Croyances, usages discursifs et éthiques en communications sur la vaccination contre les papillomavirus humains : Hésitation, défiance, confiance, prudence, utilité... décidément une lutte toute en contrepoints*. Sciences de l'information

et de la communication. Université Côte d'Azur, 2018. Français. ffNNT : 2018AZUR2025ff. fftel-02275825ff

- KHAOULA SASSIOUI, *La vaccination*, Université Mohammed V, 2010

2. Articles et revues scientifiques

- Dubreuil M. *E-santé : décryptage des pratiques et des enjeux*. Observatoire régional de santé Île-de-France. 2019.
- Nadine Mandran, Sophie Dupuy, Agnès Front, Dominique Rieu, *Démarche centrée utilisateur pour une ingénierie de langages de modélisation de qualité*, Laboratoire d'Informatique de Grenoble – Université de Grenoble, 2015, CNRS
- Karim Mohammed Nabil, *Apport du Smartphone dans la pratique médicale*, Université CADI AYYAD, 2019
- Annick Guimezanes, Marion Mathieu et Elifsu Sabuncu, *Vaccinations*, 2014

3. Mémoires

- MANSOURI Bilal, *Un système de prise de rendez-vous en ligne pour une clinique*, mémoire de master, Inédit, Université de M'SILA,
- Ahouéfa Pascale Ninon KPOSSOU, *Développement d'une plateforme de gestion des rendez-vous et des dossiers médicaux dans les établissements de santé*, mémoire, Inédit, Institut de Formation et de Recherche en Informatique, 2017
- MURHULA KABI Grâce, *Conception et réalisation d'une application de reconnaissance faciale pour la gestion des présences : cas des agents de l'ISP-BUKAVU*, mémoire, Inédit 2017
- KASHISHO KALUZI Rodrigue, *Développement d'un ALPR/OCR pour le contrôle des droits de circulation routière*, mémoire, Inédit, 2020

4. Ouvrages et référentiels

- Ministère de la santé : secrétariat général (2006), *Recueil des normes de la zone de santé*, Kinshasa, inédit
- OMS (2012), 1 : *Maladies ciblées et vaccins*.
- OMS (2020), *Vaccination systématique recommandée – Résumé des notes d'information*
- OMS (2013), *Plan d'action mondial pour les vaccins 2011 – 2020*, ISBN 978 92 4 250498 9

- Ministère de la santé : Programme élargi de vaccination (2014), *Plan pluri annuel du PEV de la République Démocratique du Congo, 2015 – 2019*, Kinshasa, inédit
- ASIP Santé (2016), *Cadre commun des projets de e-Santé*. Paris
- Joseph Gabay et David Gabay (2008), *UML2 Analyse et Conception : Mise en œuvre guidée avec cas études des cas*, DUNOD, Paris, ISBN 978-2-10-053567-5
- OMS (2016), *Stratégies et pratiques mondiales de vaccination systématique (SPMVS) : document complémentaire du plan d'action mondial pour les vaccins (PAMV)*.
- OMS, *Planification et mise en œuvre d'activités de vaccination supplémentaires de haute qualité avec des vaccins injectables. Exemple des vaccins contre la rougeole et la rubéole : guide pratique*. Genève : Organisation mondiale de la Santé ; 2017. Licence : CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

5. Webographie

- <http://uis.unesco.org/fr/glossary-term/technologies-de-linformation-et-de-lacommunication-tic> : 11 mai 2021
- <https://www.google.cd/amp/s/whatis.techtarget.com/fr/definition/plateforme%3famp=1> : consulté le 1^{er} juin 2021 à 12h23'
- <https://www.who.int/fr/news-room/q-a-detail/vaccines-and-immunization-what-is-vaccination> : Consulté le 4 juin 2021 à 00h54'
- <https://korben.info/e-sante.html> : Consulté 5 juin 2021
- https://www.researchgate.net/figure/Pyramide-de-modelisation-delOMG_fig8_280646673 : Consulté le 5 juillet 2021
- <https://www.redhat.com/fr/topics/cloud-native-apps/what-is-service-orientedarchitecture> : Consulté le 4 octobre 2021
- <https://www.institut-numerique.org/33-architecture-orientee-services-resultante-51f7a7fa181e1> : Consulté le 28 septembre 2021
- <https://www.reussirsonexetat.com/5-rendez-vous-de-vaccination/> : Consulté le 18 mai 2021
- https://path.azureedge.net/media/documents/APP_drc_landscape_rpt_fr.pdf : Consulté le 31 mars 2021
- <http://uaps2019.popconf.org/uploads/191053> : consulté le 1^{er} Avril 2021
- https://www.who.int/immunization/policy/Immunization_routine_table1_FR.pdf : Consulté le 03 mai 2021

- https://www.ors-idf.org/fileadmin/DataStorageKit/ORS/Etudes/2019/iSante/ORS_FOCUS_e_sante.pdf : Consulté le 24 juin 2021
- <https://www.irdes.fr/documentation/syntheses/e-sante.pdf> : Consulté le 24 juin 2021
- https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2019-10/e_sante_essentiel_en_4_pages.pdf : Consulté le 22 avril 2021
- https://www.has-sante.fr/jcms/c_2681915/fr/referentiel-de-bonnes-pratiques-sur-les-applications-et-les-objets-connectes-en-sante-mobile-health-ou-mhealth : Consulté le 22 juillet 2021
- <https://www.redhat.com/fr/topics/cloud-native-apps/what-is-service-oriented-architecture> : Consulté le 28 septembre 2021

6. Sites web les plus consultés

- <https://pub.dev/>
- <https://flutter.dev/>
- <https://dart.dev/>
- <https://www.who.int/fr>
- <https://www.theses.fr>
- <https://stackoverflow.com/>
- <https://github.com/>
- pevrdcongo.cd

TABLE DES MATIERES

EPIGRAPHE	i
DEDICACE	ii
REMERCIEMENTS.....	iii
SIGLES ET ABREVIATIONS.....	iv
LISTE DES TABLEAUX	v
LISTE DES FIGURES.....	v
INTRODUCTION.....	1
1. Problématique	3
2. Hypothèses.....	6
3. Objectifs.....	6
4. Choix et intérêt du sujet	7
a) Intérêt personnel.....	7
b) Intérêt scientifique.....	7
5. Présentation du sujet.....	8
6. Délimitation du sujet	8
7. Méthodes et techniques.....	9
8. Difficultés rencontrées	10
9. Subdivision du travail.....	10
CHAPITRE PREMIER.....	11
REVUE DE LA LITTERATURE	11
I. REVUE THEORIQUE DE LA LITTERATURE	11
I.1. Définition des concepts.....	11
I.2. Notions essentielles de Vaccination	12
I.2.1. Le vaccin	13
I.2.2. La pratique vaccinale	13
I.2.3. Le Programme Elargi de Vaccination en RDC.....	15
I.3 Notions de la e-Health (e-Santé)	17
I.3.1. Terminologie de la e-santé	17
I.3.2. La Télémédecine	19
I.3.3. La m-santé (Santé-mobile).....	20
I.3.4. Pratiques de la e-santé : E-santé dans le parcours de santé.....	22
II. REVUE EMPIRIQUE DE LA LITTERATURE	23

<i>Discussion</i>	25
<i>Synthèse du chapitre</i>	26
CHAPITRE DEUXIEME	27
ETUDE DE L'EXISTANT	27
I. QUELQUES NORMES DE LA ZONE DE SANTE	27
II. ANALYSE ET CRITIQUE DE L'EXISTANT	30
II.1. Organisation de l'activité vaccinale au sein d'un CS	30
II.2. Documents utilisés	31
a) Le calendrier vaccinal	31
b) Le registre de vaccination	34
c) La fiche de pointage	34
II.3. Critique et proposition de solution	36
a) Critique de l'existant	36
b) Proposition de solution	36
<i>Synthèse du chapitre</i>	37
CHAPITRE TROISIEME	38
APPROCHE METHODOLOGIQUE	38
III.1. QUELQUES LANGAGES DE MODELISATION	38
Unified Modeling Language – UML	38
Business Process Modeling Notation – BPMN	38
Discussion et choix du langage de modélisation	39
III.2. CONSTRUCTION DE LANGAGES DE MODELISATION DEDIES	40
III.2.1. Concepts de modélisation	40
III.2.2. Langages et langages dédiés	41
III.2.3. Processus de développement d'un DSL	42
III.2.4. Cycle d'évaluation d'un DSL	43
III.2.5. Qualité de langages de modélisation	44
III.3. APPROCHE GENERALE DU LANGAGE LMSV	46
III.3.1. Présentation de l'approche générale	46
III.3.2. Scénario d'utilisation	48
III.3.3. Contextualisation	49
III.4. SYNTAXE ABSTRAITE ET SYNTAXE CONCRETE DU LMSV	50
III.4.1. Syntaxe Abstraite du LMSV	50
III.4.2. Syntaxe Concrète du LMSV	56

III.5. ADAPTATION DU LMSV ET CONCEPTION	60
III.5.1. Adaptation du processus de développement et du cycle d'évaluation	60
III.5.2. Dictionnaire des concepts	61
III.5.3. Adaptation du méta-modèle	63
III.5.4. Spécification de LMSV	63
III.5.5. Conceptualisation de LMSV	65
III.6. BREVE PRESENTATION DE LA METHODE THEDRE	69
<i>Synthèse du chapitre</i>	70
CHAPITRE QUATRIEME	72
SOLUTION LOGICIELLE vConnect	72
I. FONCTIONNALITES DE LA SOLUTION	72
II. MISE EN ŒUVRE DE LA SOLUTION LOGICIELLE	73
II.1. Architecture logicielle	73
II.2. Choix des technologies	74
II.3. Outils matériels	75
III. PRESENTATION DE LA SOLUTION LOGICIELLE	77
III.2. Présentation de quelques interfaces	79
III.2.1. Partie web	79
III.2.2. Partie mobile	82
III.2.3. Rapports vaccinaux	85
<i>Synthèse du chapitre</i>	87
CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES	88
- Synthèse des contributions	88
- Perspectives	89
Bibliographie	90

ANNEXES

CODE SOURCE DE QUELQUES FONCTIONNALITES CLES

- Classe PHP gérant la connexion BD, la préparation et l'exécution des requêtes ainsi que d'autres contrôles. Elle contient aussi l'API de messagerie.

```
<?php

class App
{
    private $db_name, $db_user, $db_pass, $db_host, $pdo;
    public $status = 0;

    public function __construct( $db_name = "id17494911_esantevacci", $db_user = "id17494911_gloire",
        $db_pass = "MK)ya1cul#28aKUc", $db_host = 'localhost' )
    {
        $this->db_name = $db_name;
        $this->db_user = $db_user;
        $this->db_pass = $db_pass;
        $this->db_host = $db_host;
    }

    public function getPDO()
    {
        try {
            if ( $this->pdo === null ) {
                $pdo_ = new PDO( 'mysql:host=' . $this->db_host . '; port=3306; dbname=' . $this->db_name . '
                    ;charset=utf8', $this->db_user, $this->db_pass );
                $pdo_->setAttribute( PDO::ATTR_ERRMODE, PDO::ERRMODE_WARNING );
                $this->pdo = $pdo_;
            }
        } catch ( PDOException $ex ) {
            die( $ex->getMessage() );
        }
        return $this->pdo;
    }

    public function query_exec( $statement )
    {
        $req = $this->getPDO()->query( $statement );
        $data = $req->fetchAll( PDO::FETCH_OBJ );
        return $data;
    }

    public function prepare( $statement, $attribut = [], $test )
    {
        try {
            $req = $this->getPDO()->prepare( $statement );
            switch ( $test ) {
                case 1:
                    return $req->execute($attribut);

                    break;
                case 2:
                    $req->execute();
                    return $req->fetchAll();
                    break;
                default:
                    $req->execute( $attribut );
                    return ( $req->fetchAll() );
            }
        } catch ( PDOException $exception ) {
            die( $exception->getMessage());
        }
    }
}
```



```
public function fetchPrepared( $statement )
{
    $req = $this->getPDO()->prepare( $statement );
    $req->execute();
    return $req->fetchAll();
}

public function getValues($rqt)
{
    $query = $this->getPDO()->prepare($rqt);
    $query->execute();
    while ($row = $query->fetch()) {
        return $row["value"];
    }
    return null;
}

public function getRandID($element)
{
    return substr($element, 0, 3) . date('YmdHis');
}

public function getCaracter( $valeur )
{
    if ( preg_match( "/^\p{L}0-9- ]*$/u", $valeur ) ) {
        return true;
    } else {
        return false;
    }
}
```

```
public function sendMessage($to,$text){
    $from      ="vConnect";
    $username='danbdana2019';
    $password='esm702';
    $surt      ="https://www.easysendsms.com/sms/bulksms-api/bulksms-api?username=$username
    &password=$password&from=$from&to=$to&text={$text}&type=1";
    $surt      = str_replace(" ", '%20', $surt);
    $sms       =curl_init($surt);

    curl_setopt_array($sms,[
        CURLOPT_HEADER=>true,
        CURLOPT_RETURNTRANSFER=>true,
        CURLOPT_HTTPHEADER    , array('Content-Type: application/json'),
        CURLOPT_TIMEOUT=>20

    ]);

    $data       =curl_exec($sms);

    if($data===true){
        var_dump(curl_error($sms));
    }else{
        if(curl_getinfo($sms,CURLINFO_HTTP_CODE)===200){
            return true;
        }else{
            return false;
        }
    }
    curl_close ($sms);
}
}
```

- Enregistrement de la mère côté serveur

```
<?php
include "Connexion.php";
$app=new App('id17494911_esantevacci');
$data=json_decode(file_get_contents('php://input'),true);

$name=$data['noms'];
$dateNaiss=$data['dateNaiss'];
$tel=$data['tel'];
$adresse = $data['adresse'];
$loginM = $data['loginM'];
$pwM = $data['pwM'];
$idHopital = $data['idHopital'];

$datePrevue = $data['datePrevue'];
$idVAT = $data['idVAT'];

$query="INSERT INTO `mere`(`noms`, `dateNaiss`, `tel`, `adresse`, `loginM`, `pwM`, `idHopital`)
VALUES (?, ?, ?, ?, ?, ?, ?)";

$query2 = "SELECT LAST_INSERT_ID() as value";
$query3="INSERT INTO `calendriervat`(`datePrevue`, `idVAT`, `idMere`) VALUES (?, ?, ?)";

if($app->prepare($query,[$name,$dateNaiss,$tel,$adresse,$loginM,$pwM,$idHopital],1)){
    $idMere=$app->getValues($query2);
}else{
    echo json_encode(array("data"=>"Echec de l'enregistrement"));
}
if ($app->prepare($query3,[$datePrevue,$idVAT,$idMere],1)) {
    echo json_encode($app->fetchPrepared("select * from calendriervat"));
} else {
    echo json_encode(array("data"=>"Echec calendrier VAT"));
}
?>
```

- Classe de récupération des données (Les requêtes SELECT avec des événements) : Partie mobile

```
<?php
include "Connexion.php";

$app=new App('id17494911_esantevacci');
$event=$_POST['event'];

if($event=='FIND_HOPITAL'){
    $query = "SELECT concat(idHopital,'-',denomination) hopital FROM hopital";
    echo json_encode($app->fetchPrepared($query));
}

if ($event=='FIND_ENFANT') {
    $idMere = $_POST['idMere'];
    $query = "SELECT noms,idMere,datePrev,jour FROM v_calendriervaccenf WHERE
    idMere ='$idMere' ORDER BY datePrev ASC";
    echo json_encode($app->fetchPrepared($query));
}
```

```

if ($event=='FIND_ENFANT_CAL_ACTIF') {

    $idMere = $_POST['idMere'];
    $query = "SELECT noms,idMere,datePrev,jour FROM v_calendriervaccenf WHERE
    | | | idMere = '$idMere' ORDER BY datePrev ASC";
    echo json_encode($app->fetchPrepared($query));
}
if ($event=='FIND_ENFANT_ONLY') {

    $idMere = $_POST['idMere'];
    $query = "SELECT * FROM enfant WHERE idMere = '$idMere'";
    echo json_encode($app->fetchPrepared($query));
}
if ($event=='FIND_MERE') {
    $idMere = $_POST['idMere'];
    $query = "SELECT * FROM mere WHERE idMere = '$idMere'";
    echo json_encode($app->fetchPrepared($query));
}
if ($event=='CALENDARS') {
    $idMere = $_POST['idMere'];
    $query = "SELECT enfant.noms,datePrev FROM calendriervaccenf,enfant,mere WHERE calendriervaccenf.idEnfant=
    | | | | | enfant.idEnfant AND enfant.idMere = mere.idMere AND mere.idMere = '$idMere'";
    echo json_encode($app->fetchPrepared($query));
}
if ($event=='FIND_NOTIF') {
    $idMere = $_POST['idMere'];
    $query = "SELECT * FROM calendriervaccenf, enfant, vaccin WHERE datePrev<=DATE(NOW()) AND calendriervaccenf.
    idEnfant = enfant.idEnfant AND calendriervaccenf.idVaccin = vaccin.idVaccin AND enfant.idMere = '$idMere'";
    echo json_encode($app->fetchPrepared($query));
}
}
?>

```

- Classe d'envoi des messages via l'API

```

<?php
include "Connexion.php";
$app=new App('id17494911_esantevacci');

$query="SELECT tel AS value FROM `v_calendriervaccenf` WHERE jour <= 0 UNION ALL
| | | SELECT tel AS value FROM `v_calendriervat` WHERE jour <= 0";

$query = $app->getPDO()->prepare($query);
$query->execute();
while ($row = $query->fetch()) {
    $tel = trim($row["value"]);
    if(strlen($tel)==13){
        echo json_encode(["RESPONSE"=>$app->sendMessage($tel,
        | | | "Votre programme de vaccination est atteint.
        | | | | | passez demain à votre structure hospitalière"]));
    }
}
}
?>

```

- Les vues créées pour simplifier les requêtes recherchant les calendriers atteints (Cas d'exemple : vue pour les calendriers des enfants

```
CREATE VIEW `v_calendriervaccenf` AS select `mer`.`idMere` AS `idMere`,`cal`.`datePrev` AS `datePrev`,`mer`.`tel` AS `tel`,`enf`.`noms` AS `noms`,`enf`.`idEnfant` AS `idEnfant`,`cal`.`etat` AS `etat`,to_days(`cal`.`datePrev`) - to_days(curdate()) AS `jour` from ((`calendriervaccenf` `cal` join `enfant` `enf` on(`cal`.`idEnfant` = `enf`.`idEnfant`)) join `mere` `mer` on(`mer`.`idMere` = `enf`.`idMere`)) where `cal`.`etat` = 'actif' ;
```

←

Sever: localhost:3306 » Base de données: id17494911_esantevacci » Vue: v_calendriervaccenf

Parcourir

Structure

SQL

Rechercher

Insérer

Exporter

Opérations

Affichage des lignes 0 - ... (traitement en 0.0015 seconde(s).)

SELECT * FROM `v\_calendriervaccenf`

Profilage

Éditer en ligne

Éditer

Expl

> >>

☐ Tout afficher

Nombre de lignes : 25

Filtrer les lignes: Chercher dans cette table

+ Options

←T→

▼

idMere

datePrev

tel

noms

idEnfant

etat

jour

☐

Éditer

Copier

Supprimer

52

2021-10-09

+243970987018

Richard Robert

59

actif

-3

☐

Éditer

Copier

Supprimer

52

2021-10-24

+243970987018

Amida Suzane

61

actif

12

☐

Éditer

Copier

Supprimer

13

2021-10-13

0979596921

Kinyamba Shako

62

actif

1

☐

Éditer

Copier

Supprimer

11

2021-10-24

878454

Ripin Ngami

63

actif

12

☐

Éditer

Copier

Supprimer

11

2021-10-24

878454

Ripin Ngami

64

actif

12

☐

Éditer

Copier

Supprimer

52

2021-10-24

+243970987018

Mika Kulimushi

65

actif

12

☐

Éditer

Copier

Supprimer

12

2021-10-24

09875542009

hdgdgdg

66

actif

12

☐

Éditer

Copier

Supprimer

12

2021-10-15

09875542009

hdbvHUG

67

actif

3

☐

Éditer

Copier

Supprimer

11

2021-10-18

878454

dvqchj

70

actif

6

☐

Éditer

Copier

Supprimer

64

2021-10-28

09876556

Giovanni Bisimwa

71

actif

16

☐

Éditer

Copier

Supprimer

3

2021-11-04

+243893991843

gj

44

actif

23

☐

Éditer

Copier

Supprimer

4

2022-03-30

+243973079062

Iragi Baduguza

60

actif

169

☐

Éditer

Copier

Supprimer

3

2021-10-14

+243893991843

ghjjgff

45

actif

2

☐

Éditer

Copier

Supprimer

3

2021-10-10

+243893991843

hfdhfj

50

actif

-2

☐

Éditer

Copier

Supprimer

3

2021-10-10

+243893991843

hfdhfj

50

actif

-2

Console de requêtes SQL

- Flutter, algorithmes de prévision des calendriers

Pour enfant :

```

void findDateAndVacc() {
    setState(() {
        joursEnf = dateNow.difference(selectedDate).inDays;
        dateformatted = formatter.format(dateNow);
        print(joursEnf);
        datePrev = formatter.format(dateNow.add(Duration(days: (42 - joursEnf))));
        datePrev2 =
            formatter.format(dateNow.add(Duration(days: (70 - joursEnf))));
        datePrev3 =
            formatter.format(dateNow.add(Duration(days: (98 - joursEnf))));
        datePrev4 =
            formatter.format(dateNow.add(Duration(days: (270 - joursEnf))));

        if (dateformatted == dateNaisse.text) {
            for (var i = 0; i < 4; i++) {
                i == 0
                ? registerCal(data: {
                    "datePrev": datePrev.toString(),
                    "idVaccin": idVaccin,
                }).then((value) {
                    return true;
                })
                : i == 1
                ? registerCal(data: {
                    "datePrev": datePrev2.toString(),
                    "idVaccin": idVaccin2,
                }).then((value) {
                    return true;
                })
                : i == 2
                ? registerCal(data: {
                    "datePrev": datePrev3.toString(),
                    "idVaccin": idVaccin3,
                }).then((value) {
                    return true;
                })
                : i == 3
                ? registerCal(data: {
                    "datePrev": datePrev4.toString(),
                    "idVaccin": idVaccin4,
                }).then((value) {
                    return true;
                })
                : null;
            }
        }
    });
}

```

```

} else if ((joursEnf > 42) && (joursEnf < 70)) {
    for (var i = 0; i < 3; i++) {
        i == 0
        ? registerCal(data: {
            "datePrev": datePrev2.toString(),
            "idVaccin": idVaccin2,
        }).then((value) {
            return true;
        })
        : i == 1
        ? registerCal(data: {
            "datePrev": datePrev3.toString(),
            "idVaccin": idVaccin3,
        }).then((value) {
            return true;
        })
        : i == 2
        ? registerCal(data: {
            "datePrev": datePrev4.toString(),
            "idVaccin": idVaccin4,
        }).then((value) {
            return true;
        })
        : null;
    }
} else if ((joursEnf > 70) && (joursEnf < 98)) {
    for (var i = 0; i < 2; i++) {
        i == 0
        ? registerCal(data: {
            "datePrev": datePrev3.toString(),
            "idVaccin": idVaccin3,
        }).then((value) {
            return true;
        })
        : i == 1
        ? registerCal(data: {
            "datePrev": datePrev4.toString(),
            "idVaccin": idVaccin4,
        }).then((value) {
            return true;
        })
        : null;
    }
} else if ((joursEnf > 98) && (joursEnf < 270)) {
    registerCal(data: {
        "datePrev": datePrev4.toString(),
        "idVaccin": idVaccin4,
    }).then((value) {
        return true;
    });
}
});

```

Pour la mère :

```
void findDateAndVacc() {
  setState(() {
    jours = dateNow.difference(selectedDate2).inDays;
    dateformatted = formatter.format(dateNow);
    print(jours);

    if (nbreDoses == 0) {
      datePrevue = formatter.format(dateNow.add(const Duration(days: 2)));
      idVAT = 1;
    } else if (nbreDoses == 1) {
      if (dateformatted == dateLastVat.text) {
        datePrevue = formatter.format(dateNow.add(Duration(days: 30)));
      } else if ((dateNow.difference(selectedDate2).inDays) >= 30) {
        datePrevue = formatter.format(dateNow.add(Duration(days: 2)));
      } else if ((selectedDate2.difference(dateNow).inDays) < 1) {
        datePrevue =
          formatter.format(dateNow.add(Duration(days: (30 - jours))));
      }
      idVAT = 2;
    } else if (nbreDoses == 2) {
      if (dateformatted == dateLastVat.text) {
        datePrevue = formatter.format(dateNow.add(Duration(days: 180)));
      } else if ((dateNow.difference(selectedDate2).inDays) >= 180) {
        datePrevue = formatter.format(dateNow.add(Duration(days: 2)));
      } else if ((selectedDate2.difference(dateNow).inDays) < 1) {
        datePrevue =
          formatter.format(dateNow.add(Duration(days: (180 - jours))));
      }
      idVAT = 3;
    } else if (nbreDoses == 3) {
      if (dateformatted == dateLastVat.text) {
        datePrevue = formatter.format(dateNow.add(Duration(days: 365)));
      } else if ((dateNow.difference(selectedDate2).inDays) >= 365) {
        datePrevue = formatter.format(dateNow.add(Duration(days: 2)));
      } else if ((selectedDate2.difference(dateNow).inDays) < 1) {
        datePrevue =
          formatter.format(dateNow.add(Duration(days: (365 - jours))));
      }
      idVAT = 4;
    } else if (nbreDoses == 4) {
      if (dateformatted == dateLastVat.text) {
        datePrevue = formatter.format(dateNow.add(Duration(days: 365)));
      } else if ((dateNow.difference(selectedDate2).inDays) >= 365) {
        datePrevue = formatter.format(dateNow.add(Duration(days: 2)));
      } else if ((selectedDate2.difference(dateNow).inDays) < 1) {
        datePrevue =
          formatter.format(dateNow.add(Duration(days: (365 - jours))));
      }
      idVAT = 5;
    }
  });
}
```

- Classe flutter de récupération des données

```
import 'dart:convert';
import 'package:get/get.dart';
import 'package:http/http.dart' as http;
import 'package:v_connect_web/constants/constantes_class.dart';

class DataSource extends GetxController {
  static DataSource _instance = DataSource();

  static DataSource get getInstance {
    return _instance == null ? _instance = DataSource() : _instance;
  }

  getHop({required Map<String, dynamic> params, donne}) async {
    List element = <String>[];
    final response = await http.post(
      Uri.parse("${URL}selectHop.php"),
      body: params,
    );
    var resultat = await jsonDecode(response.body);
    for (int index = 0; index < resultat.length; index++) {
      element.add(resultat[index][donne]);
    }
    return element;
  }

  Future<List<dynamic>> getCurrentData(
    {required Map<dynamic, String> params}) async {
    List<dynamic> data = <dynamic>[];
    final response =
      await http.post(Uri.parse("${URL}selectHop.php"), body: params);
    var resultat = await jsonDecode(response.body);
    for (int i = 0; i < resultat.length; i++) {
      data.add(resultat[i]);
    }
    return data;
  }
}
```


- Chargement des données avec définition de l'événement (Exemple)

```
Future<void> getEnfantTout() async {  
  await DataSource.getInstance.getCurrentData(params: {  
    "event": "FIND_ENFANT_TOUT",  
    "idHopital": MyPreferences.idHopital  
  }).then((data) {  
    if (mounted)  
      setState(() {  
        enfants = data;  
      });  
  }).catchError((onError) {  
    print(onError);  
  });  
}
```

- Enregistrement de la mère côté flutter

```
void initData() async {  
  // ignore: await_only_futures  
  await findDateAndVacc();  
  await register(data: {  
    "noms": nom.text,  
    "dateNaiss": dateNaiss.text,  
    "tel": numT.text,  
    "adresse": adress.text,  
    "loginM": log.text,  
    "pwM": pw2.text,  
    "idHopital": idHop.substring(0, 1),  
    "datePrevue": datePrevue,  
    "idVAT": idVAT  
  }).then((value) {  
    print(value);  
  });  
}
```

QUELQUES DOCUMENTS RECOLTES AU TERRAIN

- Calendrier vaccinal enfant

IMPORTANT:

- Tous les nourissons et les jeunes enfants devraient être allaités exclusivement pendant les six premiers mois de la vie et de continuer à l'allaiter jusqu'à deux ans et au-delà avec une alimentation complémentaire adéquate de six mois, sauf indication médicale
- Les bébés nés de mères séropositives ont des besoins alimentaires spécifiques et diagnostic précoce à 6 mois

Discutez-en avec un professionnel de santé

SI L'ENFANT A LA DIARRHÉE:

- Si l'enfant est encore au lait maternel, continuer de l'allaiter.

Après chaque selle liquide, procédez comme suit:

- donner des SRO
- donner d'avantage de liquides
- continuer à nourrir l'enfant
- *Note : (donner 1 sachet de SRO dans 1 litre d'eau bouillie refroidie)*

Rendez-vous immédiatement au centre de santé le plus proche.

PNEUMONIE

l'enfant a une toux avec :

- Respiration rapide
- Difficultés à respirer
- Difficultés à l'allaitement maternel

l'enfant peut avoir une pneumonie. Rendez-vous immédiatement au centre de santé le plus proche

INFORMATIONS NUTRITIONNELLES

Visites et suivi de conseils nutritionnels

[illegible]

Suivi de la vaccination de l'enfant				
Antigène	Age	Date prévue	Date reçue	Récapitulation
BCG	À la naissance	/ /	/ /	
VP0b-0		/ /	/ /	
VP0b-1	À 6 semaines	/ /	/ /	
DTC-HepB-Hib 1		/ /	/ /	
Pneumo 1		/ /	/ /	
Rota 1		/ /	/ /	
VP0b-2		/ /	/ /	
DTC-HepB-Hib 2		/ /	/ /	
Pneumo 2	À 10 semaines	/ /	/ /	
Rota 2		/ /	/ /	
VP0b-3	À 14 semaines	/ /	/ /	
VPI		/ /	/ /	
DTC-HepB-Hib 3		/ /	/ /	
Pneumo 3	À 9 mois	/ /	/ /	
VAR		/ /	/ /	
VAA		/ /	/ /	

[illegible]

Nourrir le code :

1. L'alimentation maternel exclusif (dans les 6 premiers mois, brosset-alimentation uniquement, pas d'eau, pas d'autres liquides à l'exception des médicaments indiqués par le personnel médical)
2. Lait infantile exclusif
3. Le lait des animaux
4. L'alimentation mixte lait maternel (et d'autres aliments)
5. La poursuite du sein après six mois d'alimentation en plus d'autres aliments
6. Aliments à base de lait au bout de six mois, en plus d'autres aliments
7. Autre, précisez

[illegible]

SUIVI DU NOURRISSON ET DU JEUNE ENFANT											
Saisi du temps		Nob. usées		6J	6S	1M	2M	3M	4M	5M	6M
Code d'alimentation de l'enfant											
Saisi du temps		7M		8M	9M	10M	11M	12M	13M	18M	24M
Code d'alimentation de l'enfant											

Zone de Santé	HZS	Province
	HAS	
Nom de la Mère	Age de la mère	
Nom du Père	Temps de mise au sein après accouchement	
Adresse domicilie		
Numéro de Téléphone / Adresse E-mail		

ATTENTION SPECIALE

Opéline de Mère	☐	/	de Père	☐
☐				☐
☐				☐
☐				☐
☐				☐

☐ Père ou Sœur malade ☐ La mère a plus de 5 enfants vivants
☐ L'enfant est un jeune ☐ Naissances rapprochées
☐ La mère a moins de 18 ans

République Démocratique du Congo



Ministère de la Santé Publique

CONSULTATION PRESCOLAIRE

Nom 	Prenom 	Date de Naissance JOUR MOIS ANNEE	Poids de Naissance Kg
Numéro d'Enregistrement de Naissance 		FILLE	
Nom, Postnom et prénom 			
Lieu de Naissance 			
Centre de Santé / Formation Sanitaire 		Naissance à domicile ☐ Oui ☐ Non	
Adresse 		Autre de Santé 	

République Démocratique du Congo



Ministère de la Santé Publique

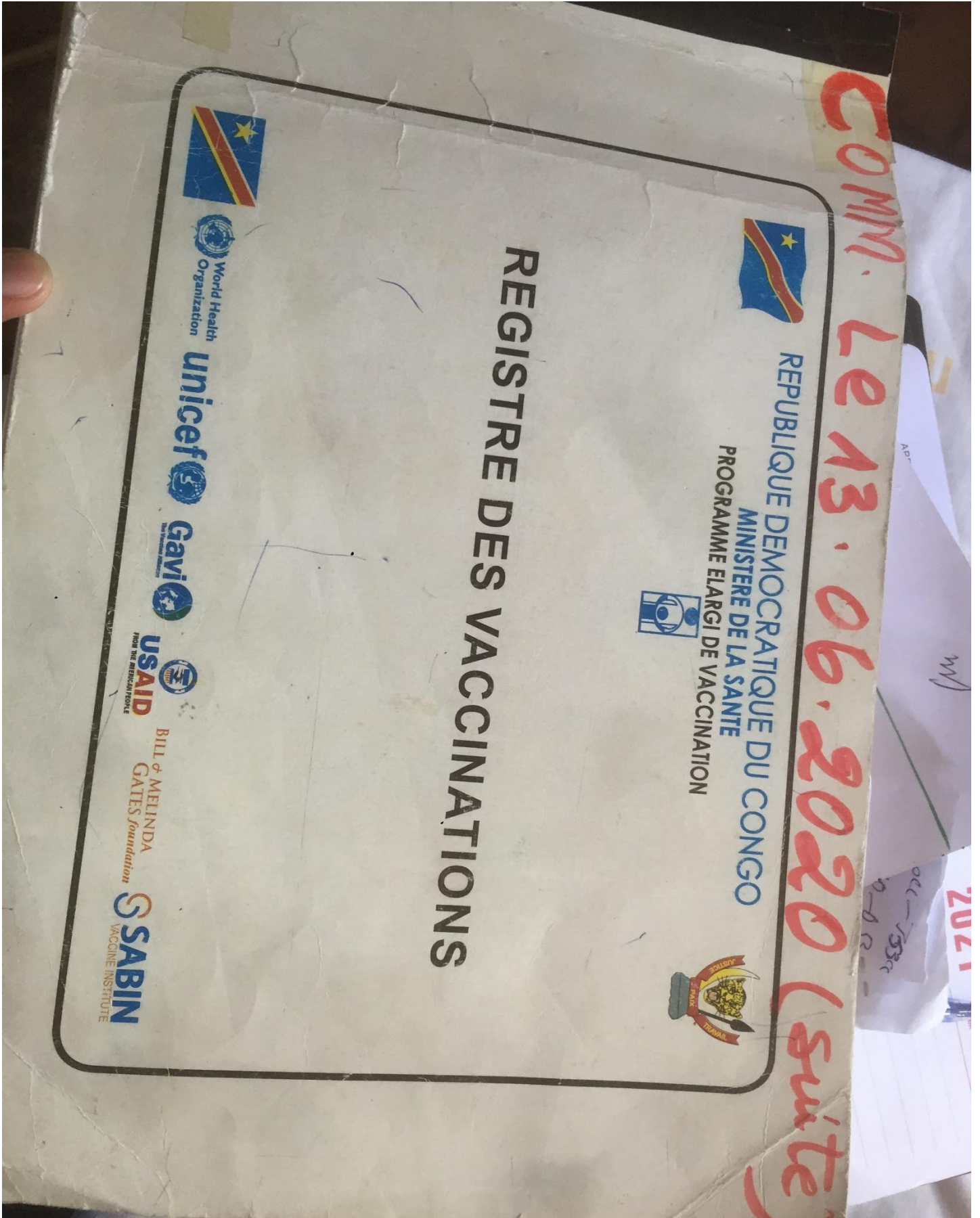
CONSULTATION PRESCOLAIRE

Nom, Prénom et prénom										
N° d'Enregistrement de Naissance										
	FILLE									
Date de Naissance									Poids de Naissance	Kg
JOUR		MOIS		ANNEE						
Lieu de Naissance										
Centre de Santé / Formation Sanitaire										
Naissance à domicile										
Aire de Santé										
Zone de Santé		HZS		HAS		Province				
Nom de la Mère										
Age de la mère										
Temps de mise au sein après accouchement										
Nom du Père										
Adresse domicile										
Numéro de Téléphone / Adresse E-mail										

ATTENTION SPECIALE

Ophléine de Mère		/	de Père	
☐ Frère ou Soeur malade	☐	La mère a plus de 5 enfants vivants		
☐ L'enfant est un jumeau	☐	Naisances rapprochées		
☐ La mère a moins de 18 ans	☐			

- Registre de vaccination enfant



- Fiche de pointage

