

Rapport de projet tuteuré 2024



Équipe : Cassandra Dupé, Elsa Mattone, Félix Courrède, Mélanie Féron

Tuteur école : Alexis Combes

Client : Axians Digital HealthCare - représenté par Arthur Laudereau et Alexandre Le Guelvouit

Définitions

ADH : Axians Digital HealthCare - il s'agit d'une start-up, filiale orientée santé du groupe Vinci, créée le 1er juillet 2023.

Biomarqueurs sanguins : Substances biologiques mesurables dans le sang qui fournissent des indications objectives sur l'état physiologique ou pathologique d'un individu.

Constantes : Mesures physiologiques régulièrement surveillées pour évaluer la santé d'un individu. Cela inclut des paramètres tels que la fréquence cardiaque, la pression artérielle, la température corporelle et d'autres indicateurs biologiques qui fournissent des informations cruciales sur l'état de santé d'un patient.

FHIR : Fast Healthcare Interoperability Resources - il s'agit d'une norme décrivant des formats de données de santé, mais également d'une interface de programmation d'application (API) permettant d'échanger des informations médicales.

Gantt : Outil de gestion de projet, il permet de suivre l'ordonnancement des tâches à effectuer dans le temps, avec leur durée, leur échéance et les ressources qui leur sont allouées.

Glucomètre : Dispositif médical utilisé pour mesurer la concentration de glucose dans le sang. Il est couramment utilisé par les personnes atteintes de diabète pour surveiller leur glycémie régulièrement.

Interopérabilité : Capacité de systèmes ou de composants informatiques différents à travailler ensemble de manière transparente, partageant et utilisant efficacement des informations entre eux. Cela implique l'harmonisation des protocoles, des formats de données et des interfaces pour assurer une communication fluide.

IoT : Internet Of Things - cela désigne le processus de connexion d'objets physiques (ex: capteurs) à Internet.

Mocking service : Outil qui génère des réponses simulées pour imiter le comportement d'un service réel.

POSEÏ : Plateforme Opérationnelle des Systèmes d'E-santé Interopérés

RACI : Responsible, Accountable, Consulted, Informed - il s'agit d'un outil de gestion de projet, représenté sous la forme d'une matrice, et utilisé pour l'affectation des rôles et responsabilités au sein d'une équipe.

SERENE : Solution de surveillance cardio et pneumo permettant un partage d'information sécurisé entre le patient et le professionnel de santé, et une aide au diagnostic.

Télésurveillance : La télésurveillance est un acte de télémédecine ayant pour objet de permettre à un professionnel médical, dit « opérateur », pouvant être accompagné par d'autres professionnels de santé, d'interpréter à distance les données nécessaires au suivi médical d'un patient et, le cas échéant, de prendre des décisions relatives à sa prise en charge.

Résumé

Dans le cadre de notre formation d'ingénieur en informatique et systèmes d'information pour la santé à ISIS, nous sommes amenés à mettre nos connaissances théoriques au profit de projets, nommés projets tuteurés.

Cette année, notre projet est un sujet proposé par la jeune start-up [ADH](#), sur la [télésurveillance](#). Il a pour objectif d'intégrer un nouveau module à l'existant. En effet, ce projet se base sur une solution déjà en place, avec [Serene](#), l'interface utilisateur côté médecin, et [POSEI](#), la plateforme [d'interopérabilité](#). Le but principal de cette solution est d'améliorer le suivi des patients souffrant de maladies chroniques, tout en désengorgeant les salles d'attente des médecins. Notre module s'articule autour de la remontée de mesures prises par un nouveau type de capteur, un [glucomètre](#). Cela permettrait d'inclure les patients souffrant de diabète dans les personnes cibles de la solution.

Ce projet s'est déroulé sur les deux semestres de cette quatrième année, et ce en deux étapes : une première phase fonctionnelle centrée sur la conception et les différentes analyses à réaliser, et une seconde phase plus technique, plus orientée développement.

Sur sa partie logicielle, le projet a abouti à un convertisseur Json-CSV capable de traiter les données Json renvoyées par le capteur de glycémie iHealth.

Ce travail nous a permis de mettre en pratique les différents enseignements que nous avons pu avoir au cours de l'année et d'approfondir des connaissances en particulier. Il a également permis de renforcer nos compétences en gestion de projet.

Dans un premier temps, nous reviendrons sur le contexte et les objectifs du projet. Nous aborderons ensuite une partie essentielle à tout projet : la phase d'analyse. Il sera ensuite temps de parler des résultats obtenus. Avant de conclure, nous présenterons comment nous avons conduit ce projet, notamment à l'aide d'outils de gestion de projet. Et enfin, nous terminerons avec les perspectives du projet et ce qu'il nous a apporté sur un plan personnel et professionnel.

Mots-clés :

#[IoT](#) #Plateforme d'interopérabilité #Parcours patient #Télésurveillance #Santé #Capteur

Sommaire

| | |
|--|----|
| 1. Introduction..... | 5 |
| a. Présentation du problème..... | 5 |
| b. Contexte..... | 5 |
| c. Enjeux et objectifs..... | 5 |
| 2. Gestion de projet..... | 7 |
| a. Phase d'analyse..... | 7 |
| i. Analyse besoin client..... | 7 |
| ii. Analyse fonctionnelle..... | 8 |
| iii. Analyse des risques..... | 11 |
| b. Organisation des ressources..... | 13 |
| i. Répartitions des ressources humaines de l'équipe..... | 13 |
| ii. Répartition des ressources temporelles..... | 14 |
| iii. Organisation des réunions..... | 18 |
| 3. Résultats obtenus..... | 19 |
| 4. Conclusion..... | 23 |
| a. Bilan personnel..... | 23 |
| i. Cassandra..... | 23 |
| ii. Félix..... | 23 |
| iii. Mélanie..... | 23 |
| b. Conclusion générale..... | 24 |

Figures

| | |
|--|----|
| Figure n°1 : Chaîne de remontée des données jusqu'à Serene..... | 6 |
| Figure n°2 : Bête à corne du module diabète de l'application SERENE..... | 8 |
| Figure n°3 : Diagramme pieuvre du module diabète..... | 9 |
| Figure n°4 : Tableau présentant les fonctions principales (FP) et fonctions contraintes (FC) reprises par le diagramme pieuvre ci-dessus..... | 9 |
| Figure n°5 : Analyse fonctionnelle, cas d'usage BPMN..... | 10 |
| Figure n°6 : Graphe dynamique des risques..... | 12 |
| Figure n°7 : Tableau des risques..... | 13 |
| Figure n°8 : Matrice des risques..... | 13 |
| Figure n°9 : Gantt prévisionnel, de novembre à janvier..... | 14 |
| Figure n°10 : Gantt prévisionnel, de janvier à avril..... | 15 |
| Figure n°11 : Rétroplanning des dernières semaines du projet..... | 16 |
| Figure n°12 : Gantt réel, de novembre à décembre..... | 17 |
| Figure n°13 : Gantt réel, de janvier à avril..... | 17 |
| Figure n°14 : interface Anypoint studio..... | 19 |
| Figure n°15 : Format des données Json utilisées..... | 20 |
| Figure n°16 : structure du programme CSV AnyPoint studio..... | 20 |
| Figure n°17 : Association visuelle des variables d'entrée et de sortie..... | 21 |
| Figure n°18 : Interface graphique complète ARC, montrant les données post sur l'API..... | 21 |

1. Introduction

a. Présentation du problème

Lorsque nous souffrons de maladies chroniques, les rendez-vous de contrôle s'enchaînent, sans toujours ajouter une plus-value à la prise en charge de cette dernière. Du côté des patients, il s'agit de toujours plus de déplacements, souvent contraignants, et parfois non nécessaires. Du côté des médecins, ce sont des rendez-vous récurrents qui bloquent des créneaux et qui empêchent peut-être de prendre en charge de nouveaux patients. Une problématique voit ainsi le jour : comment améliorer le suivi de patients souffrant de maladies chroniques tout en désengorgeant les salles d'attente des médecins ?

L'objectif à l'origine du projet est d'intégrer un nouveau type de capteur à une chaîne d'interopérabilité de remontée de données via une plateforme dédiée, ce capteur permettant d'analyser des [biomarqueurs sanguins](#). L'étape suivante, si le temps nous le permettait, était d'afficher les données récupérées sur l'outil de télésurveillance Serene. Plus grossièrement, il s'agit d'ajouter au panel des appareils déjà utilisés dans l'application un glucomètre et d'afficher ses données sur l'interface utilisateur de Serene, en passant par la plateforme d'interopérabilité POSEï.

b. Contexte

Ce projet s'inscrit dans un contexte pédagogique. Il a pour but d'offrir aux étudiants l'opportunité d'appliquer leurs connaissances et compétences acquises au travers des divers enseignements suivis au cours de l'année, et de les améliorer. En plus de cela, il permet de travailler sur un projet industriel concret, pour un client externe à l'école.

Dans notre cas, le projet s'inscrit dans la consolidation d'une offre en construction de télésurveillance médicale de patients chroniques. Et il est porté par la jeune start-up ADH. Créée le 1er juillet 2023, elle fait partie du grand groupe mondial VINCI, et s'inscrit dans leur stratégie de développer un grand pôle autour du domaine de la santé.

c. Enjeux et objectifs

Pour revenir aux enjeux de cette solution, il est question d'améliorer la qualité de vie de personnes souffrant de maladies chroniques et de fluidifier le parcours de soin des patients. Son but est de permettre un meilleur suivi de ces maladies évolutives qui s'établissent sur la durée, en assurant le suivi des [constantes](#) des patients, tout en évitant les rendez-vous médicaux en face à face non essentiels, et par conséquent en allégeant la charge du médecin. Des prises de constante régulières permettraient de détecter précocement les complications éventuelles des maladies chroniques, et donc d'améliorer la prise en charge des patients.

Jusque-là, l'application se concentrat exclusivement sur des maladies pulmonaires et cardiaques. Un autre objectif derrière l'intégration de notre capteur est donc d'étendre le périmètre d'action de l'application, en permettant la prise en charge de personnes souffrant du diabète.

Pour ce faire, nous avons d'abord sélectionné un capteur permettant de répondre à la demande des clients, en passant par une veille des capteurs commercialisés. Cette étape faite, et n'ayant pas pu obtenir cette ressource pour le projet, le prochain objectif était de simuler la remontée des données de ce capteur par un [mocking service](#). L'un des enjeux était donc d'arriver à prendre en main un nouvel outil, Mulesoft, dans le temps imparti et de

réussir à produire un flux de données correspondant au flux qui aurait été émis par le capteur.

C'est la notion d'interopérabilité qui arrive ensuite. En effet, le prochain objectif était d'obtenir une ressource dite [FHIR](#), puis de la remonter dans l'application Serene. Vous pouvez d'ailleurs retrouver ci-dessous le schéma de la remontée des informations du capteur (ou dans notre cas de notre mocking service) à l'application Serene.

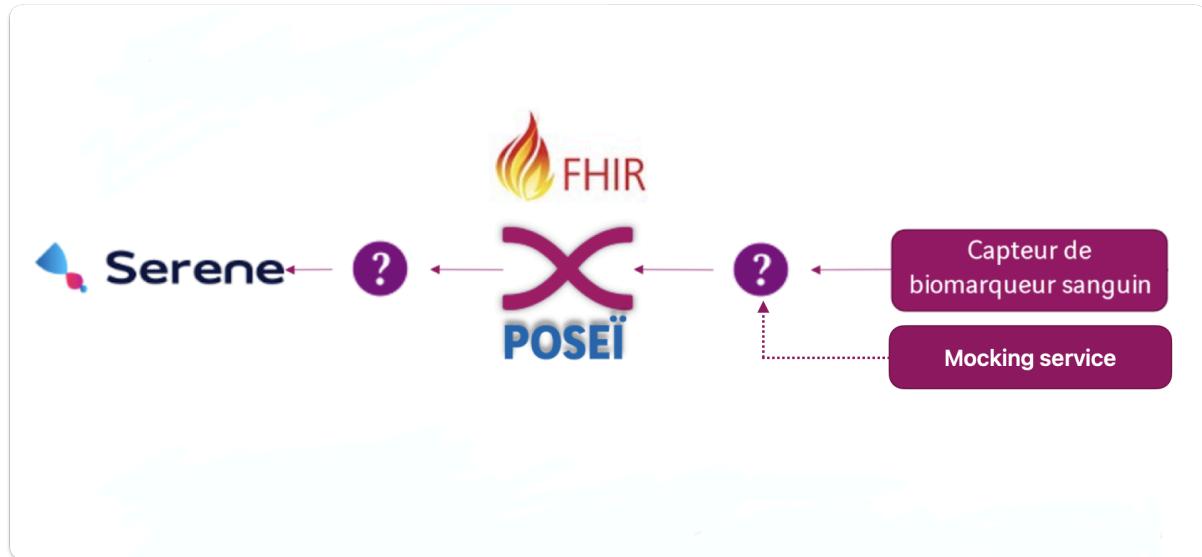


Figure n°1 : Chaîne de remontée des données jusqu'à Serene

2. Gestion de projet

a. Phase d'analyse

i. Analyse besoin client

Comme indiqué précédemment ce projet part d'une solution existante et consiste en l'ajout d'un module supplémentaire. C'est pourquoi la partie analyse du besoin a été plus courte. En effet, la plateforme Serene, à destination des professionnels de santé, déjà développée et présentée par la start-up ADH, n'a par conséquent plus de zone d'ombre à éclaircir par de l'analyse. Cette solution a été pensée en réponse à un besoin d'amélioration de la prise en charge de maladies chroniques. Ces maladies étant par définition de longue durée, elles nécessitent un suivi régulier pour prévenir et anticiper leurs possibles évolutions. Les patients qui en sont diagnostiqués consacrent une partie importante de leur quotidien à des rendez-vous médicaux, et inversement le temps des médecins est grandement occupé par le suivi de patients atteints de maladies chroniques. Et c'est dans l'optique d'optimiser le temps de ces deux profils, et de fluidifier le parcours de soins des patients, que la solution Serene a été développée.

La télésurveillance s'est révélée idéale pour espacer les visites médicales tout en maintenant le suivi. Effectivement, les remontées de mesures des constantes à intervalle régulier et tout au long du quotidien assurent un suivi encore meilleur que ce qu'il était jusque là. Les mesures sont plus représentatives et les rendez-vous sont pris quand ils sont effectivement nécessaires.

Chaque maladie chronique étant différente, Serene les a ajoutées progressivement, adaptant la plateforme à chacune d'elles spécifiquement. Elle était déjà équipée pour les insuffisances cardiaques et pulmonaires, Axians a sollicité un projet tutoré pour proposer à des étudiants de participer à l'extension de la solution. L'ajout est donc celui d'un module dédié au diabète. Il a fallu commencer par des recherches sur les constantes qu'il est intéressant de mesurer dans l'étude de cette maladie pour ensuite axer notre solution autour des capteurs permettant la mesure de celles-ci.

Dans l'étude du diabète, c'est du côté des glucomètres que nous nous sommes renseignés. Mesurant le taux de sucre contenu dans le sang, c'est le type de capteur parfaitement adapté à notre besoin. Par la suite nous avons mené une veille de capteurs (cf dossier [Annexes](#)) pour analyser les différents modèles que le marché avait à nous proposer, et nous basant sur des critères fixés au préalable, nous avons sélectionné le capteur commercialisé par iHealth, nos critères étant de l'ordre du format des données renvoyées par le capteur, ou encore de la manière dont elles étaient remontées.

Suite à la récupération des mesures faites par le capteur, il faut ensuite les reformater pour les rendre exploitables, et les faire transiter par la plateforme d'interopérabilité pour mettre les données à la norme FHIR. Puis une fois cet aspect récupération et traitement de la donnée abouti, on peut envisager de créer sur le logiciel commercialisé par ADH un espace dédié au diabète, où seraient redirigées les données du capteur.

ii. Analyse fonctionnelle

Même si nous n'avons pas eu à créer une application, nous avons réalisé une analyse fonctionnelle pour notre module à ajouter. Cette analyse ayant déjà été faite pour les dispositifs médicaux intégrés à SERENE, nous nous sommes basés sur les informations que nous avons récoltées au cours de réunions avec le client pour que notre solution soit cohérente avec l'offre déjà proposée.

Pour commencer, nous avons essayé de dégrossir notre sujet à l'aide de certains outils de gestion de projet vus en cours.

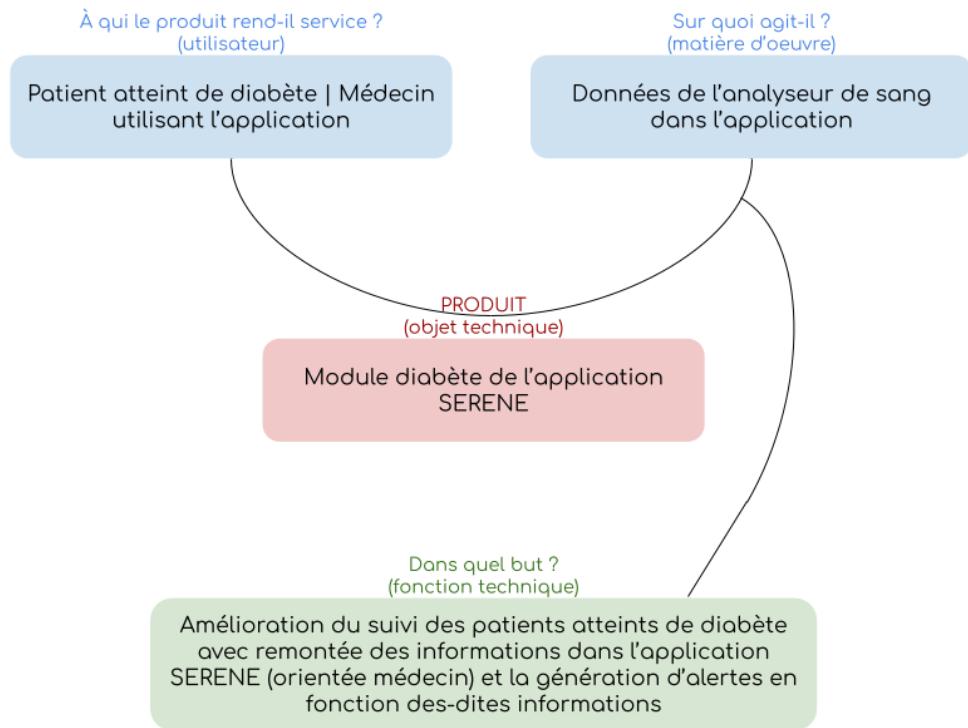


Figure n°2 : Bête à corne du module diabète de l'application SERENE

Avec cette représentation simple, claire et concise de notre sujet, nous avons tout de suite une idée globale de notre projet, avec des informations importantes pour nous guider sur le bon chemin.

Une fois cela fait, nous sommes rentrés un peu plus dans les détails en réalisant un diagramme pieuvre (représenté ci-dessous).

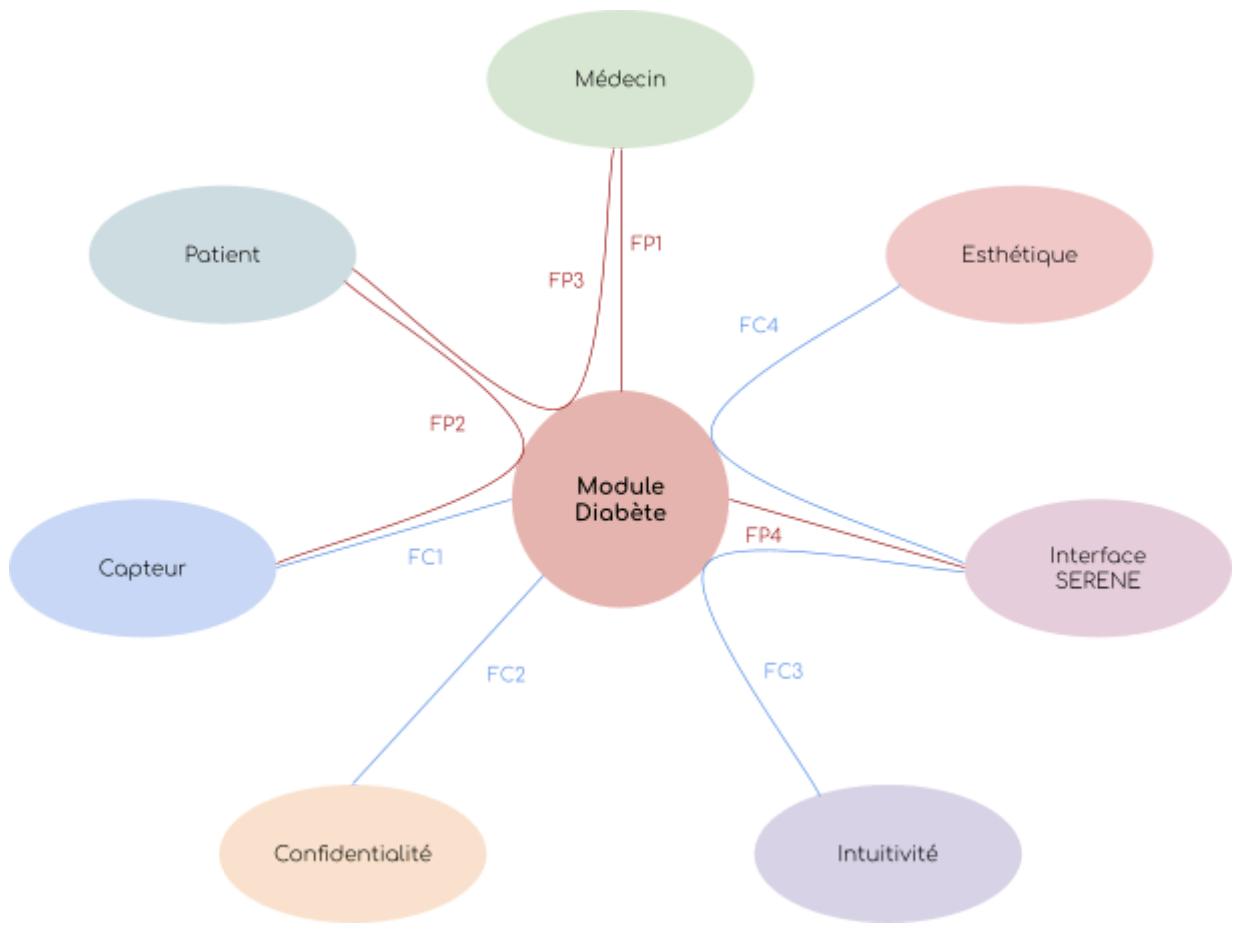


Figure n°3 : Diagramme pieuvre du module diabète

| N° | Intitulé de la fonction |
|-----|--|
| FP1 | Suivre les constantes du patient |
| FP2 | Mesurer les constantes du patient grâce au bio-capteur (analyseur sanguin) |
| FP3 | Limiter les consultations non-essentielles |
| FP4 | Visualiser les données et générer des alertes |
| FC1 | Récupérer les données mesurées |
| FC2 | Garantir la sécurité des données de santé du patient |
| FC3 | Présenter une application simple d'utilisation |
| FC4 | Présenter une application au visuel soigné |

Figure n°4 : Tableau présentant les fonctions principales (FP) et fonctions contraintes (FC) reprises par le diagramme pieuvre ci-dessus

Le projet se dessinant de mieux en mieux dans nos esprits, nous avons décidé de réfléchir aux spécifications fonctionnelles du projet (cf dossier [Annexes](#)). Une fois cette étape faite, nous avons imaginé un cas d'usage BPMN (représenté ci-dessous), afin de visualiser plus facilement le cheminement des données, et donc d'être plus efficaces dans la réalisation du flux de remontée des-dites données.

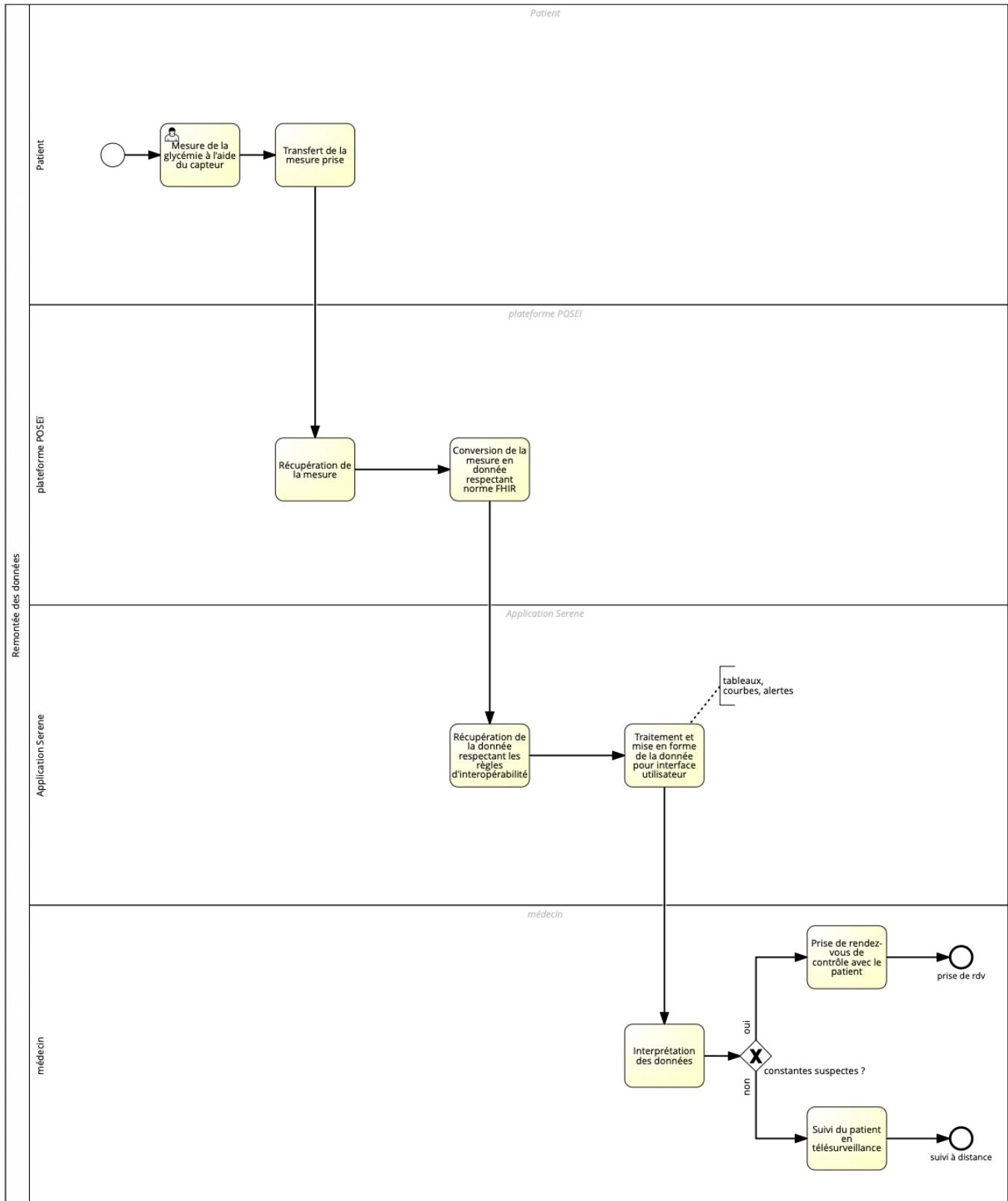


Figure n°5 : Analyse fonctionnelle, cas d'usage BPMN

Pour notre projet, nous avons laissé la partie médecin de côté, car elle n'est pas de notre ressort, et nous nous sommes d'abord intéressés aux trois premiers blocs : "Mesure de la glycémie à l'aide du capteur", "Transfert de la mesure prise", "Récupération de la mesure". En effet, ce qui nous posait problème pour ces premières étapes du processus de remontée des données était l'absence du capteur. Sans capteur, aucune mesure, et par conséquent aucun flux à modéliser. C'est ainsi que nous avons choisi de réaliser un mocking service pour simuler l'envoi des données. Une fois fait, il faut encore récupérer ces données, les convertir dans le format adéquat si nécessaire et idéalement, s'agissant de données de santé, les adapter à la norme FHIR.

Il s'agit de la partie la plus importante du travail. En effet, une fois que le flux de remontée des données est fonctionnel, et les données dans le bon format, on peut se baser sur les modules déjà existants et ne modifier que le nécessaire pour l'affichage sur SERENE.

iii. Analyse des risques

Cette analyse a été initiée après une compréhension approfondie des attentes du projet lors de nos réunions initiales avec nos clients. De plus, nous pouvons ajouter qu'elle a permis d'élargir notre horizon de réflexion et d'envisager des points auxquels nous n'avions pas pensé au premier abord.

Nous avons identifié les possibles obstacles, incertitudes et défis potentiels liés au projet, tout en évaluant leurs impacts probables sur le calendrier et la qualité finale.

Le graphique suivant détaille les résultats de cette analyse, mettant en lumière les principaux risques identifiés, leurs probabilités d'occurrence, leurs impacts potentiels ainsi que l'évolution de ces risques durant l'avancée du projet. Il est complété par le tableau et la matrice. En effet, nous sommes conscients que la gestion des risques est un processus continu, et nous avons mis en place des mécanismes réguliers de revue et d'ajustement.

L'élaboration de ces ressources a été réalisée avec la validation du client, qui a été sollicité et inclus dans l'expression des risques.

Cette approche proactive en matière de gestion des risques constitue un élément clé de notre engagement envers la réussite du projet. En conjuguant anticipation, collaboration et ajustements continus, nous sommes résolus à minimiser les risques potentiels et à assurer une exécution en douceur du projet, en alignement total avec les attentes des différentes parties prenantes.

Graphe des risques

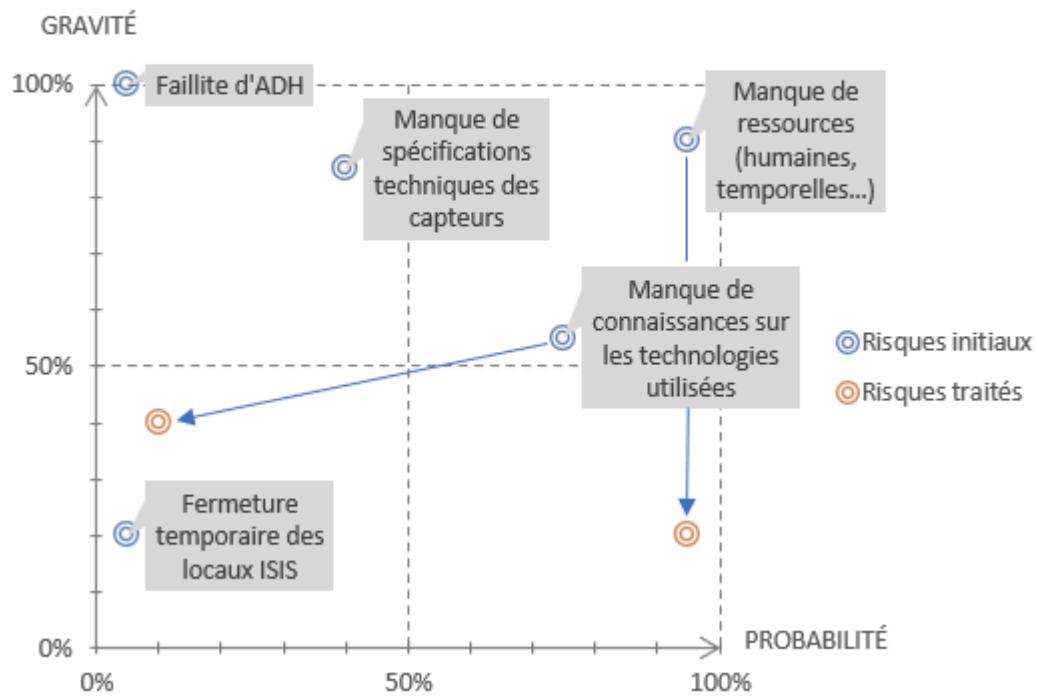


Figure n°6 : Graphe dynamique des risques

La figure ci-dessus modélise les risques qu'au début du projet nous étions susceptibles de rencontrer et qui pouvaient nuire au bon déroulé de notre travail.

Nous remarquons en particulier le risque en haut à droite du graphe, qui est particulièrement préoccupant puisqu'il est d'une grande gravité et grande probabilité. En effet, il était acté depuis toujours que notre camarade, 4e membre du groupe, ne serait pas là pour le deuxième semestre et donc pour la réalisation du projet en tant que tel. Nous devions donc impérativement y trouver une solution. Nous avons alors pensé à un aménagement pour pallier ce risque. On comprend dans le tableau ci-dessous qu'il a été décidé que les attentes des clients seraient allégées pour compenser la perte de ce membre. Le score associé au risque se retrouve alors atténué, passant de 93% à 58%.

| Risques initiaux | | | Risques traités | |
|------------------|--------------------------|------|--|----------|
| Intitulé | | Note | Commentaire | Note |
| 1 | Faillite ADH | 53% | Transfert ADH | 53% (0%) |
| 2 | Manque de spécifications | 63% | Transfert ADH | 63% (0%) |
| 3 | Manque de ressources | 93% | Atténuation dé-priorisation de fonctions en accord avec les client | 58% |

| Risques initiaux | | | | Risques traités | |
|------------------|--------------------------------------|-----|--|----------------------------------|-----|
| 4 | Manque de connaissance | 65% | | Atténuation : formation MuleSoft | 25% |
| 5 | Fermeture temporaire des locaux ISIS | 13% | | Acceptation | 13% |

Figure n°7 : Tableau des risques

| IMPACT | Mineur | Faible | Moyen | Fort | Majeur |
|------------------|--------|--------|-------|------|--------|
| Quasi inévitable | 3 | | | | (3) |
| Probable | | | (4) | | |
| Possible | | | | 2 | |
| Faible | | 4 | | | |
| Rarissime | 5 | | | | 1 |

Figure n°8 : Matrice des risques

Pour appuyer davantage sur les risques et leur gravité, nous les avons classés dans une dernière ressource, la matrice des risques ci-dessus, qui montre de manière très visuelle et claire où se situent les menaces. Nous pouvons voir les risques initiaux entre parenthèses, et leur nouvelle localisation après que nous ayons trouvé un moyen de réduire leur impact. De cette façon, nous parvenons à maintenir les risques dans des zones qui ne représentent pas des conséquences trop importantes pour le groupe.

b. Organisation des ressources

i. Répartitions des ressources humaines de l'équipe

Pour bien débuter notre projet, nous avons décidé de réaliser un organigramme de tâches. Cet outil offre une représentation visuelle de la répartition des tâches au sein du projet, en mettant en lumière les différentes étapes comportant les livrables.

Sur cet organigramme (cf [Annexe n°1](#)), on distingue plusieurs sortes de livrables. Ceux destinés aux clients, ceux destinés à l'école, et enfin les livrables partagés entre ces deux entités. Cette visualisation claire et codifiée permet une compréhension instantanée de l'implication de chaque partie dans les différentes phases du projet, favorisant ainsi une coordination précise et une gestion efficace des livrables.

Grâce à cette vision globale, nous avons pu aisément imaginer une liste exhaustive de tâches (cf [Annexe n°2](#)). Cette liste vise à décomposer chaque aspect majeur du projet en éléments opérationnels concrets, guidant ainsi les étapes nécessaires à son avancement et à l'anticipation des phases ultérieures. En offrant une vision précise et détaillée des activités à entreprendre, elle favorise une gestion méthodique et structurée du projet. Organisées en quatre catégories distinctes, les tâches englobent l'intégralité du projet, allant de sa gestion

à ses phases de développement. Cette segmentation met en évidence la corrélation entre la gestion stratégique et les aspects opérationnels du développement.

Une fois cette "feuille de route" faite, nous avons donc pu y allouer des ressources en répartissant de manière équitable les tâches dans le groupe. Ainsi, chacun d'entre nous a pu montrer son implication dans ce projet. Cette allocation, modélisée par un [RACI](#) (cf [Annexe n°3](#)), nous a permis d'avoir une vision claire de la répartition du travail et donc d'avancer efficacement.

Cependant, le projet a évolué au fur et à mesure du temps ce qui a entraîné certaines modifications dans cette répartition initiale. En effet, lors de la création de cette liste, nous sommes partis du postulat que nous allions rendre le projet dans son aspect idéal, avec toutes les parties, même celles facultatives. Cependant, le manque d'une ressource humaine et le manque de temps (risques envisagés dans notre analyse) nous ont obligés à modérer notre ambition, et à nous concentrer sur la partie de modélisation du flux de remontée des données. Idéalement, nous avions imaginé dans notre liste de tâches pouvoir aboutir à l'affichage dans l'application SERENE des données collectées par le capteur? Cependant, en accord avec les clients nous avons dé-priorisé cette tâche.

Nous avons aussi ré-alloué nos ressources à certaines tâches. Par exemple, nous avions initialement prévu qu'Elsa serait chargée de déterminer le flux de remontée des données. Néanmoins, à cause d'un décalage entre planning prévisionnel et planning réel, elle n'était plus là pour réaliser cette tâche.

ii. Répartition des ressources temporelles

Vient donc le temps de parler de la planification du projet. Au lieu de segmenter le projet en plusieurs versions et de nous concentrer sur la version avec les fonctions prioritaires, nous avons choisi, comme dit précédemment, de faire une projection prévisionnelle dans le temps à l'aide d'un [Gantt](#) de notre projet dans sa version idéale, que nous retrouvons ci-dessous.

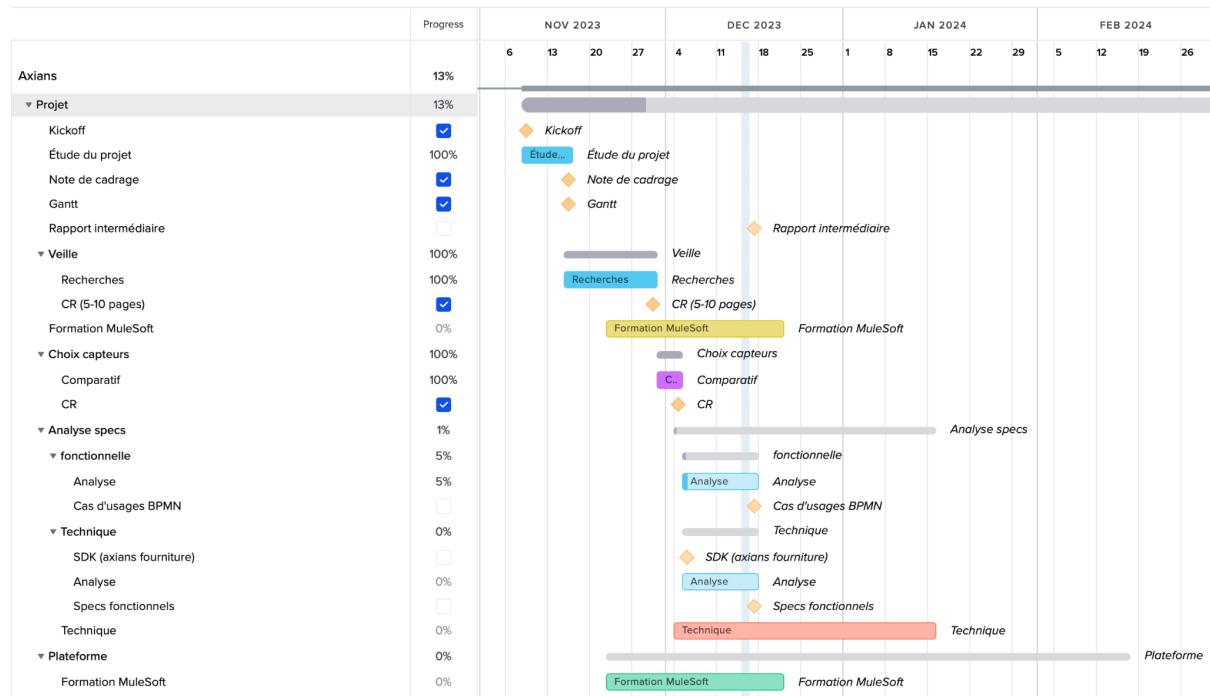


Figure n°9 : Gantt prévisionnel, de novembre à janvier

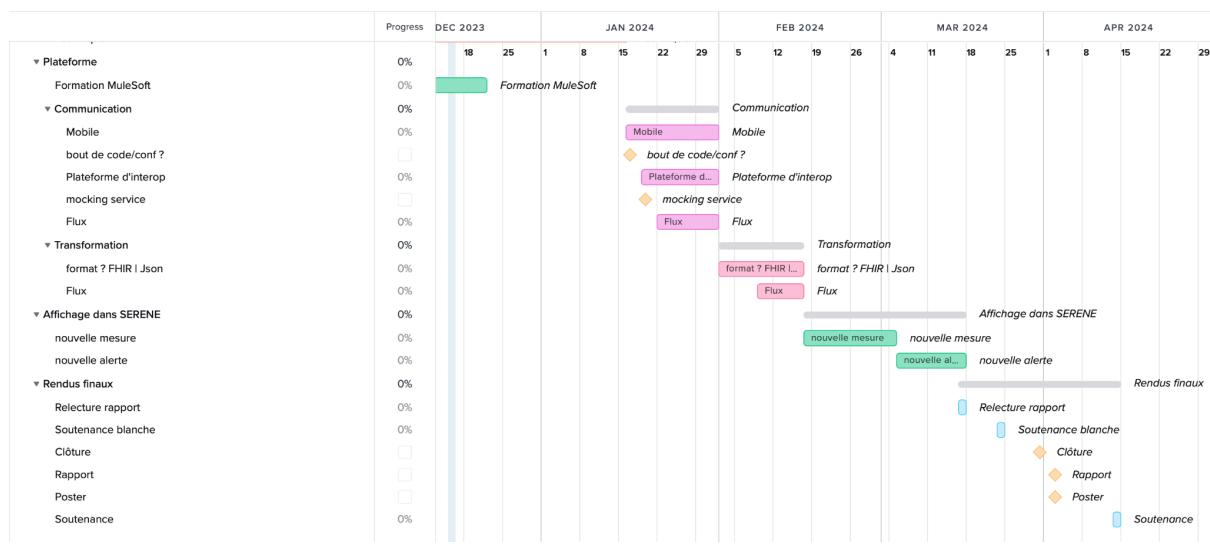


Figure n°10 : Gantt prévisionnel, de janvier à avril

Nous pouvons donc voir sur ce Gantt, que durant les premiers mois du projet nous nous sommes concentrés sur les tâches en lien avec l'analyse du besoin client, et certains livrables demandés côté client, comme la veille de capteur (cf dossier Annexes), afin de déterminer quel serait celui qui conviendrait le mieux pour cette remontée de données. Cette veille de capteur devait ensuite aboutir sur une analyse et un compte rendu présentant le meilleur choix. En réalité, ces différentes tâches ont été réalisées en simultané. Dans ce planning prévisionnel, nous devions aussi réaliser une formation pour nous adapter à la plateforme Mulesoft en parallèle du projet en lui-même. Ce qui nous amenait en janvier à la phase de conception du flux et mi-février à la remontée des données sur SERENE pour les afficher.

Malheureusement, quelques-uns des risques auxquels nous avons pensé, se sont produits. Nous avons, comme énoncé plus tôt, été privés d'un membre de notre équipe pour la seconde partie de ce projet. Sans cette quatrième personne, et aux alentours de janvier où les heures de PTUT se faisaient rares, nous avons commencé à prendre du retard sur notre planning initial. De plus, la formation que nous étions censés réaliser en parallèle, nous a coûté plus de temps que prévu et a monopolisé de nombreuses heures de travail, laissant le reste du projet en suspens.

Mars arrivant à grands pas, et nous, toujours embourbés dans notre formation, avons jugé nécessaire de faire un point avec nos clients ainsi que notre tuteur école. Au cours de cette réunion, il nous a été rappelé que l'objectif principal était le flux de remontée des données qu'ils pourraient réutiliser plus tard pour leur solution.

Nous avons donc réalisé un rétro-planning sur les semaines qui restaient, pour mettre en évidence les différentes échéances et réussir à produire à temps ce qui nous a été demandé. Nous avons aussi décidé d'arrêter la formation où nous en étions, pensant en savoir assez pour mener à bien notre projet.

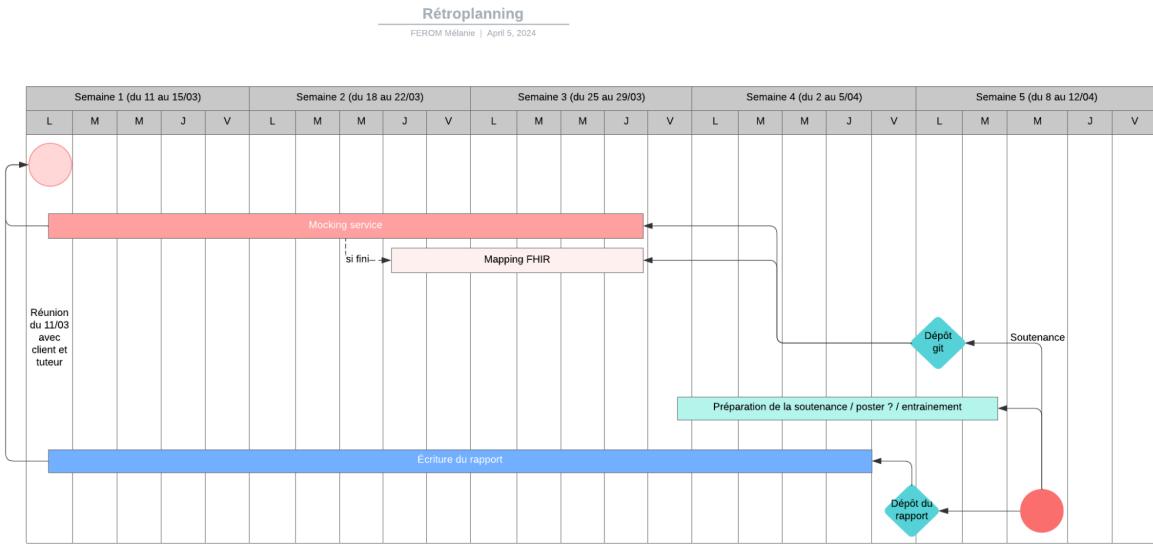


Figure n°11 : Rétroplanning des dernières semaines du projet

En même temps que ce rétro-planning, nous avons réalisé des changements dans l'allocation des tâches. Félix a été chargé, ayant la meilleure prise en main de l'outil, de créer le flux, aidé de Cassandra. Mélanie s'est chargée de l'écriture d'un court fichier json pour tester la remontée des informations et elle devait aussi avancer sur les différents rendus, soutenue aussi par Cassandra.

Finalement, le Gantt réel est assez fidèle au Gantt prévisionnel pour la première partie du projet, et c'est lors de la seconde, avec la rencontre de plusieurs difficultés, que des écarts se sont créés comme nous pouvons le voir en comparant le diagramme prévisionnel précédent au diagramme réel ci-dessous.

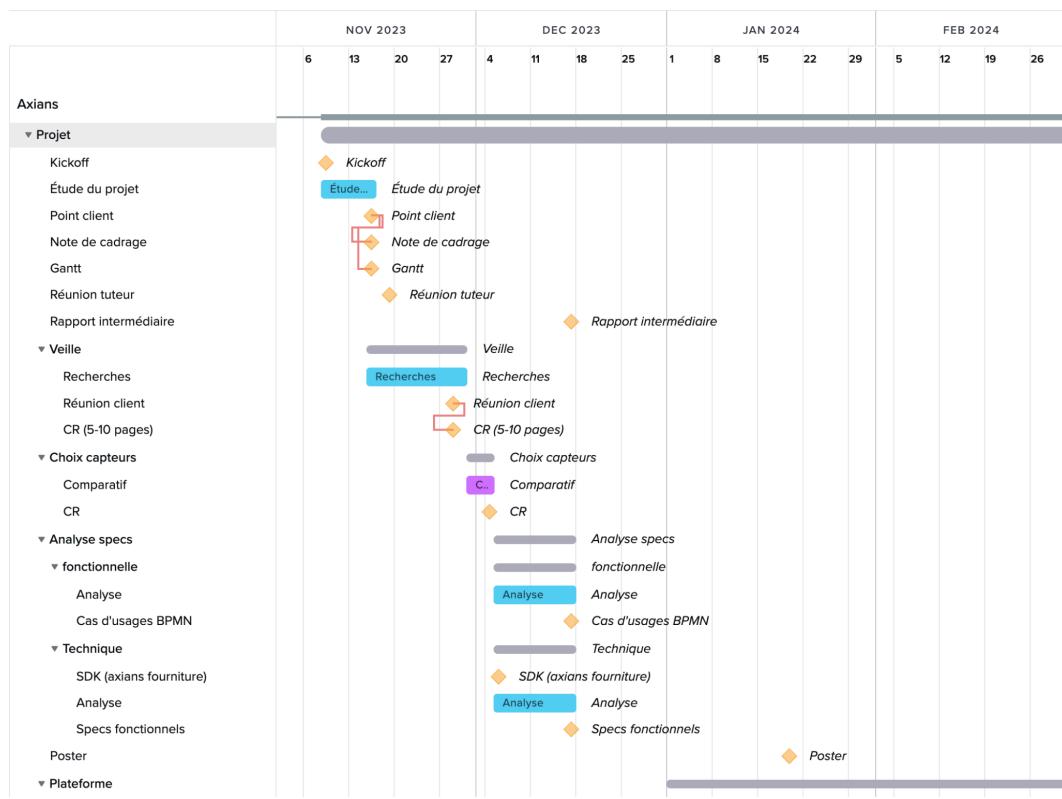


Figure n°12 : Gantt réel, de novembre à décembre

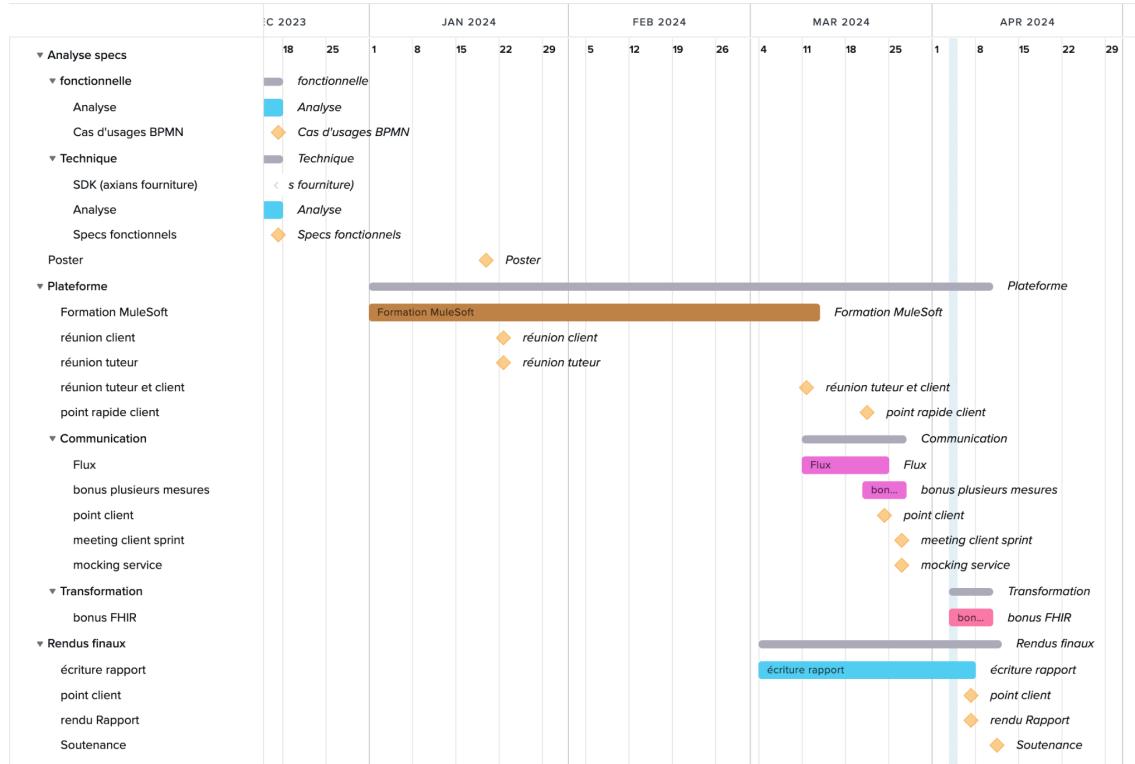


Figure n°13 : Gantt réel, de janvier à avril

Si le projet était à refaire, il serait préférable de réfléchir dès le début du projet, avec les clients, à segmenter le besoin en plusieurs versions, avec la première version qui serait une solution fonctionnelle répondant à leur objectif principal, à laquelle on ajouterait les fonctions non-essentielles dans l'ordre de leur priorisation dans les versions suivantes. Ainsi, au lieu d'avoir l'impression d'être débordés par notre planification, nous aurions eu confiance en notre projet et aurions eu le temps de produire des versions supplémentaires.

La version principale aurait été la création d'un flux. Ensuite, ça aurait été le fonctionnement de ce flux pour la remontée de plusieurs données. Le troisième rendu aurait été la normalisation des données obtenues en FHIR, et enfin l'affichage de ces données dans SERENE pour le dernier.

Pour les prochains projets, si une formation est nécessaire, il serait préférable de prévoir des temps consacrés totalement à cette dernière et non prévoir de la réaliser en parallèle comme nous l'avons fait.

iii. Organisation des réunions

À la suite d'un premier contact par appel téléphonique pour prendre connaissance du projet, nous avons effectué une étude préliminaire du projet afin de nous préparer à la réunion de lancement du projet, le kick-off. Au cours de cette réunion, nous avons pu rencontrer nos clients et parler avec eux de ce qu'ils attendaient de cette collaboration. Elle nous a permis de clarifier les attentes du projet. Ayant une compréhension plus approfondie des objectifs, notre équipe a pu débuter le processus de planification des différentes tâches, épaulée de nos clients qui ont toujours été présents tout au long de ce projet.

Lors de cette première rencontre, nous avions établi avec ces derniers une fréquence de réunion qui était d'environ une par mois, avec la possibilité d'organiser des rencontres supplémentaires si le besoin se faisait ressentir. Cette fréquence s'inscrivait dans une volonté de garder un contact régulier et donc avoir une certaine transparence quant à notre avancement dans le projet. Des réunions régulières permettent aussi d'éviter de partir dans la mauvaise direction et de se tenir au courant des besoins du client, qui peuvent évoluer au cours du projet. Le besoin peut se clarifier, ou au vu d'une certaine situation, il peut y avoir un changement dans la priorisation des fonctions demandées...

Des réunions client régulières représentent donc un pilier essentiel dans notre approche collaborative, et favorise un dialogue ouvert et continu pour garantir le succès du projet.

Cependant, la régularité des rencontres que nous souhaitions au début, s'est quelque peu essoufflée vers le milieu du projet. En effet, c'était une période où nous avions peu d'heures allouées au projet tutoré et où nous étions pris dans la formation. Nous n'avions donc pas de grandes avancées sur le projet, et par conséquent nous repoussions les points client par manque de contenu à transmettre.

Après coup, il s'agissait peut-être d'une erreur. En effet, en gardant ce contact même sans contenu, nous nous serions sans doute rendu compte plus tôt qu'arriver à la fin de la formation n'était pas forcément nécessaire, et nous aurions pu re-prioriser les fonctionnalités en amont.

3. Résultats obtenus

Pour ce projet, il nous a été imposé d'utiliser la plateforme de développement Anypoint Studio. Il s'agit d'une interface graphique auto-générant du code Java, fonctionnant avec un système de briques élémentaires accomplissant chacune une tâche spécifique.

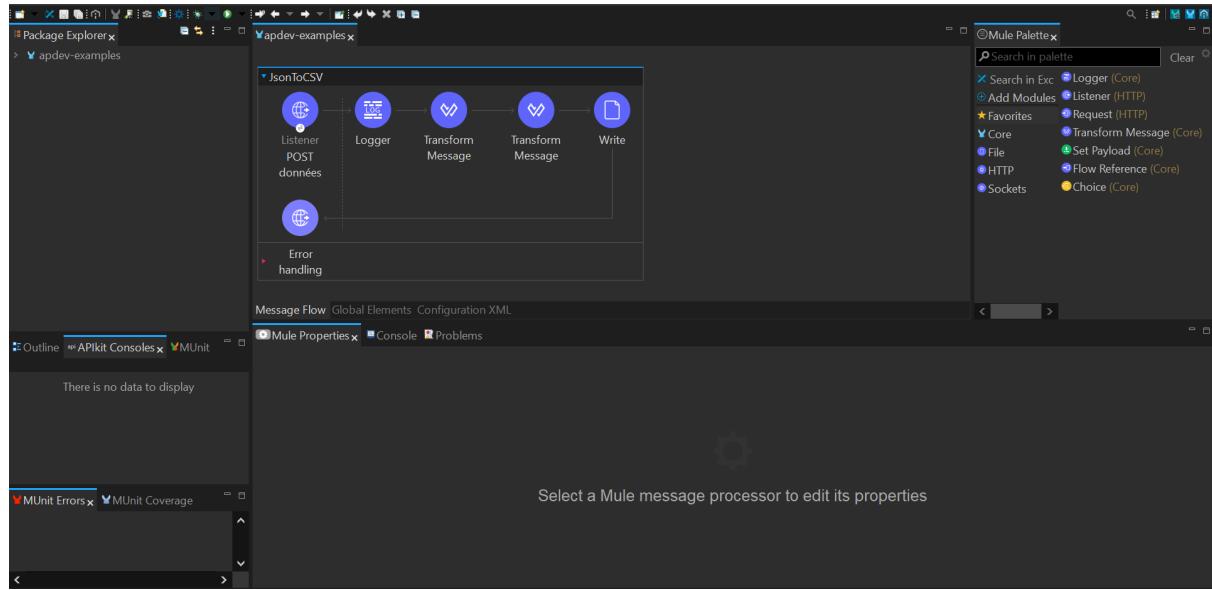


Figure n°14 : interface Anypoint studio

Au départ, il était prévu de mettre en place un programme capable d'envoyer à une api REST (post) une liste de mesures complètes d'une journée. L'idée étant que cet envoi se réaliserait une fois par jour.

Cependant, après consultation de la documentation technique du capteur, il est apparu que le capteur n'était capable de stocker (et donc d'envoyer) qu'une donnée à la fois. Nous avons donc modifié l'infrastructure des données Json envoyées par notre Mocking service afin qu'elles correspondent à ce que le capteur enverrait réellement.

```
{
  "patient": "Jean-Guy CEMY",
  "mesures": [
    {"jour": "2024-03-11",
     "releves": [
       {"reveil": "7:30:00",
        "value": "95",
        "unit": "mg/dL"}
     ]
   ]
}
```

Figure n°15 : Format des données Json utilisées

Cette donnée unique est alors POST sur une API rest. Celle-ci est la première étape de notre composant backend majeur réalisé avec anypoint studio.

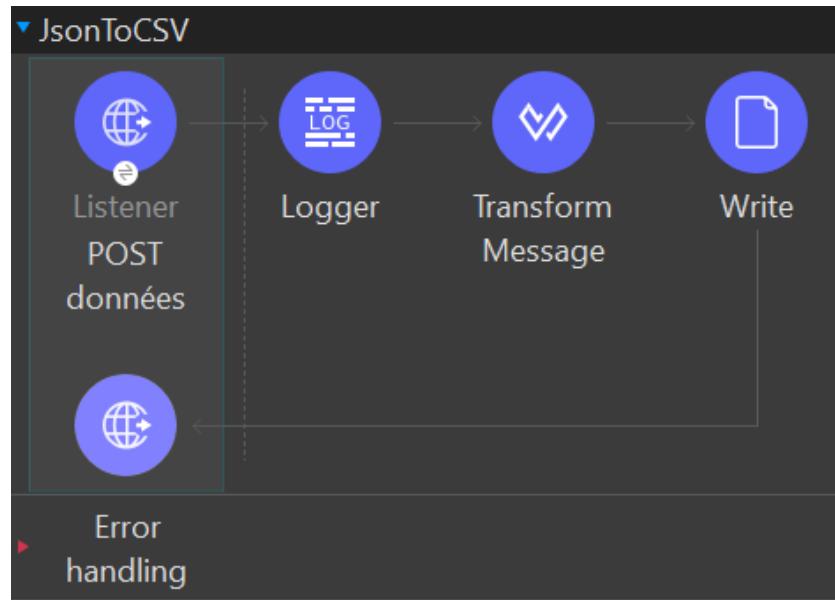


Figure n°16 : structure du programme CSV AnyPoint studio

L'élément principal de ce programme est la brique Transform Message. C'est elle qui se charge, à partir du Json récupéré et organisé, de convertir les données en éléments aptes à être enregistrés dans un document csv. Pour cela, on définit à l'aide d'une donnée-exemple le format exact de sortie, avec ses variables et leur type. Puis on assigne à chaque champ de la donnée d'entrée une donnée de sortie à l'aide de l'interface graphique fournie par anypoint:

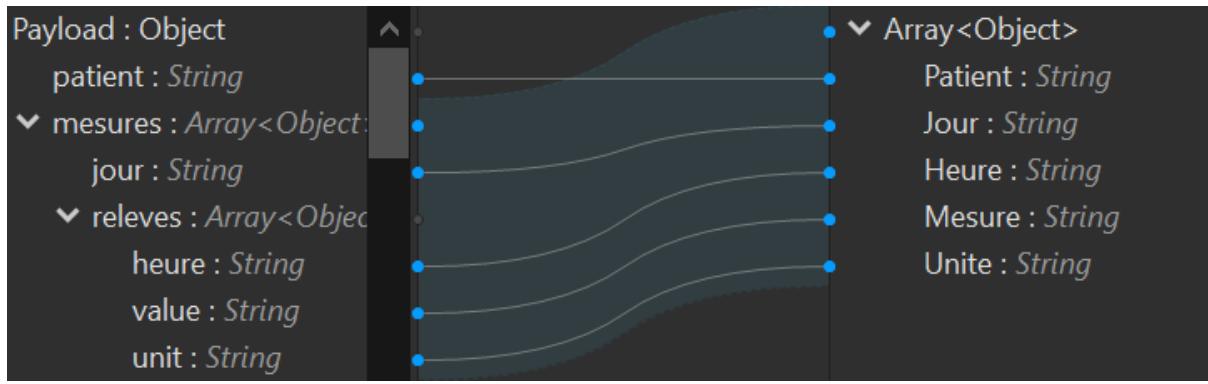


Figure n°17 : Association visuelle des variables d'entrée et de sortie

Enfin, la brique Write pointe vers un fichier CSV et se charge d'écrire la mesure. Elle sera ensuite récupérée par le programme frontend pour affichage.

Les premiers tests de ce programme s'effectuent en envoyant à la main une donnée à l'API Anypoint. Pour cela, on utilise un autre outil fourni lors de la formation mulesoft: l'Advanced Rest Client (ARC).

Cet outil nous permet d'effectuer des requêtes rest complexes de manière simplifiée. Il est notamment très utile pour le test de projets déployés localement.

L'interface graphique permet ainsi d'accompagner sa requête par des données en précisant le format. Nous avons donc repris le document Json type adapté pour contenir une seule donnée, et inséré telles quelles les données dans ARC. Une fois la requête enregistrée, il était très rapide de réaliser des tests, ce qui nous a fait gagner beaucoup de temps au moment du débogage.

Figure n°18 : Interface graphique complète ARC, montrant les données post sur l'API

Ce programme fonctionne tel quel, mais pour vérifier sa pleine efficacité, nous avons cherché à simuler une journée de mesures. Pour cela, nous avons mis en forme un programme python capable de Post plusieurs données Json différentes à quelques secondes d'intervalle (cf GitHub).

On constate alors que les données ont bien été envoyées au csv, donnée par donnée. Dans une situation réelle, on peut alors penser qu'un patient n'ayant accès à internet qu'une fois par jour pourra stocker ses données sur un appareil de relais (téléphone portable) afin qu'elles soient ensuite toutes push sur le backend dès que la connexion internet est retrouvée, tout cela de manière automatisée.

La donnée est donc correctement convertie de Json vers csv.

La prochaine étape de ce projet serait de prendre ce document csv et les données qu'il contient et de convertir ces données en XML en respectant la norme FHIR. Si la conversion de csv à XML ne pose, elle, pas de problème.

4. Conclusion

a. Bilan personnel

i. Cassandra

J'ai apprécié prendre part à ce projet qui constitue une innovation dans le domaine de la santé puisque c'est de télésurveillance qu'il s'agit. Cette idée de repenser pour décentraliser les suivis est selon moi une solution d'avenir pour optimiser les soins autour de la santé. Au-delà de son aspect optimisation, le projet vise à améliorer le quotidien non seulement des patients mais aussi celui des professionnels de santé.

Au travers de cette expérience de travail, j'ai tout d'abord découvert les enjeux autour de la sélection de matériel et appareils sur le marché. J'ai aussi été confortée une fois de plus dans la nécessité d'être capable de s'adapter face aux imprévus, tels que la décision de passer par un mocking service, faute de capteur en physique. Enfin, la proposition du client de nous faire utiliser la plateforme Anypoint Studio, a élargi mon horizon de logiciels utilisés jusqu'à présent, nous familiarisant avec un autre type de logiciel, alliant système de briques évènementielles et fragments de code.

ii. Félix

Ce sujet m'a semblé intéressant car il permettait de mettre en pratique beaucoup de notions d'interopérabilité vues en classe, notamment des manières efficaces de conversion. De plus, il permettait de découvrir une nouvelle plateforme de développement qui m'a aidé à approfondir mon expérience en java.

Il y a également eu une expérience acquise sur le travail avec des éléments software déjà existants: toute la partie réservée à la recherche documentaire pour trouver comment adapter les parties que je développais et comment les tester efficacement m'a montré le type de contraintes que je pourrais rencontrer dans le développement professionnel.

iii. Mélanie

Personnellement, ce sujet m'a intéressée par sa relation directe avec la santé. Il s'agit d'une application concrète de notre apprentissage, et nous donne une idée de ce que nous pourrions faire plus tard, au cours de notre carrière professionnelle.

Pour ce qui est des acquis personnels que j'ai pu développer durant ce projet, nous avons tout d'abord une amélioration de mon niveau d'anglais grâce à la formation MuleSoft qui était uniquement dans cette langue. Plus sérieusement, j'ai découvert cette plateforme ainsi que certains outils et environnements qu'elle propose, comme Anypoint Studio ou API Designer. J'ai également découvert la notion de mocking service. J'ai développé une certaine réactivité face aux imprévus, notamment lorsque j'ai cassé l'écran de mon ordinateur et par conséquent, que j'ai dû trouver une solution pour continuer à avancer malgré son absence pendant plus d'une semaine. J'ai également amélioré mes compétences en lien avec la gestion de projet.

Je ne sais pas si j'aimerais me diriger vers ce domaine pour ma carrière future. Nonobstant, les connaissances et compétences que j'ai acquises et développées grâce à ce projet me serviront quel que soit mon projet professionnel.

b. Conclusion générale

Tout d'abord, ce projet nous a fait découvrir de nouveaux outils. La prise en main d'une nouvelle plateforme comme Mulesoft a été une expérience enrichissante. Nous avons aussi découvert la notion de mocking service et avons dû réaliser ce service de simulation pour remplacer le capteur que malheureusement nous n'avons pas pu obtenir pour le projet. Projet qui a également été une occasion de développer et d'améliorer des compétences essentielles en gestion de projet, notamment en termes d'adaptabilité, de "gestion de crise" et de réactivité.

De plus, travailler avec une aussi jeune start-up a été un challenge. En effet, on évoluait tous sur des outils que personne n'avait bien en main. La plateforme POSEÏ est arrivée vers la mi-décembre, l'application SERENE vers la mi-janvier. De notre côté, nous n'avons pas eu l'occasion de travailler sur ces outils. Nous avons dû, par conséquent, solliciter à de nombreuses reprises nos clients et faire preuve d'un peu de créativité pour bien comprendre et répondre à leurs besoins.

Pour le futur de ce projet, on peut aisément imaginer la suite qui serait l'affichage sur l'interface SERENE, que nous n'avons pas eu le temps de faire, avec la création d'alertes et pourquoi pas l'intégration de l'intelligence artificielle pour détecter les problèmes au plus tôt, ce qui est crucial dans l'amélioration de l'offre de télésurveillance.

Pour ce qui est du futur de l'application, il s'agirait d'ajouter de nouveaux modules (de nouveaux capteurs) pour développer l'offre de télésurveillance et ainsi pouvoir toucher encore plus de pathologies et donc venir en aide à davantage de patients et de médecins.

En définitive, ce projet nous a permis d'acquérir des compétences techniques sur de nouveaux outils et d'améliorer celles que nous avions commencé à développer en gestion de projet au cours de notre cursus et lors des précédents projets tuteurés. Nous avons aussi pu montrer grâce à ce projet notre capacité d'adaptation et notre réactivité. En effet, ce sujet n'était pas notre sujet de départ mais nous avons su rattraper notre retard initial. Ajouté à cela, nous avons réussi à minimiser le retard entraîné par le départ d'une personne du groupe.

Remerciements :

Nous tenons tout d'abord à remercier nos clients, Alexandre Le Guelvouit et Arthur Laudereau. En effet, ils ont toujours répondu présents. Lorsque nous rencontrions des difficultés ou avions certains points à éclaircir ou simplement besoin d'un retour, leurs réponses arrivaient toujours rapidement. Ils se sont beaucoup adaptés à nos disponibilités, acceptant des réunions proposées avant même le début de leur journée de travail, et allant jusqu'à faire le déplacement pour nous rencontrer en personne et nous épauler.

Merci également à notre tuteur école, Alexis Combès, qui lui aussi nous a aidés dans ce projet, notamment avec les différents retours sur nos livrables. Son expérience et ses conseils ont constitué une véritable opportunité pour nous de faire progresser la qualité de nos rendus. Et n'oublions pas qu'il nous a été d'une aide précieuse, quand débordés par le temps et le stress nous sommes allés le voir. Il a su être réactif et nous rassurer.

Nous avons également une pensée pour Elsa Mattone, qui a occupé une place dans le groupe durant tout le premier semestre et qui malgré son départ du groupe s'est gentiment proposée pour relire notre rapport et nous apporter un coup de pouce non négligeable alors même qu'elle n'est plus tenue de prendre part à la suite du projet.

Encore une fois merci à eux.

Bibliographie - sitographie :

- Site : MuleSoft

Formation : Anypoint Platform Development: Fundamentals

Lien : <https://training.mulesoft.com/>

- Site : Youtube

Vidéo : Build your first API Specification with API Designer | Getting Started with MuleSoft

Lien : <https://www.youtube.com/watch?v=e1vOjIHnWZQ>

Vidéo : Mulesoft Tutorials | Simulate API Calls with Mocking Service - Part 9 | API Design | NetBook | P33

Lien : https://www.youtube.com/watch?v=p4Pdob0P_lY

- Site: IHealth (ihealthlabs.com)

Documentation: Capteur

Lien: https://developer.ihealthlabs.eu/dev_documentation_openapidoc.htm

Documentation: API

Lien: <https://developer.ihealthlabs.eu/index.htm>

- Site: nicolassinger.gitlab.io

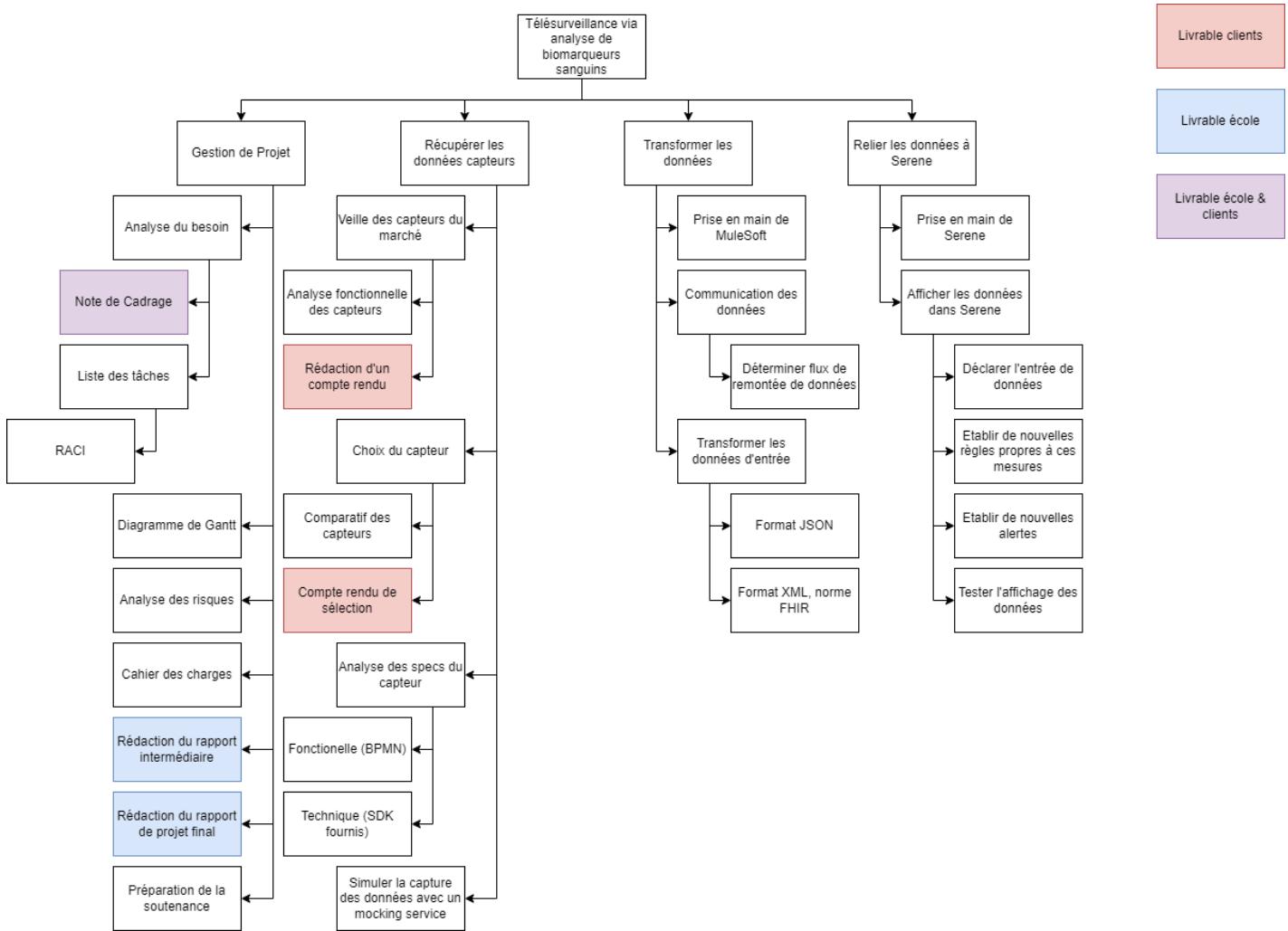
Documentation: Fhir

Lien: <https://nicolassinger.gitlab.io/revealjs/talks/Interoperabilite/FHIR/>

Annexes

Annexes

| | |
|---|----|
| Annexe n°1 : Organigramme des tâches..... | 25 |
| Annexe n°2 : Liste des tâches déterminées pour le RACI..... | 26 |
| Annexe n°3 : RACI du projet (cases grisées utilisées pour mettre en évidence l'absence d'une ressource humaine sur le semestre en cours)..... | 27 |



Annexe n°1 : Organigramme des tâches

| Ref | Tâche | Ref | Tâche | Ref | Tâche | Ref | Tâche |
|---------|------------------------------------|--------|------------------------------------|---------|---|--------|----------------------------------|
| I | Gestion de Projet | II | Récupérer les données capteurs | III | Transformer les données | IV | Relier les données à Serene |
| I-1 | Analyse du besoin | II-1 | Veille des capteurs du marché | III-1 | Prise en main de MuleSoft | IV-1 | Prise en main de Serene |
| I-1.1 | Note de cadrage | II-1.1 | Analyse fonctionnelle des capteurs | III-2 | Communication des données | IV-2 | Afficher les données dans Serene |
| I-1.2 | Liste des tâches | II-1.2 | Rédaction du CR | III-2.1 | Déterminer le flux de remontée des données | IV-2.1 | Déclarer l'entrée de données |
| I-1.2.1 | RACI | II-2 | Choix du capteur | III-3 | Transformer les données d'entrée | IV-2.2 | Établir de nouvelles règles |
| I-1.4 | Diagramme de Gantt | II-2.1 | Comparatif des capteurs | III-3.1 | Transformation au format JSON | IV-2.3 | Établir de nouvelles alertes |
| I-2 | Analyse des risques | II-2.2 | Rédaction du CR de sélection | III-3.2 | Transformation au format XML, suivant la norme FHIR | IV-2.4 | Tester l'affichage des données |
| I-3 | Rédaction du cahier des charges | II-3 | Analyse des specs du capteur | | | | |
| I-4 | Rédaction du rapport intermédiaire | II-3.1 | Fonctionnelle (BPMN) | | | | |
| I-5 | Rédaction du rapport final | II-3.2 | Technique (SDK) | | | | |
| I-6 | Préparation de la soutenance | II-4 | Mocking Service | | | | |

Annexe n°2 : Liste des tâches déterminées pour le RACI

| Référence | Cassandra | Mélanie | Félix | Elsa | M. Combes | ADH |
|-----------|-----------|---------|-------|------|-----------|-----|
| I | | | | | | |
| I-1 | R | R | R | R | C | A |
| I-1.1 | R | R | C | R | C | A |
| I-1.2 | A | R | C | C | | C |
| I-1.2.1 | A | C | C | R | | |
| I-1.4 | A | R | C | C | C | |
| I-2 | R, A | R | R | R | | C |
| I-3 | R | R | R | R | | A |
| I-4 | R, A | R | R | R | C | I |
| I-5 | R, A | R | R | | C | I |
| I-6 | R, A | R | R | | C | I |
| II | | | | | | |
| II-1 | A | C | R | C | | I |
| II-1.1 | A | C | R | C | | I |
| II-1.2 | A | C | R | C | | I |
| II-2 | R, A | R | R | R | | C |
| II-2.1 | R, A | R | R | R | | C |
| II-2.2 | A | C | R | C | | I |
| II-3 | A | C | R | R | | |
| II-3.1 | A | C | C | R | C | |
| II-3.2 | A | C | R | C | | C |
| II-4 | R, A | R | R | | C | C |
| III | | | | | | |
| III-1 | R, A | R | R | | | C |
| III-2 | A | C | C | R | | |
| III-2.1 | A | C | C | R | | C |
| III-3 | A | C | R | | C | I |
| III-3.1 | A | C | R | | C | I |
| III-3.2 | A | C | R | | C | I |
| IV | | | | | | |
| IV-1 | R, A | R | R | | | C |
| IV-2 | R, A | R | R | | I | I |
| IV-2.1 | A | R | C | | | I |
| IV-2.2 | R, A | C | C | | | I |
| IV-2.3 | A | R | C | | | I |
| IV-2.4 | A | C | R | | I | I |

Annexe n°3 : RACI du projet (cases grisées utilisées pour mettre en évidence l'absence d'une ressource humaine sur le semestre en cours)