



HAL
open science

Conception et développement d'un système pour l'auto-collecte de données de santé

Suan Tay

► **To cite this version:**

Suan Tay. Conception et développement d'un système pour l'auto-collecte de données de santé. Recherche d'information [cs.IR]. 2017. dumas-01833082

HAL Id: dumas-01833082

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01833082>

Submitted on 9 Jul 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

MEMOIRE

Présenté en vue d'obtenir

LE DIPLOME D'INGENIEUR

Spécialité : Informatique, Ingénierie des Systèmes d'Information

Par

Suan TAY

Conception et développement d'un système pour l'auto-
collecte de données de santé

Soutenu le 15 Février 2017

JURY

Président :	K. BARKAOUI
Membres :	M. BOUET
	E. COUDEYRE
	C. GAY
	M. SCHNEIDER
	F. TOUMANI

Table des matières

Remerciements	5
Introduction.....	6
1. Le contexte et le sujet.....	7
1.1. L'entreprise d'accueil : le LIMOS.....	7
1.2. L'entreprise maître d'ouvrage : le CHU de Clermont-Ferrand	7
1.3. Le service MPR (Médecine Physique et de Réadaptation)	7
1.4. Le maintien de l'autonomie.....	8
1.4.1. Les enjeux.....	8
1.4.2. Le cas de l'arthrose.....	8
1.4.3. L'incitation aux activités physiques et le suivi	9
1.4.4. L'initiative du CNRS avec le défi AUTON	9
1.5. L'existant au service MPR	9
1.6. Le sujet.....	10
1.7. Un aperçu sur l'état de l'art.....	10
1.7.5. L'état de l'art relativement aux questionnaires d'enquête	10
1.7.6. L'état de l'art relativement aux capteurs de données de santé	13
1.8. Le cahier des charges	14
1.9. La demande d'autorisation auprès de la CNIL	15
1.10. Le calendrier prévisionnel	15
2. L'architecture du système et les principes de fonctionnement	17
2.1. L'architecture du système.....	17
2.2. Les principes de fonctionnement.....	17
2.3. Les choix technologiques	18
3. La conception et le développement de l'application intranet	20
3.1. Les cas d'utilisation	20
3.2. Le diagramme de classes.....	21
3.2.1. La modélisation des types de questions	21
3.2.2. La modélisation des sections.....	22
3.2.3. La modélisation des enquêtes	23
3.2.4. La modélisation des patients et des membres du corps médical.....	23
3.2.5. La gestion des libellés.....	23
3.2.6. La modélisation des résultats.....	23
3.3. La présentation de l'interface	24
3.3.1. L'accueil.....	24
3.3.2. La gestion des enquêtes.....	24
3.3.3. La gestion des patients.....	31

3.3.4.	La gestion du corps médical	33
3.3.5.	L'initialisation de la collecte patient	33
3.3.6.	Le suivi.....	35
3.3.7.	Le paramétrage.....	37
3.3.8.	La déconnexion.....	37
3.4.	La mise en place de l'infrastructure	37
3.4.1.	Le serveur et la base de données.....	37
3.4.2.	L'accès à l'application	37
3.5.	Le développement.....	38
4.	La conception et le développement de l'application mobile	40
4.1.	Les cas d'utilisation	40
4.2.	Le diagramme de classes.....	41
4.3.	L'interface pour la tablette	42
4.3.1.	L'initialisation de la collecte patient	42
4.3.2.	La réponse aux enquêtes	43
4.3.3.	Les notifications	46
4.3.4.	L'envoi et la réception des données.....	47
4.4.	L'interface pour la montre	47
4.4.1.	La consultation de l'heure	47
4.4.2.	L'indication d'une intensité de douleur	47
4.4.3.	Le comptage automatique des pas	48
4.4.4.	L'envoi et la réception des données.....	48
4.5.	Le diagramme de séquence	48
4.6.	Le développement.....	49
4.6.1.	Les fonctions offertes par Android	49
4.6.2.	La structure des projets	50
4.6.3.	Le principe de la communication par web services.....	51
4.6.4.	Les web services installés.....	52
4.6.5.	Le développement sur la tablette	52
4.6.6.	Le développement sur la montre.....	56
4.7.	Le déploiement de l'application sur le Play Store	62
5.	Les développements complémentaires	64
5.1.	La déclaration d'une douleur (niveau et position)	64
5.2.	La déclaration d'une prise de médicament	65
6.	Quelques expérimentations.....	68
6.1.	Une expérimentation en conditions réelles.....	68
6.2.	Autres expérimentations.....	71

Conclusion.....	72
Bibliographie.....	73
ANNEXE 1 : Le questionnaire GEET One.....	74
ANNEXE 2 : Le formulaire de déclaration auprès de la CNIL.....	89
ANNEXE 3 : Les manuels d'utilisation	90
ANNEXE 4 : Les plaquettes de présentation	97

Remerciements

J'adresse mes remerciements aux personnes qui m'ont aidé dans la réalisation de ce mémoire.

En premier lieu, je remercie Michel SCHNEIDER, professeur émérite, enseignant chercheur au Limos axe SIC (Système d'Information et de Communication). En tant que Directeur de mémoire, il m'a guidé dans mon travail et m'a aidé à trouver des solutions pour avancer.

Je remercie aussi le Pr Emmanuel COUDEYRE, chef du service MPR (Médecine Physique et de Réadaptation) du CHU de Clermont-Ferrand, ainsi que Chloé GAY, doctorante, qui m'ont introduit au sujet et aidé à définir les contours du système.

Je remercie aussi Marinette BOUET pour ses conseils conceptuels et techniques.

Enfin, je remercie Danh NGUYEN, Vanel SIYOU, Jinhua ZHAO, Jocelyn DE GOËR et Philippe VASLIN pour m'avoir accueilli dans leur bureau et permis de partager leurs pauses.

Je remercie ma famille : ma femme Paola, mes enfants Esteban et la petite Emily.

Introduction

La tendance actuelle est de rendre le patient acteur de sa santé. Une manière de parvenir à cet objectif est de l'impliquer dans le processus de collecte de ses propres données de santé : c'est l'auto-collecte. Il existe deux modalités principales qui permettent l'auto-collecte : les auto-questionnaires et les capteurs personnels. Un auto-questionnaire permet au patient de répondre une fois (ou plusieurs fois à des instants différents) à des questions concernant sa situation médicale, son évolution, les difficultés rencontrées dans la vie courante. Un capteur personnel est installé par le patient lui-même sur son corps ou dans son environnement proche. Il assure la capture automatique de paramètres physiques le concernant.

Ce mémoire vise la conception et l'élaboration d'un système pour l'auto-collecte combinant ces deux modalités.

Ce mémoire a été réalisé au sein du LIMOS (Laboratoire d'Informatique de Modélisation et d'Optimisation des Systèmes) dans le cadre d'une action de recherche et développement orientée sur l'incitation à la pratique d'activités physiques pour améliorer l'autonomie. Nous avons collaboré avec le Service MPR (Médecine Physique et Réadaptation) du CHU de Clermont-Ferrand qui travaille sur ce sujet avec des patients arthrosiques. Ce service suit ses patients par l'intermédiaire de questionnaires établis sous forme papier. Il était intéressé d'expérimenter une solution numérique incluant non seulement les auto-questionnaires mais aussi les capteurs personnels. Le cahier des charges du système a été défini sur la base des besoins exprimés par le service MPR. Nous nous sommes orientés vers une architecture comprenant, d'une part un serveur hébergé au CHU pour centraliser les données et, d'autre part, des dispositifs mobiles (tablette et montre connectée) mis à disposition de chaque patient pour collecter et transmettre ses données personnelles. Les communications entre le serveur et les dispositifs mobiles sont assurées par l'intermédiaire de web services sécurisés. Nous nous sommes efforcés de concevoir et développer un système générique utilisable par tout service médical souhaitant suivre ses patients à distance.

Le mémoire est organisé comme suit. Une première partie précise le contexte du sujet. Dans la deuxième partie, je présente l'architecture du système et ses principes de fonctionnement. Les troisième et quatrième parties exposent la conception et développement des applications installées sur le serveur (application intranet) et les dispositifs mobiles (application mobile). La dernière partie illustre une expérimentation en conditions réelles.

1. Le contexte et le sujet

1.1. L'entreprise d'accueil : le LIMOS

Le LIMOS (Informatique, Modélisation et Optimisation des Systèmes) est une unité mixte de recherche associée au CNRS (UMR 6158). Ses principaux axes de recherche sont les suivants :

- Optimisation combinatoire et continue ;
- Recherche opérationnelle, Systèmes de production, Logistique ;
- Algorithmique des graphes et des treillis ;
- Images et apprentissage ;
- Modélisation et simulation ;
- Grandes masses de données ;
- Fouille de données ;
- Interopérabilité des systèmes d'information ;
- Réseaux de Capteurs ;
- Confiance numérique.

Les effectifs du LIMOS en juin 2015 sont de 188 membres dont 90 permanents, 92 doctorants et 6 non permanents (post-doctorants et ingénieurs).

Je partage mon bureau avec un enseignant-chercheur et 4 doctorants.

1.2. L'entreprise maître d'ouvrage : le CHU de Clermont-Ferrand

Un CHU est un centre hospitalier universitaire, associant pratiques cliniques et recherche médicale. Le CHU de Clermont-Ferrand se compose de trois établissements : le CHU Gabriel Montpied, le CHU Estaing et le CHU Hôpital Nord. Au total, il dispose d'environ 2000 lits.

Les équipements des plateaux medicotechniques du CHU de Clermont-Ferrand sont très complets : 3 scanners, 3 appareils d'IRM, 27 salles d'échographie et de radiologie, 42 automates d'analyses, 4 blocs opératoires comprenant 38 salles d'interventions.

Le CHU Hôpital Nord, se spécialise dans la gériatrie. Il a une capacité de 309 lits et comprend l'unité de soins de suite et de réadaptation SSR, l'unité de médecine physique et réadaptation MPR, l'unité de soins palliatifs USP, l'équipe mobile de soins palliatifs EMSP, l'unité de soins de longue durée, l'EHPAD (établissement hébergeant des personnes âgées dépendantes).

1.3. Le service MPR (Médecine Physique et de Réadaptation)

La Médecine Physique et de Réadaptation (MPR) est une spécialité médicale qui assure les soins de rééducation et de réadaptation après une maladie, une intervention chirurgicale ou un traumatisme.

L'activité est pluridisciplinaire ; elle associe des médecins, une équipe soignante (infirmières, aides-soignants), des rééducateurs (kinésithérapeutes, ergothérapeutes, orthophonistes) des compétences complémentaires (psychologues et neuropsychologues, assistantes sociales, chargés d'insertion professionnelle, diététiciens).

Le service est spécialisé dans la rééducation des pathologies neurologiques (accident vasculaire cérébral, sclérose en plaque, lésion de la moelle épinière, maladies neuromusculaires...) et de l'appareil locomoteur (traumatisme de la main et du membre supérieur, arthrose, pathologies du rachis...). Il est associé à la rééducation des patients accueillis dans les services de court séjour.

Le service est présent sur deux sites du CHU : site Montpied, site Hôpital Nord.

1.4. **Le maintien de l'autonomie**

1.4.1. **Les enjeux**

La perte d'autonomie peut intervenir dans divers cas : maladies chroniques physiques ou mentales, pertes de capacités physiques ou mentales liées à l'âge, accidents. Selon le cas, il s'agit de retrouver l'autonomie le plus rapidement possible, de maintenir l'autonomie, de ralentir la perte d'autonomie.

De nombreuses personnes sont potentiellement concernées et l'enjeu de permettre à ces personnes de retrouver ou de maintenir une bonne autonomie est crucial.

1.4.2. **Le cas de l'arthrose**

L'arthrose est une maladie chronique qui ne se guérit pas et qui évolue progressivement, par crises notamment.

Elle provoque des douleurs importantes aux articulations.

L'arthrose touche 9 à 10 millions de Français, soit environ 17 % de la population. C'est la plus fréquente des maladies rhumatismales. En France, elle est responsable de 12 millions de consultations médicales chaque année.

L'arthrose concerne principalement les personnes âgées : 68 % des personnes atteintes d'arthrose ont plus de 50 ans, 50 % des personnes ont de l'arthrose après 65 ans, 85 % des personnes sont touchées après 70 ans.

Les hommes et les femmes sont touchés de façon égale jusqu'à la cinquantaine.

Après cet âge, les femmes sont plus nombreuses à être concernées, probablement pour des raisons hormonales. Cependant, l'arthrose peut se retrouver chez des personnes jeunes, en particulier l'arthrose des doigts ou l'arthrose des genoux.

L'obésité est un facteur de risque majeur d'arthrose du genou, ce qui explique en partie pourquoi elle touche des personnes de plus en plus jeunes.

L'arthrose peut toucher toutes les articulations, mais certaines le sont plus fréquemment. :

- Colonne vertébrale : Elle concerne 85 % des hommes et 75 % des femmes de plus de 50 ans, sans pour autant causer de symptômes dans bien des cas.
- Main : C'est la plus fréquente des arthroses douloureuses. Elle concerne surtout les femmes.
- Genou : Elle touche 6,6 % des femmes et 4,7 % des hommes dans la population générale. Environ 1/3 des personnes de plus de 60 ans sont concernées.
- Hanche : L'arthrose de la hanche est très gênante. Elle concerne environ 3 % des adultes (1 à 3,9 % chez les hommes et 0,8 à 5,1 % chez les femmes).

Les traitements pour soulager l'arthrose sont variés : traitements médicamenteux, traitements par médecines complémentaires, cures thermales, respect de consignes

alimentaires. L'activité physique est reconnue comme étant très favorable à la limitation du développement de l'arthrose et donc au maintien de l'autonomie des patients arthrosiques.

1.4.3. **L'incitation aux activités physiques et le suivi**

D'une manière plus générale, une bonne activité physique constitue un facteur important pour maintenir l'autonomie de patients souffrant de maladies chroniques ou pour récupérer de l'autonomie pour les patients ayant subi un accident. Toutefois cette activité doit être contrôlée et adaptée (en nature et intensité) à chaque patient.

De nombreux systèmes basés sur smartphones et montres connectées ont été proposés pour suggérer un programme d'activités physiques et pour les mesurer. Le nombre de pas effectués est presque systématiquement compté mais il est important de souligner les difficultés liées à ce comptage. Le comptage est effectué à partir d'un accéléromètre et sa précision dépend de la position du capteur sur le corps de la personne et de l'algorithme utilisé.

Concernant les personnes dépendantes, le principal problème est celui de l'incitation. Environ un tiers des personnes concernées ne sont pas persuadées de l'intérêt de mener une activité physique régulière. Un tiers adhère à un programme mais ne le mène pas convenablement.

1.4.4. **L'initiative du CNRS avec le défi AUTON**

En Avril 2015, le CNRS a lancé le défi AUTON (<http://www.cnrs.fr/insb/annonces/Texte-Auton-AAP2017.pdf>) pour susciter une réflexion transversale autour des enjeux liés à l'autonomie et au maintien de l'inclusion sociale des personnes en perte d'autonomie. Le LIMOS et le Service MPR ont fait une proposition conjointe pour répondre à ce défi en se basant sur le cas des patients arthrosiques. Le sujet de mon mémoire a été bâti sur les principes de suivi de patients définis dans cette proposition.

Cette proposition a été acceptée et a permis aux deux laboratoires de s'insérer dans un consortium national intitulé AMISIA (Approche Multidisciplinaire Innovante du Suivi des stratégies d'Incitations pour le maintien de l'Autonomie). Certains des matériels utilisés pour valider le système proposé ont été financés par ce consortium.

1.5. **L'existant au service MPR**

Le service MPR suit plus particulièrement les patients arthrosiques qui fréquentent les cures thermales à travers des questionnaires d'enquête sous forme papier. Ces patients volontaires sont sollicités à trois moments différents : en début de cure, en fin de cure, trois mois après la cure. C'est donc les réponses à trois questionnaires qui sont collectées pour chaque patient. Un exemplaire du premier questionnaire est fourni en annexe 1 (page 74).

Le dépouillement d'un questionnaire se déroule via un logiciel spécifique. Dans un premier temps, il faut scanner un questionnaire vierge puis maquetter toutes les zones. Ce maquettage consiste à déclarer une variable associée qui va ensuite recevoir la valeur de la zone. Tous les questionnaires remplis sont ensuite scannés et dépouillés automatiquement par le logiciel. Lorsque certaines zones ne sont pas bien reconnues, le logiciel l'indique à l'opératrice qui peut corriger en direct. En final les résultats sont chargés dans une feuille Excel où les lignes correspondent aux individus et les colonnes sont les variables qui ont été identifiées lors du maquettage.

Le statisticien travaille ensuite avec la feuille Excel. Il peut, selon les demandes, effectuer des analyses statistiques mono variées, bi-variées ou multi-variées. Le logiciel SAS est utilisé pour mener ces analyses.

En principe, le statisticien accompagne les demandeurs dans l'élaboration du questionnaire de façon à devancer les éventuelles difficultés de maquettage.

Pour l'analyse, un protocole (en langue naturelle) est toujours préalablement établi avec le demandeur.

L'utilisation de questionnaires sous forme papier est lourde et le service MPR souhaite qu'un dispositif numérique puisse être mis en place.

Le service souhaite aussi explorer l'utilisation de capteurs d'activité physique.

1.6. **Le sujet**

Le système visé doit favoriser la collecte de données de santé par le patient lui-même. La localisation du patient ne doit pas constituer un obstacle. La seule contrainte est que le patient doit pouvoir disposer d'une connexion internet à intervalles réguliers (par exemple tous les soirs).

Deux modes de collecte sont à étudier : d'une part une collecte par questionnaires numériques par l'intermédiaire de smartphones ou de tablettes, d'autre part une collecte automatique en utilisant des capteurs embarqués sur smartphones ou montres connectées. Pour le service MPR, il s'agit surtout de capter l'activité physique du patient à intervalles réguliers. Mais le système sera conçu pour permettre l'intégration de tout type de capteur.

Toutes ces données doivent être transmises vers un serveur central sous une forme tabulaire (compatible avec un format Excel) pour permettre leur entreposage et leur analyse ultérieure par un système tel que SAS ou R. Il doit être possible d'effectuer des analyses relativement à un patient ou un groupe de patients.

L'élaboration des questionnaires d'enquête doit pouvoir être effectuée par les membres du corps médical. Une interface conviviale sera donc mise à leur disposition pour effectuer cette tâche. Il est important que cette interface puisse offrir une bonne variété de types de questions.

Le système doit être simple d'usage pour que son acceptabilité par les utilisateurs (membres du corps médical d'une part, patients d'autre part) ne pose pas de problème.

1.7. **Un aperçu sur l'état de l'art**

1.7.5. **L'état de l'art relativement aux questionnaires d'enquête**

Il existe différents types de système pour définir et gérer des questionnaires d'enquête : systèmes généraux comme Google Forms ou Lime Survey, systèmes spécifiques dédiés à la recherche comme ActivCollector, systèmes spécifiques aux enquêtes d'opinion. Nous donnons un aperçu sur les trois premiers.

1.7.5.1. Google Forms [1]

Dans Google Forms, plusieurs types de questions sont possibles. Nous les expliquons rapidement.

- Question à choix multiple et réponse unique symbolisée par un bouton radio (figure 1).

Question Choix multiple réponse unique

Option 1

Option 2

Option 3

Figure 1 : Choix multiple Réponse unique de Google Forms.

- Question à choix multiple et réponse multiple possible symbolisée par des cases à cocher (figure 2).

Question Choix multiple réponse multiple

Option 1

Option 2

Option 3

Figure 2 : Cases à cocher de Google Forms.

- Liste déroulante
Une seule réponse est possible parmi les options de la liste déroulante (figure 3).

Question Liste déroulante

Sélectionner ▼

Figure 3 : Liste déroulante de Google Forms.

- Echelle linéaire
Une échelle de nombres est présentée et la réponse unique est l'un de ces nombres qui doit être coché (figure 4).

Figure 4 : Echelle linéaire de Google Forms.

- Grille à choix multiple

Une grille à choix multiple se présente comme une question générale avec plusieurs sous-questions. Les réponses à chacune des sous-questions se présentent comme des options partagées. Google Forms offre la possibilité de cocher une ou plusieurs par sous-questions (figure 5).

Figure 5 : Grille à choix multiple de Google Forms.

- Question à réponse libre

La réponse est un texte libre. Deux formats sont possibles : « Réponse courte » ou « Réponse paragraphe ».

Dans Forms, il est possible de créer des sections pour constituer des groupes de questions.

L'interface de saisie des questionnaires est très intuitive. L'utilisateur peut apporter des corrections très facilement. Il est possible de supprimer une question à tout moment. Forms offre la possibilité d'élaborer un questionnaire de manière collaborative.

Il est possible d'insérer des photos ou des logos dans la formulation des questions.

Forms incorpore une possibilité d'analyse des réponses de plusieurs enquêtes sous forme de graphiques en se basant sur les fonctionnalités de Google Sheets.

Le mode de diffusion d'une enquête peut se faire de trois façons :

- Soit par email, en constituant la liste des emails des destinataires ;
- Soit par l'intermédiaire d'un lien URL qui est diffusé auprès des destinataires ;

- Soit par un site Web ou un blog, la réponse à l'enquête est alors effectuée lors de la consultation du site ou du blog.

Le résultat de l'enquête est hébergé sur la partition Google de l'utilisateur ou sur Drive.

1.7.5.2. Lime Survey [2]

Lime Survey fonctionne sous licence GPL et permet peu ou prou les mêmes types de questions que Google Forms. Ce qui différencie les deux systèmes, c'est la façon dont sont stockés les résultats d'une enquête. En effet, en utilisant Lime Survey, il est possible d'installer une base de données sur un serveur intranet pour récolter les réponses.

Voici les principales caractéristiques de Lime Survey :

- Gestion de questionnaires multilingues.
- Nombreux types de questions.
- Intégration d'images dans une question.
- Impression d'un questionnaire.
- Définition de conditions sur les réponses d'une question pour gérer les enchaînements.
- Possibilité d'interrompre un questionnaire et de le reprendre plus tard.

1.7.5.3. ActivCollector de l'INRA [3]

Le système ActivCollector est très orienté sur la recherche clinique. Il permet l'envoi de questionnaires à des personnes volontaires et propose un agenda pour organiser des rendez-vous avec les chercheurs. C'est un site internet qui sert à dématérialiser un maximum de données pour les conserver et les traiter ultérieurement. De plus, le site permet une grande interactivité entre les chercheurs et les volontaires. Cinq grandes fonctionnalités sont proposées :

1. Création et gestion des questionnaires par un chef de projet.
2. Réponse à un questionnaire à travers un navigateur et enregistrement des réponses.
3. Définition des prétraitements par le chef de projet.
4. Dépouillement automatique des questionnaires.
5. Analyse statistique des réponses aux questionnaires.

ActivCollector autorise divers types de questions : questions ouvertes, questions à choix multiples, questions à échelles continues, questions tabulaires, questions dirigées par une image.

1.7.6. **L'état de l'art relativement aux capteurs de données de santé**

Il existe de très nombreux capteurs et systèmes qui ont été développés pour collecter automatiquement des données de santé.

Nous nous intéressons ici uniquement aux capteurs embarqués dans des smartphones ou des montres et qui peuvent être utilisés séparément ou insérés dans des systèmes plus complexes. Ces capteurs sont très divers : accéléromètres, tensiomètres, cardio-fréquencemètres, glucomètres, ... Les accéléromètres sont très utilisés pour compter le nombre de pas. Embarqués dans un smartphone ou une montre, les données sont généralement transmises vers le site web du constructeur et

reviennent après traitement pour permettre un affichage par l'utilisateur. Ce sont des systèmes fermés. On peut cependant récupérer les données via des web services.

1.7.6.1. Fitbit [4]

L'Américain Fitbit est leader sur le marché des traqueurs d'activité avec Jawbone.

Nous allons donner l'exemple du bracelet Alta qui fonctionne avec une application dédiée et un serveur. Cette application permet de différencier les types d'activité : course, marche, vélo, ... L'Alta détecte lui-même un type d'activité et optimise ses évaluations au bout de 15 minutes. Ces évaluations par activité sont répertoriées dans l'application à la rubrique "Suivre les exercices". Autre automatisme : le rappel d'inactivité. Chaque heure, dans une tranche horaire que l'on peut limiter dans le temps (au hasard, lorsque l'on ne dort pas !), l'Alta vibre pour rappeler qu'il serait judicieux de marcher quelques pas (250). Évidemment, cette fonction peut être désactivée.

Les données capturées sont envoyées via un service web sur le serveur de Fitbit. Ces données peuvent être consultées par les applications dédiées Fitbit pour en exploiter les résultats. Mais les données peuvent également être produites par des applications tierces. En effet, Fitbit ouvre ses données au moyen d'une API [4]. Les données sont sécurisées par identifiant et mot de passe.

1.7.6.2. Google

Sous Android, de nombreuses applications peuvent être installées sur les montres numériques comme sur les smartphones. Il est possible de développer sa propre application et gérer les données captées selon ses besoins propres. Les montres doivent être connectées (généralement avec Bluetooth) à un système hôte pour communiquer. Il est possible d'inhiber la transmission des données vers le site web du constructeur.

Avec l'application STEP_COUNTER fournie avec Android, nous avons la possibilité de compter les pas à partir d'une montre Android Wear équipée d'un accéléromètre. En fait, l'algorithme sous-jacent compte les mouvements du bras lors d'un déplacement.

1.8. **Le cahier des charges**

Avec le service MPR, il est convenu que chaque patient puisse répondre à un questionnaire d'enquête par l'intermédiaire d'une tablette ou d'un smartphone. Ces matériels doivent fonctionner sous Android pour des raisons de meilleure disponibilité et de coût. Ces matériels peuvent être fournis par le patient. Le service MPR peut fournir une tablette si le patient n'est pas déjà équipé. Le patient fournit alors le dispositif d'accès à internet.

Le service MPR souhaite aussi que chaque patient soit équipé d'une montre disposant d'un accéléromètre pour capter son activité physique (nombre de pas par tranche horaire ou par jour). Cette montre doit aussi fonctionner sous Android. Là encore, le service peut mettre à disposition une montre si nécessaire. Les données de la montre sont transmises à la tablette ou au smartphone par l'intermédiaire du protocole Bluetooth. L'intérêt de la capture automatique de l'activité résulte du constat que les questionnaires d'enquête ne permettent pas une collecte fiable. Des expériences ont montré que les patients surestiment assez systématiquement leur activité physique.

Le service MPR souhaite que le serveur central soit hébergé par le Centre Informatique du CHU. Le Centre Informatique impose que toutes les connexions interviennent à l'initiative du patient en mode sécurisé. Il est convenu que le serveur fonctionnera sous WINDOWS et hébergera une base de données gérée par MYSQL. Les données sensibles du patient seront saisies en intranet. Seules les données de suivi seront transmises au serveur central via un protocole sécurisé par certificat depuis la tablette ou le smartphone et en utilisant un identifiant spécifique à chaque patient. Le serveur sera administré conformément aux règles édictées par le CHU (notamment en ce qui concerne les upgrades de sécurité). Un accès internet au serveur avec droits d'administration sera mis en place.

C'est le corps médical qui assurera la gestion des patients (et notamment l'attribution de l'identifiant de chaque patient) via un module spécifique à concevoir et développer.

Dans un premier temps, il est convenu de mettre à disposition du corps médical les types de question suivants : questions à choix multiples, questions à curseur, questions en grille, questions à réponse libre.

1.9. **La demande d'autorisation auprès de la CNIL**

Une demande d'autorisation pour le stockage de données médicales doit être élaborée à l'attention du correspondant CNIL du CHU.

La Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés, plus connue sous le sigle CNIL, est une institution indépendante chargée de veiller au respect de la vie privée et des libertés dans le monde numérique. Au CHU il y a un référent CNIL appelé CIL-Correspondant Informatique et Libertés. Il faut déclarer l'application et les types de données utilisés auprès de ce correspondant. Le correspondant Informatique et Libertés a pour mission de conseiller, aider et simplifier les démarches. Tout fichier ou traitement informatisé comportant des données personnelles doit être déclaré au correspondant. Selon le type de données ou de finalité du traitement, le correspondant l'inscrit au registre des traitements du CHU ou instruit avec le responsable de traitement la demande d'autorisation auprès de la CNIL. Sous certaines conditions, certains traitements font l'objet d'une dispense mais sont néanmoins inscrits au registre du CIL.

Lorsque les données personnelles ne relèvent pas de données sensibles ou à risque (comme les données génétiques, les données de santé, les infractions pénales, les données comportant des appréciations sur les difficultés sociales des personnes, les données biométriques, les données comprenant le numéro NIR), le correspondant informatique et libertés est habilité à donner l'autorisation de la mise en œuvre de leur traitement.

Le formulaire de demande d'autorisation est donné en Annexe 2.

1.10. **Le calendrier prévisionnel**

Le calendrier prévisionnel des travaux à effectuer est composé de 5 grandes phases.

- 1^{ère} phase (novembre à décembre 2015) : conception du système, étude de l'architecture et des composants à développer, étude des cas et des structures de données.

- 2ème phase (janvier à février 2016) : développement d'une version de base permettant de créer des questionnaires avec questions simples, de les affecter à des patients, de récupérer les réponses à partir d'un terminal mobile, de transmettre les données au serveur.
- 3ème phase (mars 2016) : développement d'un applicatif pour récupérer des données à partir d'un capteur porté (wearable) et de les transmettre au serveur.
- 4ème phase (avril à mai 2016) : extension de la version de base pour permettre de créer des questionnaires avec des questions complexes.
- 5ème phase (juin à août 2016) : déploiement de l'application et tests avec des usagers.

Ce calendrier a été globalement respecté.

En dernière phase, des réajustements dans les communications entre la plate-forme mobile et le serveur ont entraîné des remaniements de plusieurs composants.

2. L'architecture du système et les principes de fonctionnement

2.1. L'architecture du système

L'architecture retenue est simple. Elle est basée sur un serveur central qui héberge les données et l'application de gestion des questionnaires et des patients (appelée application intranet par la suite). Ce serveur est installé au Centre Informatique du CHU dans l'intranet sécurisé. Chaque patient dispose d'une tablette (associée éventuellement à une montre, ou un bracelet, ou d'autres capteurs) qui peut échanger des données avec le serveur via un protocole internet sécurisé. C'est l'application mobile installée sur la tablette qui initie tous les échanges avec le serveur.

Le caractère personnel et médical des données récoltées justifie les mesures de sécurité adoptées : présence d'un firewall Red Cap pour isoler l'infrastructure du CHU, interdiction d'installer un dispositif du type « push » du serveur vers les périphériques. Il faut donc que les périphériques soient les instigateurs des communications vers le serveur via le web. Ce sont ces périphériques qui iront chercher les informations d'initialisation et qui enverront les résultats de la collecte au serveur.

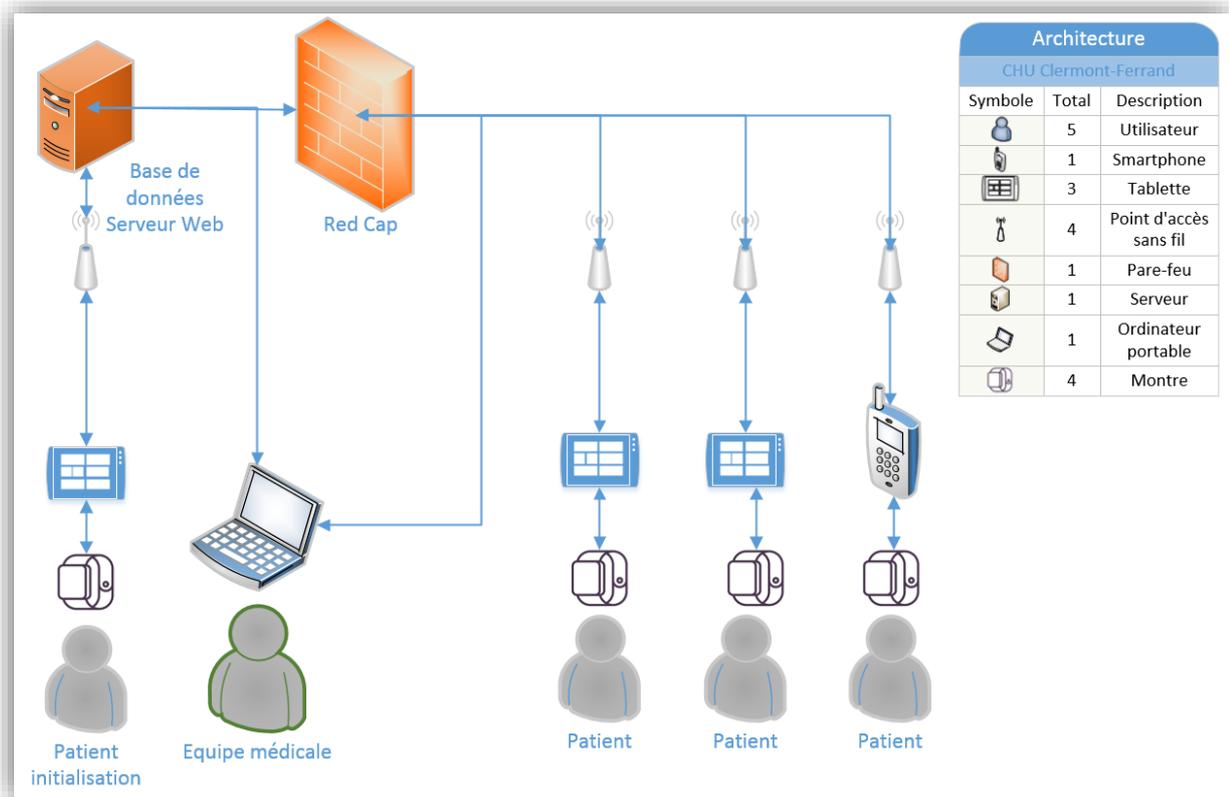


Figure 6 : Schéma de principe de l'architecture du système d'auto-collecte.

2.2. Les principes de fonctionnement

Les grandes opérations que permet le système se déroulent chronologiquement comme indiqué ci-après.

- ① Création des questionnaires (acteur : corps médical en intranet).

- ② Création des patients (acteur : corps médical en intranet).
- ③ Affectation des questionnaires aux patients (acteur : corps médical en intranet).
- ④ Initialisation des matériels (acteur : corps médical en intranet) : L'application mobile est installée sur la tablette et la montre affectées au patient. Les questionnaires sont transférés sur la tablette ainsi que les informations de paramétrage de la connexion au serveur.
- ⑤ Initialisation de la connexion de la tablette au réseau internet (acteur : patient)
- ⑥ Réponse aux questionnaires et activation éventuelle de la montre (acteur : patient en local) : Les données sont stockées temporairement sur la montre et la tablette.
- ⑦ Transmission des données au serveur (acteur : application mobile en internet) : Les données sont transmises au serveur central dès que la liaison internet est établie. La connexion et la transmission sont entièrement automatiques. C'est l'application mobile qui pilote les échanges.

2.3. Les choix technologiques

Le CHU a mis à notre disposition un serveur Windows (Windows Server 2012 R2) de 300Go pour héberger l'application intranet et les données. Nous avons choisi MySQL (version community 5.7.13) comme SGBD et le langage JAVA, JEE pour assurer le développement. La persistance des données est gérée par l'intermédiaire de JPA. La technologie JPA (Java Persistence API) a pour objectif d'offrir un modèle d'ORM (Object Relational Mapping) permettant de mettre en correspondance les classes Java et les tables relationnelles et d'assurer la persistance via un Framework de persistance (comme Hibernate ou Openlink). Nous l'avons couplé avec Hibernate.

Le serveur web est supporté par Tomcat 8.

Le choix d'Android pour supporter l'application mobile nous a été suggéré par le maître d'œuvre qui a estimé que les produits Android ont une meilleure disponibilité (en prix et en variété).

Cette application mobile est développée comme une application Android à part entière et non comme une Web Apps. Nous souhaitons en effet que le patient puisse répondre aux questionnaires d'enquête depuis la tablette sans que cette dernière soit connectée en permanence au réseau.

Pour assurer complètement cet objectif nous avons installé le SGBD SQLite version 3 sur la tablette et sur la montre. En cas de déconnexion du réseau les services de saisie de données restent ainsi opérationnels. De plus, lors de l'extinction du périphérique suite à une batterie vide, la base de données reste intacte jusqu'au redémarrage.

L'application mobile, dans une optique d'uniformisation et de réutilisabilité, a aussi été développée en JAVA.

Pour la communication entre la tablette et le serveur, nous avons eu recours aux services Web en utilisant l'architecture Rest full. Cette solution facilite la mise en œuvre et simplifie la déclaration des données à échanger.

Pour le comptage des pas, nous avons opté pour une montre Android Wear (version 1.5.0) plutôt qu'un bracelet type Fit Bit car il est possible de choisir la destination des données et de garantir leur anonymisation. En effet, la majorité des bracelets de santé orientent obligatoirement les données vers le site Web du fournisseur avant de les retourner vers l'utilisateur. Cette solution pose un réel problème de confidentialité des données.

Il existe cependant un bracelet commercial, Angel Sensor [5], qui laisse la liberté du stockage des données. Il est construit sur une plateforme open source. C'est le premier capteur de santé portable véritablement ouvert qui permet d'accéder aux données brutes. Cependant, le temps de mise à disposition de ce périphérique ne correspondait pas au planning imposé pour le projet et nous n'avons pas pu le sélectionner.

3. La conception et le développement de l'application intranet

Les figures et diagrammes de cette section ont été élaborés en utilisant MagicDraw 17.

3.1. Les cas d'utilisation

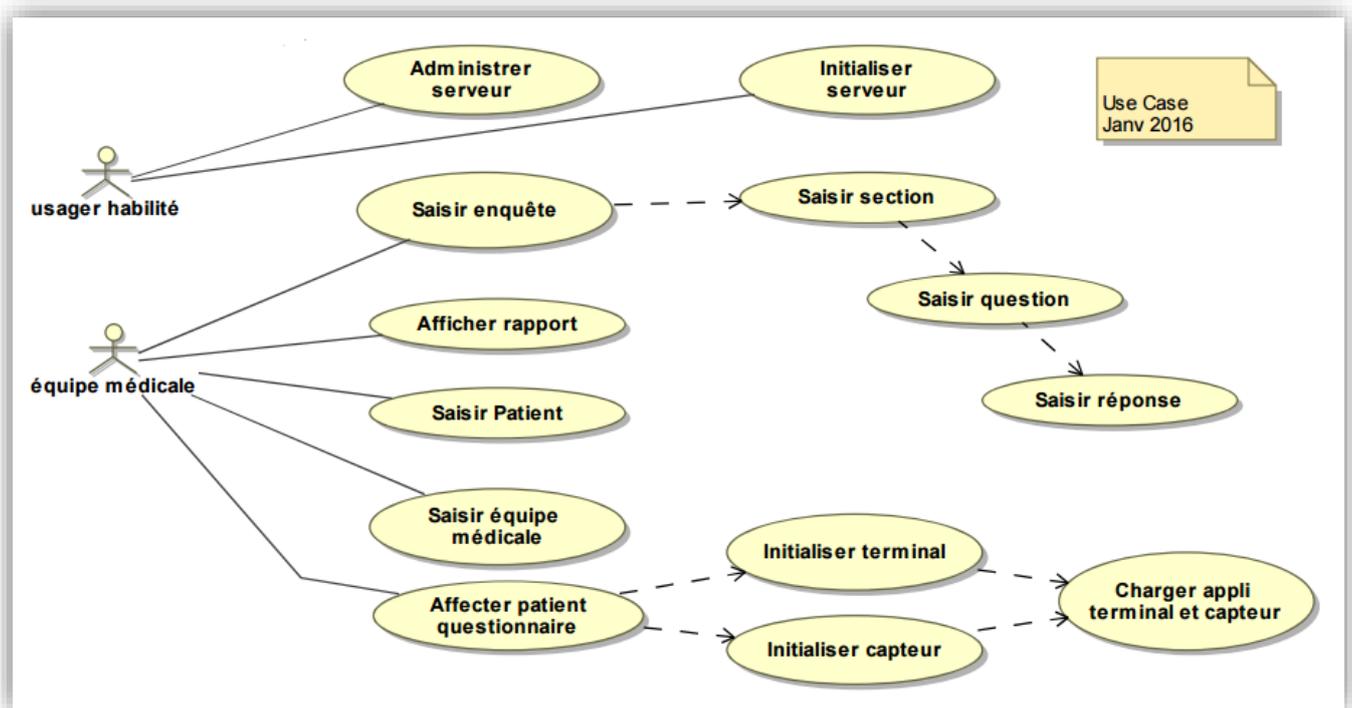


Figure 7 : Cas d'utilisation de l'intranet.

Les usagers de l'application intranet sont les membres du corps médical. Un ou plusieurs de ces membres sont des usagers habilités qui ont la possibilité d'initialiser et d'administrer le serveur. Il revient à ces usagers habilités de créer les droits d'accès pour tous les autres usagers.

Tout usager du corps médical peut créer des patients, créer des questionnaires d'enquête, affecter des questionnaires aux patients, initialiser les matériels des patients.

Les questionnaires peuvent être divisés en sections. Une section peut être soumise plusieurs fois à l'utilisateur sous forme d'une suite d'échéances prédéterminées ou sous forme d'une répétition régulière dans le temps.

Une section peut comprendre différents types de question : questions à choix multiples, questions à curseur, questions en grille, questions à réponse libre.

Le cas d'utilisation « Afficher rapport » permet d'afficher les résultats collectés sous différentes formes (par patient, par enquête) et de produire des tableaux Excel pour assurer la liaison avec un logiciel d'analyse de données.

3.2. Le diagramme de classes

La construction du diagramme de classes est intervenue au cours de la première phase. Au fil de l'avancement nous avons modifié, ajouté et supprimé certaines classes. Ces modifications reflètent les évolutions des besoins de notre partenaire.

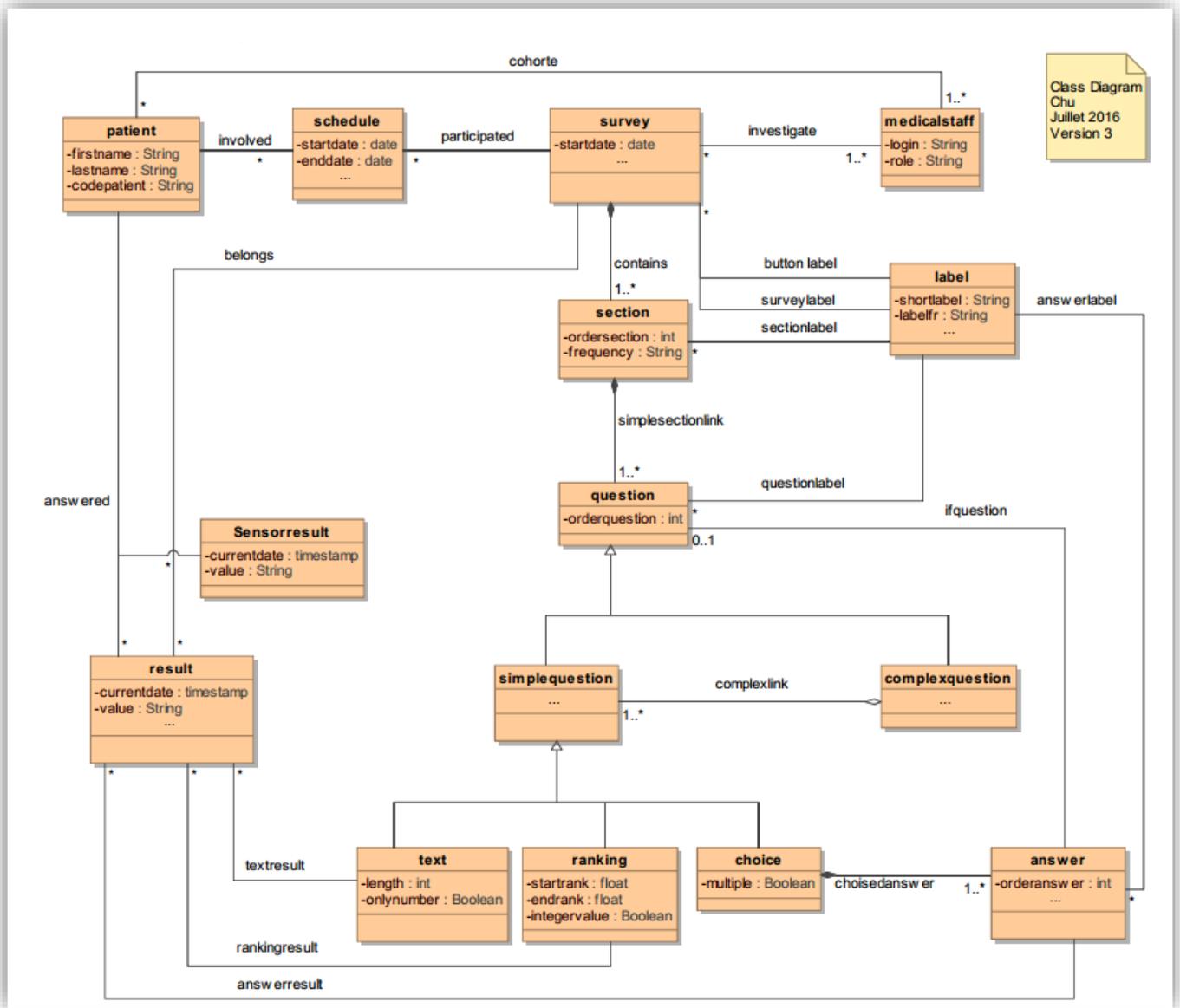


Figure 8 : Diagramme de classes de l'application intranet.

3.2.1. La modélisation des types de questions

- Question à réponse multiple et choix simple ou multiple

La représentation est effectuée via la classe *choice*. L'attribut booléen *multiple* permet d'imposer une réponse unique ou autorise une réponse multiple. La classe *answer* est associée à cette classe pour représenter les réponses possibles. L'attribut *orderanswer* représente l'ordre d'affichage des réponses possibles.

- Question avec une réponse sous forme de curseur

La réponse à la question est obtenue en déplaçant un curseur entre deux valeurs. La représentation est effectuée via la classe *ranking*. Les attributs de cette classe sont *startrank*, qui indique la valeur minimale et *endrank* qui indique la valeur maximale. L'attribut *integervalue* permet d'indiquer si la valeur de la réponse est un entier.

- Question à réponse textuelle

La représentation est effectuée via la classe *text*. La réponse est un texte libre. L'attribut *length* spécifie la longueur maximale du texte, i.e. une ligne ou bien plusieurs lignes. L'attribut booléen *onlynumber* spécifie une réponse sous forme d'un nombre.

Les trois classes précédentes correspondent à des questions simples et sont des sous classes de la classe *simplequestion*.

- Question en grille

Nous voulons également permettre des questions du type grille composée d'une question générale suivie de plusieurs sous-questions. Les réponses possibles sont les mêmes pour chacune des sous-questions.

	Aucune	Minime	Modérée	Sévère	Très sévère
Descendre les escaliers	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Monter les escalier	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vous relever de la position assise	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vous tenir debout	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Figure 9 : Exemple de question en grille affichée sur la tablette.

La représentation des questions en grille est effectuée via la classe *complexquestion*. Pour réutiliser les types de questions simples déjà représentés, nous utilisons une agrégation avec la classe *simplequestion*.

Les classes *simplequestion* et *complexquestion* sont des sous-classes de la classe *question*.

L'association *ifquestion* entre la classe *question* et la classe *answer* sert à spécifier la question suivante en fonction de la réponse choisie. Par exemple à la question : « avez-vous une voiture ? », la réponse « oui » emmènera vers la question suivante : « quelle marque ? ». Mais la réponse « non » évitera cette question. Ce lien n'a pas été exploité dans le développement de cette version de l'application.

3.2.2. La modélisation des sections

Nous voulons pouvoir associer une fréquence spécifique à chacune des sections d'un questionnaire.

La fréquence est modélisée à travers la classe *frequency*. L'attribut booléen *isregular* permet d'indiquer si la fréquence est régulière (par exemple tous les 7 jours) et l'attribut

frequency indique alors la périodicité en nombre de jours. Si la fréquence est irrégulière, cet attribut contient les diverses échéances (en nombre de jours à partir de la date courante) qui seront imposées à l'utilisateur pour répondre à l'enquête. L'ordre des sections au sein d'un questionnaire est pris en compte à travers l'attribut *ordersection*.

3.2.3. La modélisation des enquêtes

La classe *survey* modélise les enquêtes. Elle a un lien *contains* du type composition sur la classe *section*. C'est-à-dire que chaque enquête peut avoir plusieurs sections et que si une instance de la classe *survey* est supprimée alors toutes les instances de la classe *section* qui lui sont rattachées sont également supprimées.

3.2.4. La modélisation des patients et des membres du corps médical

Cette modélisation est assurée par l'intermédiaire des classes *patient* et *medicalstaff*. Une liaison entre les classes *patient* et *survey* est modélisée par l'intermédiaire de la classe *schedule* qui permet d'indiquer les enquêtes dans lesquelles un patient est engagé. Une association *investigate* entre les classes *survey* et *medicalstaff* permet de rattacher le membre du corps médical qui a créé une enquête. Ce membre est le seul à voir et à utiliser celle-ci. De même, une association *cohort* entre les classes *patient* et *medicalstaff* rattache chaque patient au membre du corps médical qui le gère. Un membre ne voit que ses patients et un patient est géré par un seul membre.

3.2.5. La gestion des libellés

Tous les libellés utilisés dans la spécification des questions et des réponses des questionnaires sont modélisés par l'intermédiaire de la classe *label*. Cette classe est donc liée aux classes *survey*, *section*, *question* et *answer*. Elle comporte essentiellement les attributs *shortLabel* et *labelfr*. Les *shortLabel* sont des descriptions brèves utiles pour la production des rapports. Les *labelfr* sont des descriptions complètes en français permettant à l'utilisateur la compréhension non ambiguë de chaque libellé. Cette modélisation permet une extension aisée pour traiter des libellés exprimés dans d'autres langues que le français.

3.2.6. La modélisation des résultats

Nous avons décidé de séparer les résultats des enquêtes et les résultats des capteurs dans deux classes différentes : *result* et *sensorresult*. La classe *result* modélise le résultat d'une question. La classe *sensorresult* modélise le résultat renvoyé automatiquement par le capteur (décompte des pas par exemple) ou bien une déclaration directe de l'utilisateur via un menu (indication de niveau de douleur par exemple). Il est possible d'étendre cette modélisation pour autoriser plusieurs capteurs ou plusieurs types de déclarations.

Le typage des données collectées est le même pour la classe *Result* et la classe *SensorResult* et respecte le format suivant :

(id patient, Nom de la variable, Date de collecte, Valeur collectée)

Nous les avons séparés car le nom de la variable est fixé à priori pour la classe *SensorResult* (dans notre cas il existe deux noms possibles : *degré de douleur* et *nombre de pas*), alors qu'il est déduit du libellé court de la question pour la classe

Result. La valeur collectée dans le cas d'une variable de capteur va être la valeur saisie par le patient pour le *degré de douleur* et le nombre de pas calculé pour le *nombre de pas*. La valeur collectée pour les résultats d'enquête est la valeur saisie par le patient en réponse à chaque question par le patient. Elle dépend du type de question. L'id du patient est le numéro identifiant le patient (affecté par le système) et la date de collecte est la date à laquelle est créée la donnée.

Type de données	Nom de la variable	Type de question	Valeur collectée
Capteur	"degré de douleur "		Saisie par le patient
Capteur	"nombre de pas"		Calcul du nombre de pas
Question	Short label de la question	Choix multiple	Short label de la réponse
Question	Short label de la question	Classification	Valeur de la barre de classification
Question	Short label de la question	Réponse ouverte numérique	Valeur saisie par l'utilisateur
Question	Short label de la question	Réponse ouverte alphanumérique	Valeur saisie par l'utilisateur

Figure 10 : Tableau récapitulatif des valeurs des données récoltées.

3.3. La présentation de l'interface

3.3.1. L'accueil

Le bouton Home permet à l'utilisateur de revenir sur la page de garde de l'intranet. Cette page permet d'accéder à trois notices d'utilisation disponibles au téléchargement.

3.3.2. La gestion des enquêtes

3.3.2.1. La création d'une enquête

Pour créer un questionnaire l'utilisateur doit d'abord sélectionner l'onglet « Créer Enquête » qui provoque l'affichage de l'écran de création. Il doit attribuer un nom à son enquête. Ce nom permet au système d'identifier chaque enquête. Il doit également donner un libellé pour le bouton qui sera servira au patient à activer l'enquête à partir de sa tablette.

Figure 11 : Fenêtre pour la création d'une enquête.

Puis vient la création de la section, dont la spécification peut prendre trois formes différentes en ce qui concerne les modalités de soumission à l'utilisateur :

- La section est soumise avec une fréquence régulière
Il faut sélectionner la case « Régulière » et introduire la valeur de la période (en jours).

Figure 12 : Section à fréquence régulière.

- La section est soumise à des échéances prédéterminées
Il faut sélectionner la case « Échéances » et la fenêtre de spécification des échéances est rendue disponible.

Saisir les échéances

echeance

1

5

10

Echéance

Annuler Nouvelle échéance

Annuler Valider

Figure 13 : Section à échéances : saisie d'une échéance.

La validation intervient après saisie de toutes les échéances.

Gestion Enquête > Créer Section

Arbre de visualisation de l'enquête

- Enquêtes test02
 - Section 01 fréquence : 0 (en jours)

Identification de la section

Libellé de la section *

Section 2

A fréquence : Fréquence de cette section (en jours) * i

Régulière

Echéances

Permanente

[1,5,10]

Annuler Créer

Figure 14 : Section à échéances : état après saisies de trois échéances.

- La section est permanente

Une section permanente peut être activée par l'utilisateur à tout instant. Il faut cocher la case « Permanente » pour spécifier une section permanente. La valeur de la fréquence est alors mise à zéro.

Figure 15 : Section permanente.

L'étape suivante est la création des questions pour la section en cours. Plusieurs choix de types de questions sont proposés.

Figure 16 : Choix du type de question.

- Question à choix multiple
Une question à choix multiple implique l'ajout de toutes les réponses possibles.

Figure 17 : Réponses pour une question à choix multiple.

- Grille à choix multiple : Il ajouter les questions et les réponses communes à chaque question.

Figure 18 : Saisie des questions/réponses pour une question du type Grille à choix multiple.

- Question avec curseur. Il faut indiquer les points de départ et d'arrivée.

Figure 19 : Saisie des points de départ et d'arrivée pour une question avec curseur.

- Question à réponse ouverte. La réponse à cette question est un texte libre (un-ligne ou multiple ligne).

L'enchaînement des questions et des sections est spécifié par l'intermédiaire d'un bandeau en bas de chaque fenêtre de saisie et comprenant quatre boutons qui permettent respectivement d'annuler la spécification de la question courante, d'enchaîner sur une nouvelle question, d'enchaîner sur une nouvelle section, de terminer l'enquête.

Les données saisies sont enregistrées dans la zone associée à la session avant d'être transférées dans la base de données.

En cas d'annulation, il suffira de vider cette zone. La base de données n'est pas impactée.

3.3.2.2. La modification d'une enquête

L'onglet *Modifier Enquête* permet de supprimer la dernière section.

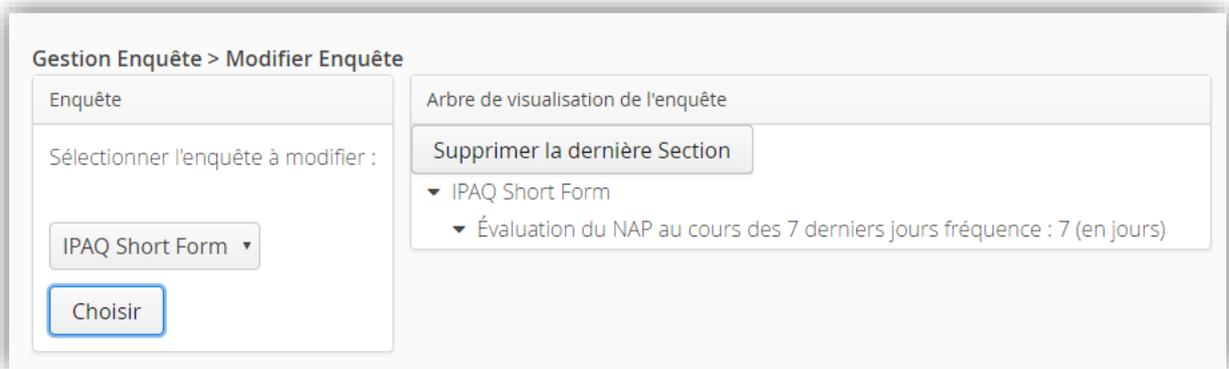


Figure 20 : Onglet modifier enquête

3.3.2.3. La poursuite d'une enquête

L'onglet *Poursuivre Enquête* permet de poursuivre une enquête en créant une nouvelle section à la suite de la dernière section.

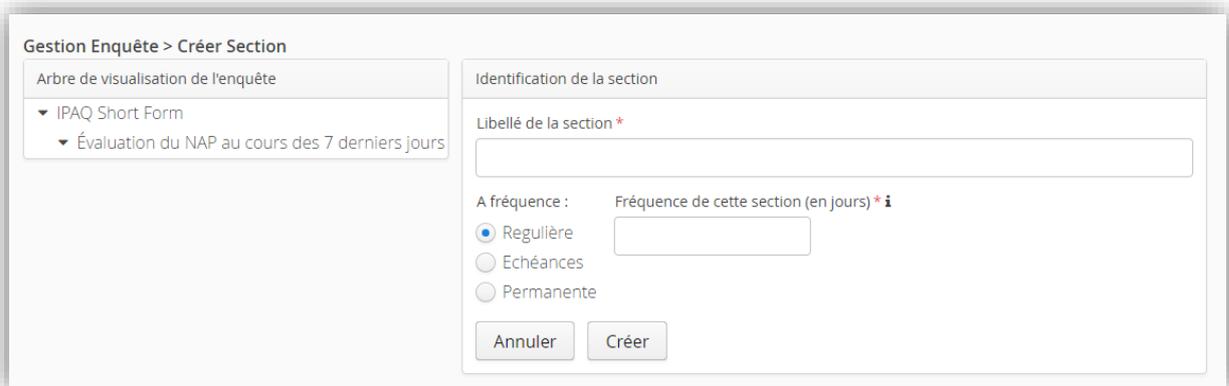


Figure 21 : Onglet Poursuivre Enquête.

3.3.2.4. La visualisation d'une enquête

L'onglet *Voir Enquête* permet de visualiser l'enquête mais également de la télécharger au format Word.



Figure 22 : Onglet Voir Enquête.

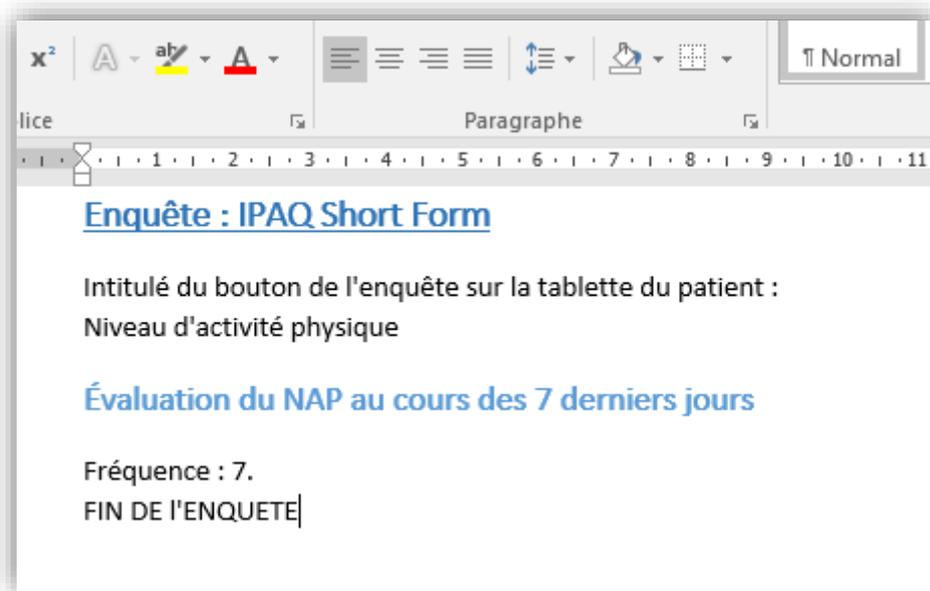


Figure 23 : Téléchargement au format Word.

3.3.2.5. La suppression d'une enquête

L'utilisateur a la possibilité de supprimer une enquête déjà créée mais qui n'est pas encore finalisée. Il s'agit en fait d'une suppression logique.

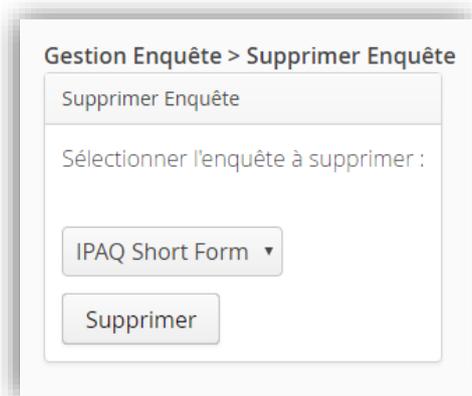


Figure 24 : Onglet Supprimer Enquête.

3.3.2.6. La finalisation d'une enquête

L'onglet Finaliser Enquête est important. Il permet de signifier que l'enquête est prête à être publiée auprès des patients. Après finalisation, il n'est plus possible de la modifier. C'est pour cette raison qu'une confirmation est exigée.

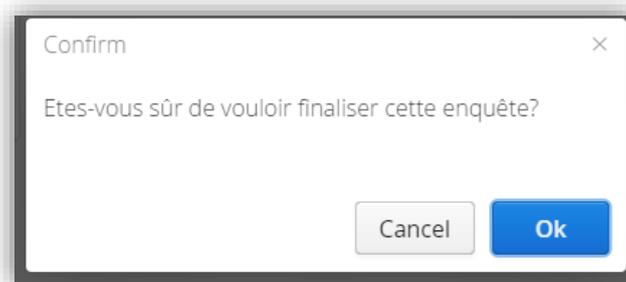


Figure 25 : Fenêtre modale de confirmation de la finalisation d'une enquête.

3.3.3. **La gestion des patients**

Ce menu est un CRD (Create, Read, Delete) sur les instances de patients. Il n'est pas prévu de mise à jour.

Gestion Patient

Créer Patient

Prénom du patient : *

Prénom

Nom du patient : *

Nom

code du patient : *

code du patient

Créer Patient

Supprimer Patient de la liste

001 ▾

Supprimer

Patient Excel

Liste (cohorte) des patients de suan_tay,Administrateur

001 : Michel Schneider

003 : Pierre Durand

034 : XXX

002 : Suan Tay

Figure 26 : CR(U)D patient.

Le cadre à gauche permet la création. Si le code du patient existe déjà alors l'application le signale et refuse la création.

Gestion Patient

Créer Patient

Prénom du patient : *

Suan

Nom du patient : *

Tay

code du patient : *

Créer Patient

Liste (cohorte) des patients de suan_tay,Administrateur

001 : Michel Schneider

003 : Pierre Durand

034 : . XXXXX

002 : Suan Tay

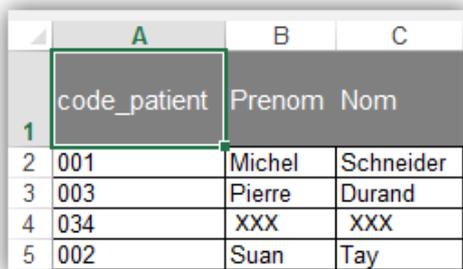
Ce code patient est déjà utilisé

Figure 27 : Cas d'un code patient déjà utilisé.

Il faut être administrateur pour pouvoir supprimer un patient.

Lorsque l'on supprime un patient, tous les résultats des enquêtes et les résultats de capteurs relatifs à ce patient sont supprimés.

Le bouton *Patient Excel* permet à un membre du personnel médical de télécharger au format Excel la cohorte de ses patients.

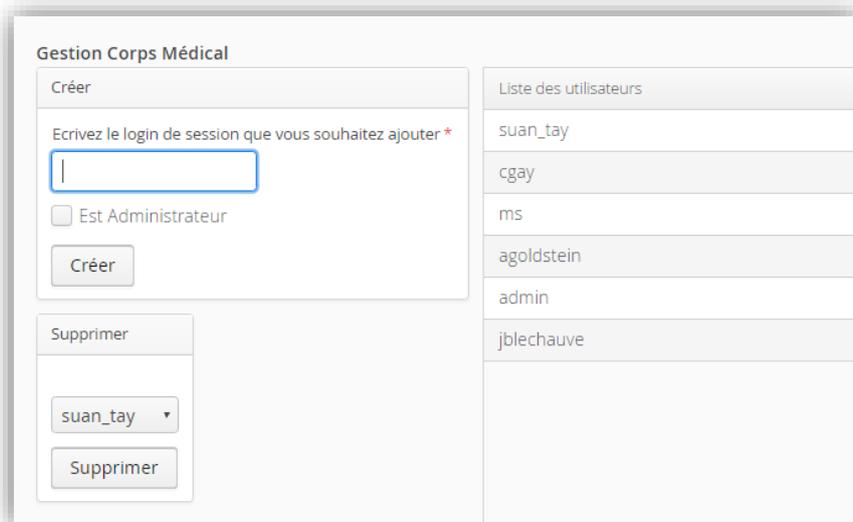


	A	B	C
1	code_patient	Prenom	Nom
2	001	Michel	Schneider
3	003	Pierre	Durand
4	034	XXX	XXX
5	002	Suan	Tay

Figure 28 : Fichier Excel de la cohorte de patients d'un membre du corps médical.

3.3.4. La gestion du corps médical

Cet onglet est réservé à un administrateur qui peut créer un nouveau membre du corps médical.



Gestion Corps Médical

Créer

Ecrivez le login de session que vous souhaitez ajouter *

Est Administrateur

Créer

Supprimer

suan_tay

Supprimer

Liste des utilisateurs

suan_tay
cgay
ms
agoldstein
admin
jblechauve

Figure 29 : Gestion du corps médical.

De la même manière, un administrateur peut supprimer un membre du corps médical. Les patients associés à ce membre sont alors supprimés.

3.3.5. L'initialisation de la collecte patient

3.3.5.1. L'affectation d'une enquête à des patients

Toute enquête finalisée peut être associée à des patients.

L'onglet « Affectation Enquête » permet d'associer des enquêtes à des patients. Il est possible de spécifier plusieurs associations simultanément.

Initialisation collecte Patient > Affectation Enquête

Associer une ou plusieurs enquêtes à un ou plusieurs patients et indiquer le début et la fin des enquêtes

1.Sélectionner la/les enquête(s) :

les enquêtes

- WOMAC fonction
- HAD
- Enquête de Suan
- EVA
- Enquête Sollin Mo
- Evaluation de l'an:
- XXXXXX
- Evaluation anxiété
- Appréciation usag
- Enquête Test 16/0

sélectionnées

- Acceptabilité V1

2.Sélectionner le/les patient(s) :

les patients

- 001 : Michel Schne
- 003 : Pierre Duran

sélectionnés

- 034 : XXX
- 002 : Suan Tay

Associer

Figure 30 : Spécification des associations entre Enquêtes et Patients.

3.3.5.2. La visualisation des affectations

L'onglet *Etat Affectation* permet à un membre du personnel médical de visualiser les affectations de ses patients aux enquêtes, ainsi que la date de démarrage des enquêtes de chaque patient. Toutes les enquêtes d'un patient démarrent à la même date qui correspond à la date d'initialisation du matériel mobile affecté. Un champ *Date Start* vide signifie que l'initialisation du matériel mobile n'a pas encore été effectuée. Si le champ *Date End* n'est pas vide, alors l'enquête s'est terminée à la date indiquée. De plus, il est possible de désassocier un patient d'une enquête spécifique en faisant un clic droit sur la ligne correspondante (l'affichage du mot *Delete* apparaît en surimpression).

Initialisation collecte Patient > Etat Affectation

Etat affectation - vous pouvez également supprimer une affectation

Code patient	First name	Last name	Survey	Date Start	Date End
001	Michel	Schneider	ms101	13/08/2016	
001	Michel	Schneider	Acceptabilité V1	13/08/2016	
034	xxx	xxx	Enquête xxx	04/08/2016	11/08/2016
034	xxx	xxx	xxx	04/08/2016	11/08/2016

Figure 31 : Etat des associations des enquêtes aux patients et suppression.

3.3.5.3. L'initialisation des matériels informatiques

Le matériel informatique en question est une tablette Android fonctionnant avec l'application TimeQuestion qui est présentée dans la section suivante. Une montre peut être associée à la tablette pour permettre de récupérer le nombre de pas.

L'initialisation du matériel est obtenue en scannant un QR code généré par l'application intranet. Ce QR code se compose du code patient, des spécifications des questionnaires associés au patient, de l'adresse du service web qui récupère les résultats. Nous verrons dans la section suivante comment est exploité ce QR code par l'application mobile.

Le scan de ce QR code a pour effet d'initialiser le champ Date Start indiquant le début des enquêtes pour ce patient.



Figure 32 : Initialisation des matériels informatiques via le QR code.

3.3.5.4. La restitution des matériels informatiques

Le fait de scanner le QR code avec un périphérique Android a des incidences que nous verrons dans le paragraphe 4.3.1. Ce QR code contient les informations pour initialiser la date du jour dans le champ *DateEnd* de la table *schedule*. Cette table sert à produire le tableau de la page *Etat affectation*.

3.3.6. **Le suivi**

3.3.6.1. Le suivi d'un patient

La page *Suivi d'un Patient* permet de télécharger les résultats des capteurs pour un patient au format Excel.



Figure 33 : Suivi d'un patient.

	A	B	C	D	E
1	id	code_patient	variable	value	currentdate
2	12357	004	degre de douleur	5	2016-12-12 16:54:24
3	12358	004	Nombre de pas	0	2016-12-12 17:04:40
4	12359	004	degre de douleur	6	2016-12-12 17:59:34
5	12360	004	Nombre de pas	151	2016-12-12 18:04:51
6	12361	004	degre de douleur	6	2016-12-12 18:53:37
7	12364	004	Nombre de pas	41	2016-12-12 19:06:03
8	12367	004	Nombre de pas	35	2016-12-12 20:03:13
9	12370	004	Nombre de pas	0	2016-12-12 21:00:32

Figure 34 : Fichier Excel de suivi d'un patient.

3.3.6.2. Le suivi d'une enquête

L'onglet *Suivi d'une Enquête* permet de télécharger les résultats d'une enquête au format Excel.

Suivi > Suivi d'une Enquête

Enquête

Sélectionner l'enquête à importer

Evaluation de l'anxiété ▾

Figure 35 : Suivi d'une enquête.

	A	B	C	D	E
1	code_Patient	Survey	question	currentdate	answer
2	034	WOMAC fonction	asseoir	08/11/2016	minime
3	034	WOMAC fonction	enendre lit	08/11/2016	moderee
4	034	WOMAC fonction	Vous asseoir et vous relever des toilettes	08/11/2016	minime
5	034	WOMAC fonction	inout baignoire	08/11/2016	severe
6	034	WOMAC fonction	marche plat	08/11/2016	minime
7	034	WOMAC fonction	desc escalier	08/11/2016	aucune
8	034	WOMAC fonction	entre/sortir voiture	08/11/2016	moderee
9	034	WOMAC fonction	Vous relever de la position assise	08/11/2016	moderee
10	034	WOMAC fonction	Monter les escalier	08/11/2016	aucune
11	034	WOMAC fonction	sortir lit	08/11/2016	aucune
12	034	WOMAC fonction	enfiler collant	08/11/2016	minime
13	034	WOMAC fonction	Vous tenir debout	08/11/2016	minime

Figure 36 : Fichier Excel de suivi d'une enquête.

3.3.7. Le paramétrage

L'onglet *Paramètres* permet l'internationalisation de l'application en permettant le choix de la langue pour l'expression des libellés. Dans l'immédiat seul le français est disponible. Notamment grâce à la classe `ResourceBundle` qui associe une traduction à une langue.

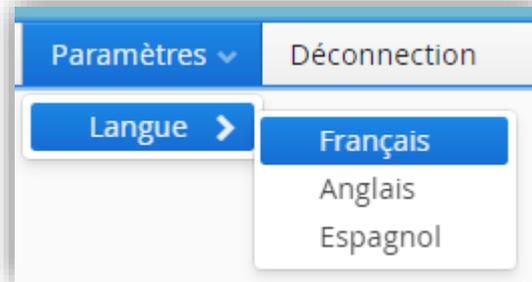


Figure 37 : Onglet Paramètres.

3.3.8. La déconnexion

L'onglet *Déconnexion* permet de se déconnecter de l'application. Toutes les ressources affectées à la session sont alors libérées.

3.4. La mise en place de l'infrastructure

3.4.1. Le serveur et la base de données

Nous avons utilisé un serveur Apache Tomcat version 8 et le gestionnaire de base de données MySQL. Tomcat est sécurisé par le protocole TLS que nous verrons plus loin. Lorsque l'accès est effectué par un login et un mot de passe, il faut appliquer un protocole sécurisé de bout en bout. Sans quoi, il est très facile de récupérer le mot de passe avec un analyseur de trame réseaux. Ce n'est pas la seule raison pour laquelle l'intranet est sécurisé.

3.4.2. L'accès à l'application

L'accès au site sécurisé se fait par login avec mot de passe géré par l'intermédiaire de l'AD (Active Directory) du CHU.

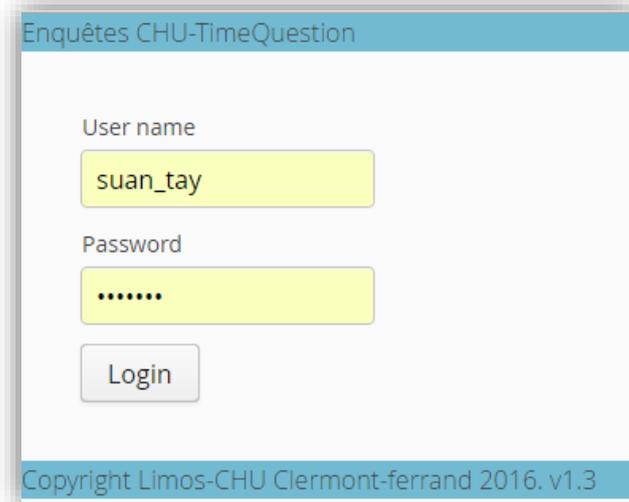


Figure 38 : Accès sécurisé au site de l'application intranet.

L'identifiant doit exister dans la base de données, cette information ayant été instanciée par un administrateur. L'application teste l'identifiant de l'utilisateur et soumet le mot de passe à l'AD. Si le login et le mot de passe sont conformes alors l'utilisateur accède à l'application. Dans le cas contraire, un message est affiché invitant l'utilisateur à contacter un administrateur « Vous n'êtes pas authentifié dans le système. Veuillez contacter XXX ».

Cette façon de procéder procure l'avantage pour l'utilisateur de ne pas avoir un mot de passe supplémentaire à retenir.

3.5. Le développement

Nous avons utilisé différents Framework ou composants pour faciliter le développement : Vaadin, Hibernate, Eclipse.

Vaadin est un Framework Java Open Source sous Licence Apache qui facilite et accélère significativement le développement d'une interface graphique. Vaadin s'appuie sur GWT (Google Web Toolkit) pour en exploiter la puissance tout en masquant une importante partie de l'implémentation que l'on fait habituellement en GWT, notamment en ce qui concerne les échanges entre la partie client et la partie serveur.

En Vaadin, on code seulement la partie serveur en déclarant des composants graphiques qui se retrouvent dans l'interface client. Plus besoin de se soucier des échanges entre client et serveur. Ce qui n'était pas le cas de JSF (Java Serveur Face). En effet, sous JSF, il fallait coder une partie affichage en XHTML et une partie Back Bean (défini les données auxquelles est lié un composant) en Java. Or, dans certaines conditions, il y avait une difficulté à faire communiquer ces deux parties. Dans Vaadin, plus de problème de ce type, puisque tout est codé dans le Back Bean, aussi bien l'affichage que le code métier.

Le Framework propose des composants par défaut comme par exemple : gestion d'arbres (tree-table), gestion de calendrier, sélection de dates (date picker), sélection de couleurs (color picker), constructeur de listes,

Vaadin propose aussi un ensemble de composants d'agencement (layouts) évolués qui permettent de placer les éléments de l'interface graphique directement en Java (layouts verticaux ou horizontaux, layouts grille, ...).

Pour le rendu graphique, Vaadin s'appuie sur le langage SAAS (Syntactically Awesome Style Sheet) qui permet d'étendre les capacités de CSS (Cascading Style Sheets) et qui propose un système de thèmes pour faciliter l'habillage (skinning) des éléments graphiques et des applications.

Dans le cadre de notre projet nous avons utilisé l'IDE (Integrated Development Environment) Eclipse Mars 4.5 qui est l'environnement de développement utilisé pour Vaadin. Le plugin Vaadin 2.3.6 permet d'intégrer Vaadin pour Eclipse. Ce plugin intègre IVY pour résoudre les dépendances dans les projets Vaadin. C'est le même mécanisme que celui de GRADLE pour Android Studio expliqué par la suite. Ce mécanisme facilite et accélère le développement.

Pour l'accès aux données de la base de données, nous avons utilisé JPA. JPA dispose de nombreuses implémentations. Nous avons choisi l'implémentation 3.0 d'Hibernate.

La sécurité du site est assurée par TLS (Transport Layer Security) anciennement connu sous l'appellation SSL (Secure Sockets Layer). C'est un protocole de sécurisation des échanges sur Internet.

4. La conception et le développement de l'application mobile

4.1. Les cas d'utilisation

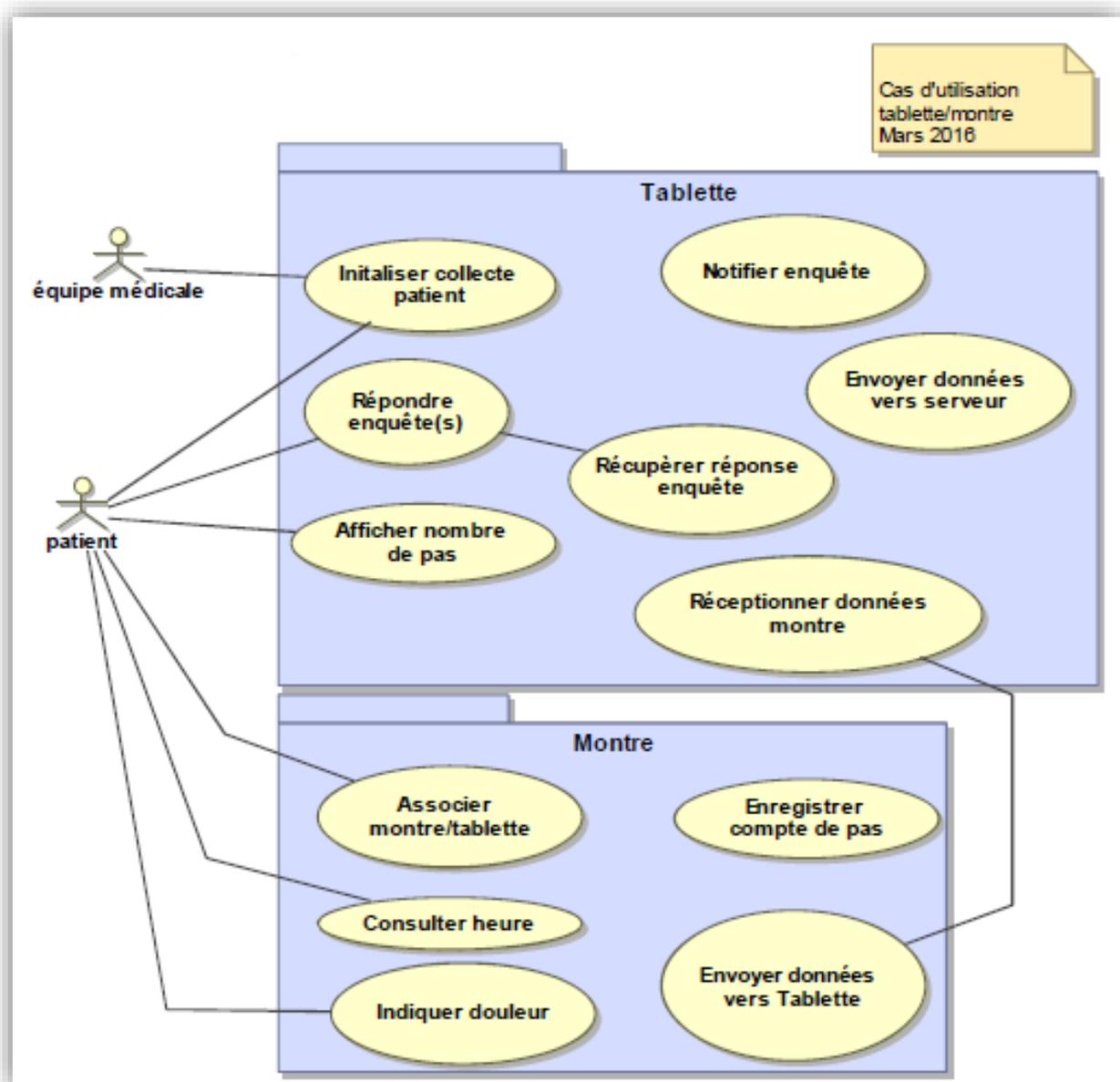


Figure 39 : Diagramme des cas d'utilisation de l'application mobile.

L'initialisation de la collecte peut être effectuée par un membre du corps médical ou exceptionnellement par un patient lorsque les matériels mobiles lui appartiennent. A partir de sa tablette, un patient peut répondre aux questionnaires actifs ou faire afficher le nombre de pas effectués au cours des dernières 24 heures. Pour utiliser sa montre, un patient doit préalablement l'associer à sa tablette. A partir de sa montre, un patient peut indiquer un niveau de douleur.

4.2. Le diagramme de classes

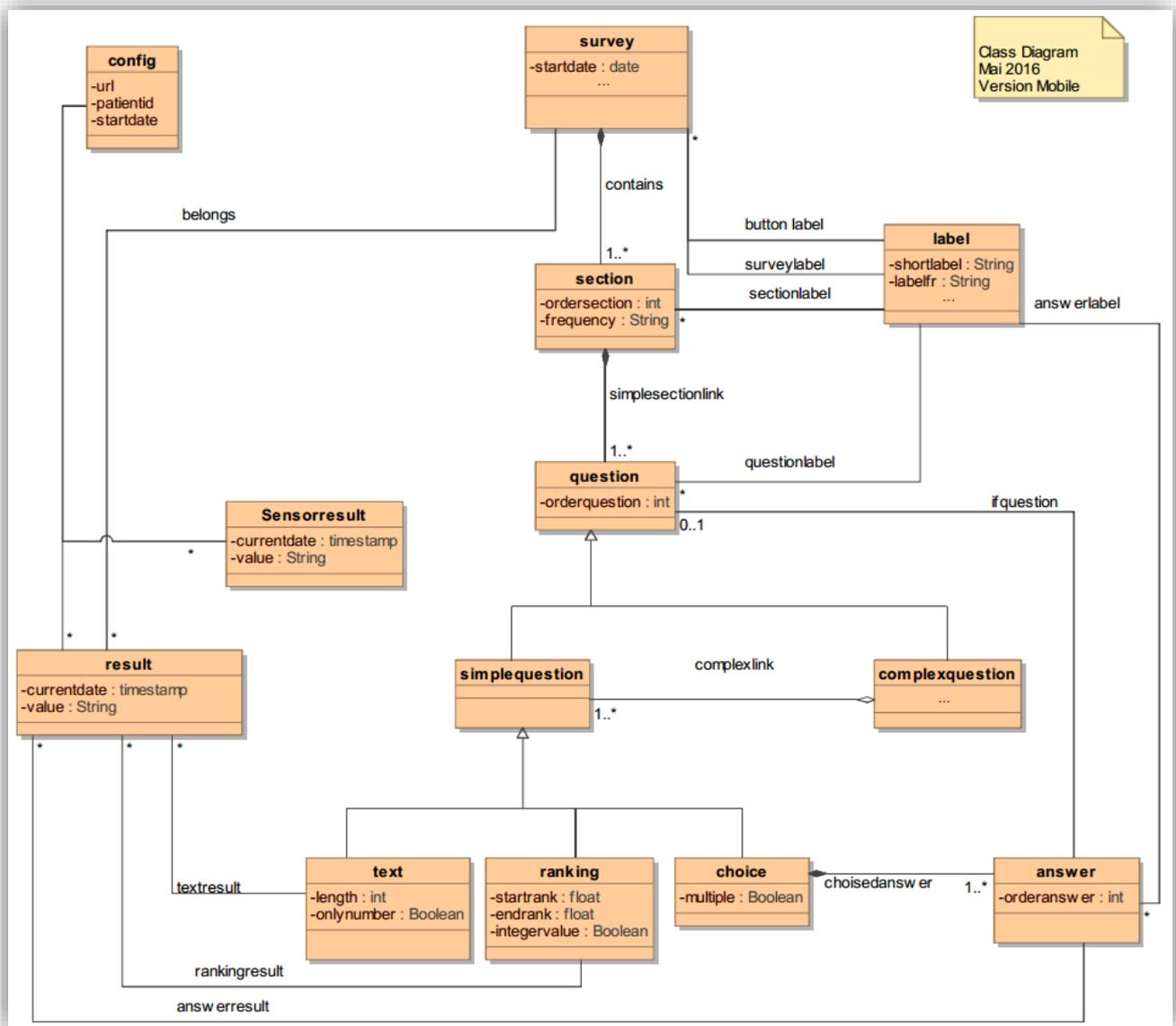


Figure 40 : Diagramme de classes de l'application mobile.

Le diagramme de classe de l'application mobile est sensiblement le même que celui de l'application intranet. En effet, ce sont bien les mêmes informations que nous voulons gérer sur la tablette. Ainsi, il est possible d'initialiser la spécification d'un questionnaire sur la tablette à tout instant. La structure des données permet aussi la mémorisation des réponses aux questions et des données provenant de la montre. Par contre, les données sensibles (nom et prénom du patient, références à l'équipe médicale) ne sont pas utiles et ne sont donc pas représentées dans ce diagramme. Le patient est repéré par son code *patientid*. Seules les données de ce patient sont présentes dans la base.

4.3. L'interface pour la tablette

4.3.1. L'initialisation de la collecte patient

Ce point a déjà été évoqué lors de la présentation de l'application intranet. Le patient (ou son représentant) doit se trouver physiquement dans les locaux du CHU pour la remise de son matériel de collecte (tablette + montre). Il faut d'abord effectuer l'initialisation de la tablette. On ouvre la fenêtre en cliquant sur l'onglet (en haut en gauche). On enchaîne par le scan du QR code, et le programme d'initialisation démarre automatiquement. Si le logiciel QR Droid pour scanner le QR code n'est pas installé sur la tablette, alors l'application Play Store s'ouvre pour que l'équipe médicale puisse l'installer.

Après le scan du QR code, la progression du chargement des données associées est affichée. La fin du chargement est signifiée par un « OK GO ! ». La fenêtre peut alors être fermée et le matériel est prêt à l'utilisation.

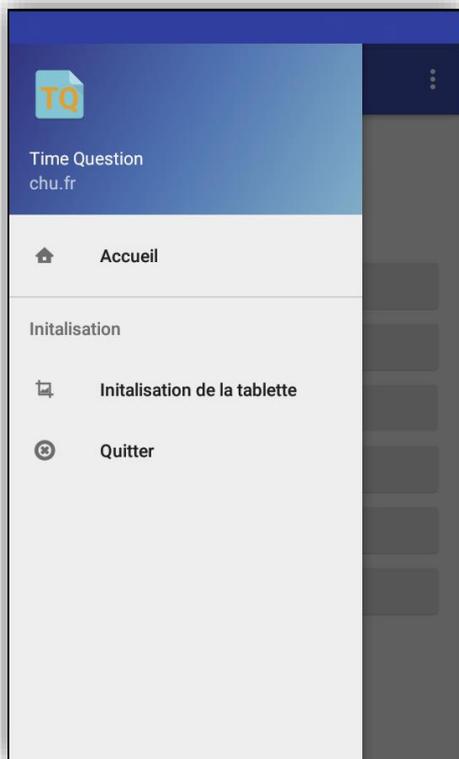


Figure 41 : Initialisation de la tablette.



Figure 42 : Fin de l'initialisation « OK GO ! »

Un résumé des questionnaires d'enquête qui ont été associés au patient peut être affiché en activant l'onglet résumé (en haut à gauche).

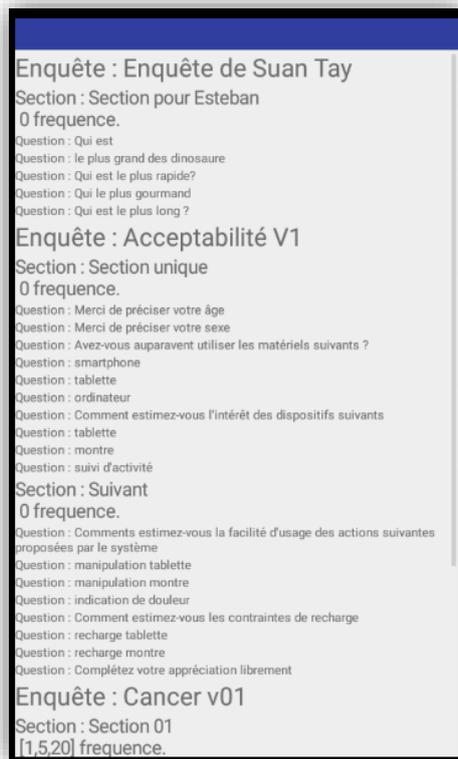


Figure 41 : Résumé des questionnaires d'enquête.

4.3.2. La réponse aux enquêtes

Sur la fenêtre principale de l'application, les noms des différentes enquêtes associées au patient sont affichés dans des bandeaux différents. Les bandeaux avec un fond grisé correspondent aux enquêtes qui ne sont pas à échéances au moment de la consultation et qui sont par conséquent rendues inaccessibles. Le patient peut répondre à toute enquête accessible en sélectionnant par un clic le bandeau correspondant.

L'accessibilité d'une enquête est déterminée conformément à la fréquence ou aux échéances qui ont été spécifiées lors de sa création.

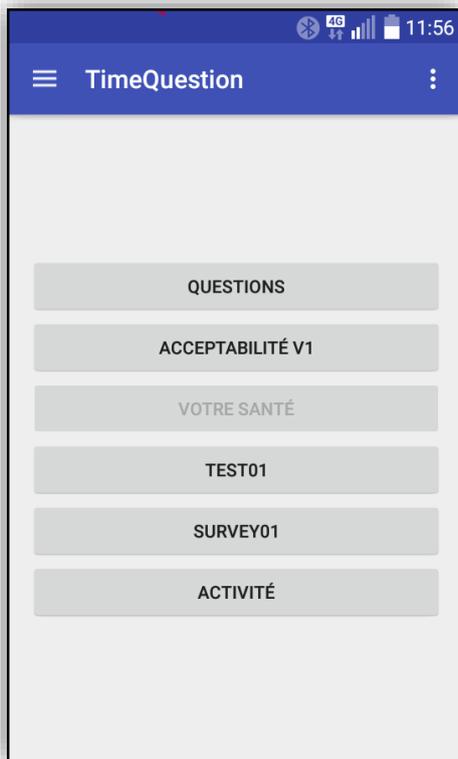


Figure 42 : Boutons des enquêtes associées à un patient.

Nous présentons ci-après quelques affichages de questions qui ont été spécifiées avec l'interface de l'application intranet.

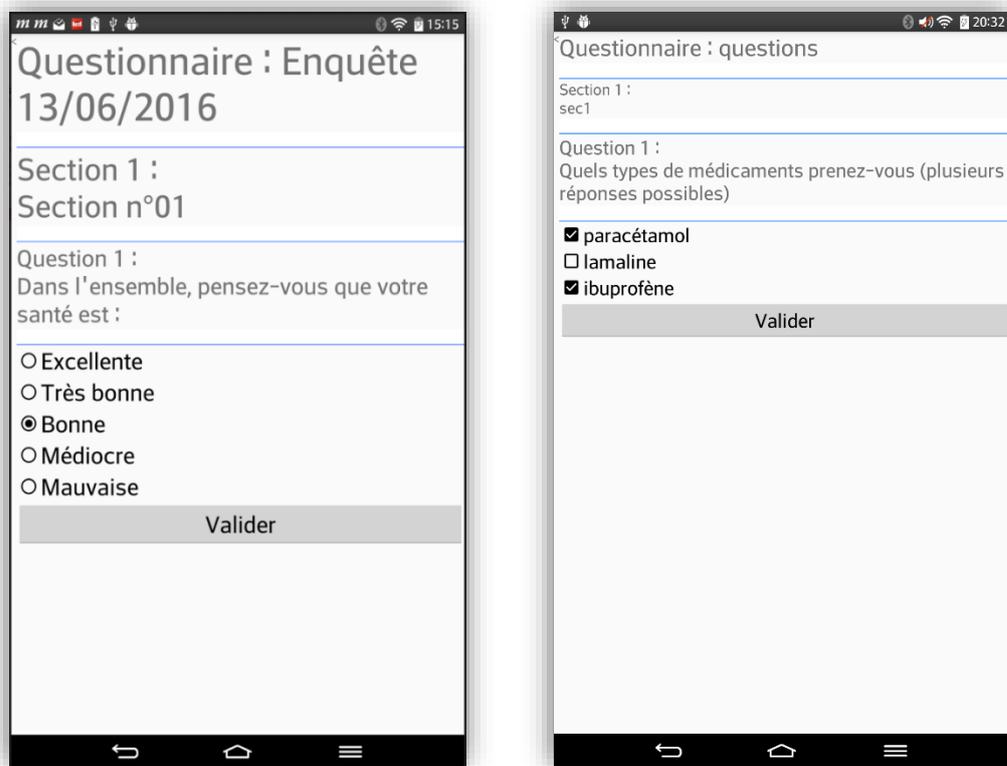


Figure 43 : Question à choix multiple à réponse unique ou réponse multiple.

Questionnaire : WOMAC fonction

Section 1 :
Pour chacune des activités suivantes, veuillez préciser les difficultés éprouvées en raison de vos genoux, au cours des dernières 48 heures

Question 1 :
Quelle est l'importance de la difficulté que vous éprouvez à ?

	Aucune	Minime	Moderée	Sévère	Très sévère
Descendre les escaliers	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Monter les escaliers	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vous relever de la position assise	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vous tenir debout	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vous pencher en avant	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Marcher en terrain plat	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Entrer et sortir d'une voiture	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Faire vos courses	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Enfiler vos collants ou vos chaussettes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sortir du lit	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Enlever vos collants ou vos chaussettes	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vous étendre sur le lit	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Entrer ou sortir d'une baignoire	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vous asseoir	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vous asseoir et vous relever des toilettes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Faire le ménage "à fond" de votre domicile	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Valider

Questionnaire : questions

Section 1 :
sec1

Question 2 :
A quels moments dans la journée pratiquez-vous les activités suivantes

	matin	midi	soir
gymnastique	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
marche	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
vélo	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ménage	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Valider

Figure 44 : Question en grille à choix multiple à réponse unique ou multiple.

Questionnaire : EVA

Section 2 :
Comment estimez-vous vos douleurs ?

Question 1 :
Intensité sur les 24 dernières heures

Value : 4.0

Valider

Questionnaire : EVA

Section 2 :
Comment estimez-vous vos douleurs ?

Question 3 :
Intensité la plus forte au cours du dernier mois

Value : 5.2

Valider

Figure 45 : Question curseur en nombre entier ou nombre décimal.

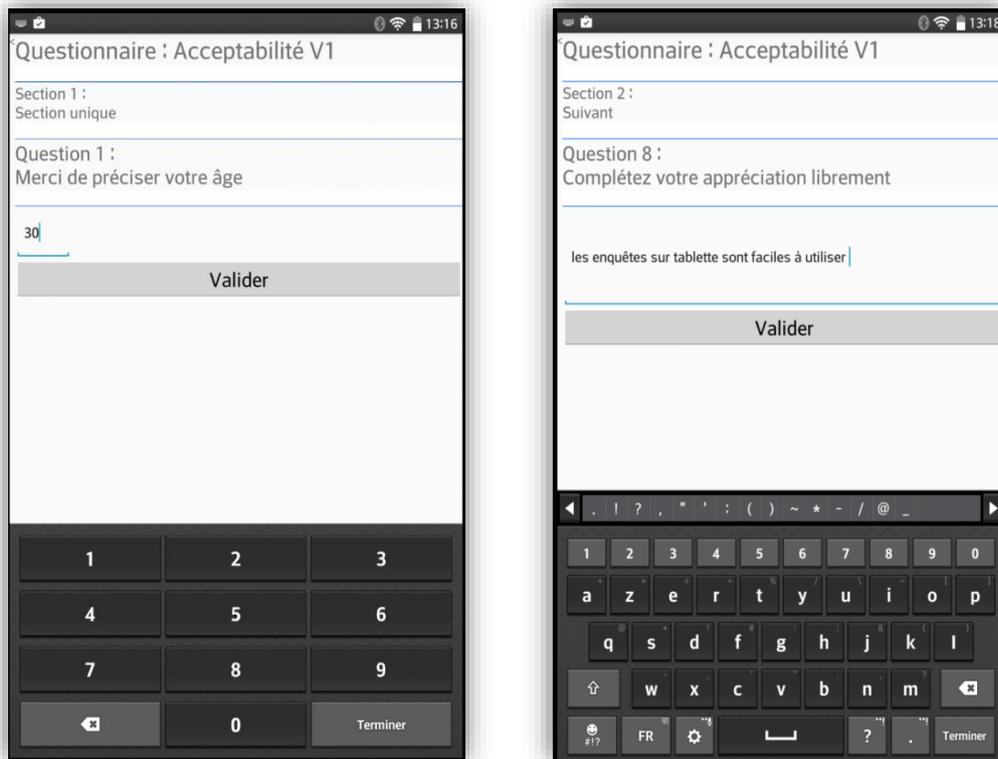


Figure 46 : Question à réponse ouverte - nombre ou texte.

4.3.3. Les notifications

Nous avons prévu l'envoi de notifications pour solliciter le patient à répondre aux enquêtes qui viennent à échéance.

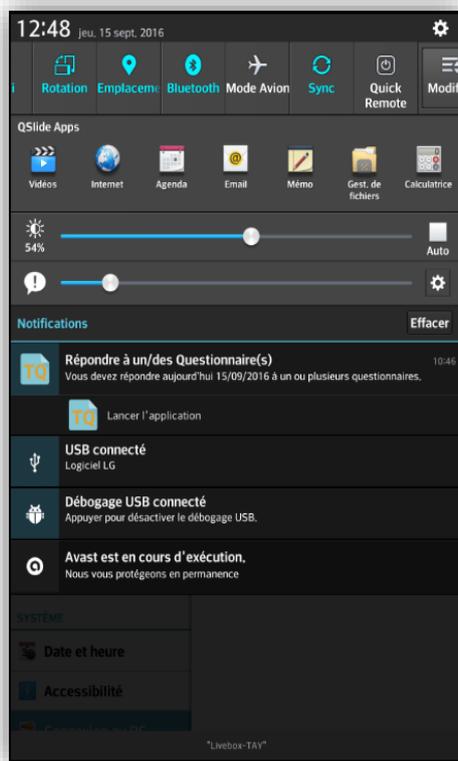


Figure 47 : Affichage des notifications sur la tablette.

4.3.4. L'envoi et la réception des données

L'envoi et la réception des données se fait d'une manière automatique sans action de l'utilisateur. Un court message est affiché en bas de page pendant quelques secondes pour signaler l'envoi. Un acquittement par le serveur est prévu. Son contenu a été programmé spécifiquement (cf. développement).

4.4. L'interface pour la montre

4.4.1. La consultation de l'heure

L'écran d'accueil affiche l'heure et correspond à ce que l'on appelle la Watch Face. Je l'ai développé en y affichant l'heure et les minutes en blanc sur fond obscur. Quand on bouge le poignet, le fond devient bleu « océan pacifique » et les secondes s'affichent aussi.

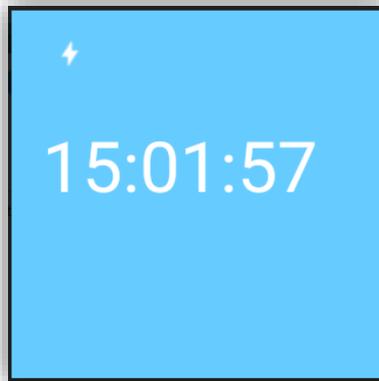


Figure 48 : L'écran d'accueil (watch face) de la montre.

4.4.2. L'indication d'une intensité de douleur

Notre partenaire nous a demandé de prévoir un écran pour permettre au patient de saisir un niveau de douleur à tout instant. On suppose que la localisation de cette douleur a été préalablement collectée, par exemple à l'aide d'un questionnaire. Pour accéder à l'écran d'indication de douleur, il suffit de cliquer sur l'écran de veille. Le patient dispose alors d'un curseur qu'il peut ajuster au niveau voulu (entre 0 et 10 en nombre entier) et de valider par le bouton associé. Il pourra également signifier qu'il n'a plus de douleur.



Figure 49 : Indication de la douleur.

4.4.3. Le comptage automatique des pas

Le composant Google Step est utilisé pour faire le décompte des pas. J'ai développé une couche supérieure pour agréger le comptage sur chaque intervalle d'une heure. C'est cet agrégat qui est transmis au serveur via la tablette.

4.4.4. L'envoi et la réception des données

Les données recueillies par la montre (nombre de pas, indication de douleur) sont stockées dans la base de données de la montre jusqu'à leur transmission à la tablette. Cette transmission se fait sans intervention de l'utilisateur. Les données sont alors stockées dans la base de données de la tablette jusqu'à leur envoi au serveur.

4.5. Le diagramme de séquence

Le diagramme de séquence ci-après décrit le principe des échanges entre les dispositifs mobiles (tablette + montre) et le serveur. Les données de la montre (niveau de douleur, nombre de pas) sont transmises à son initiative vers la tablette. Les données générées au niveau de la tablette (c'est-à-dire les réponses aux questions) et celles récupérées de la montre sont transmises au serveur à l'initiative de la tablette.

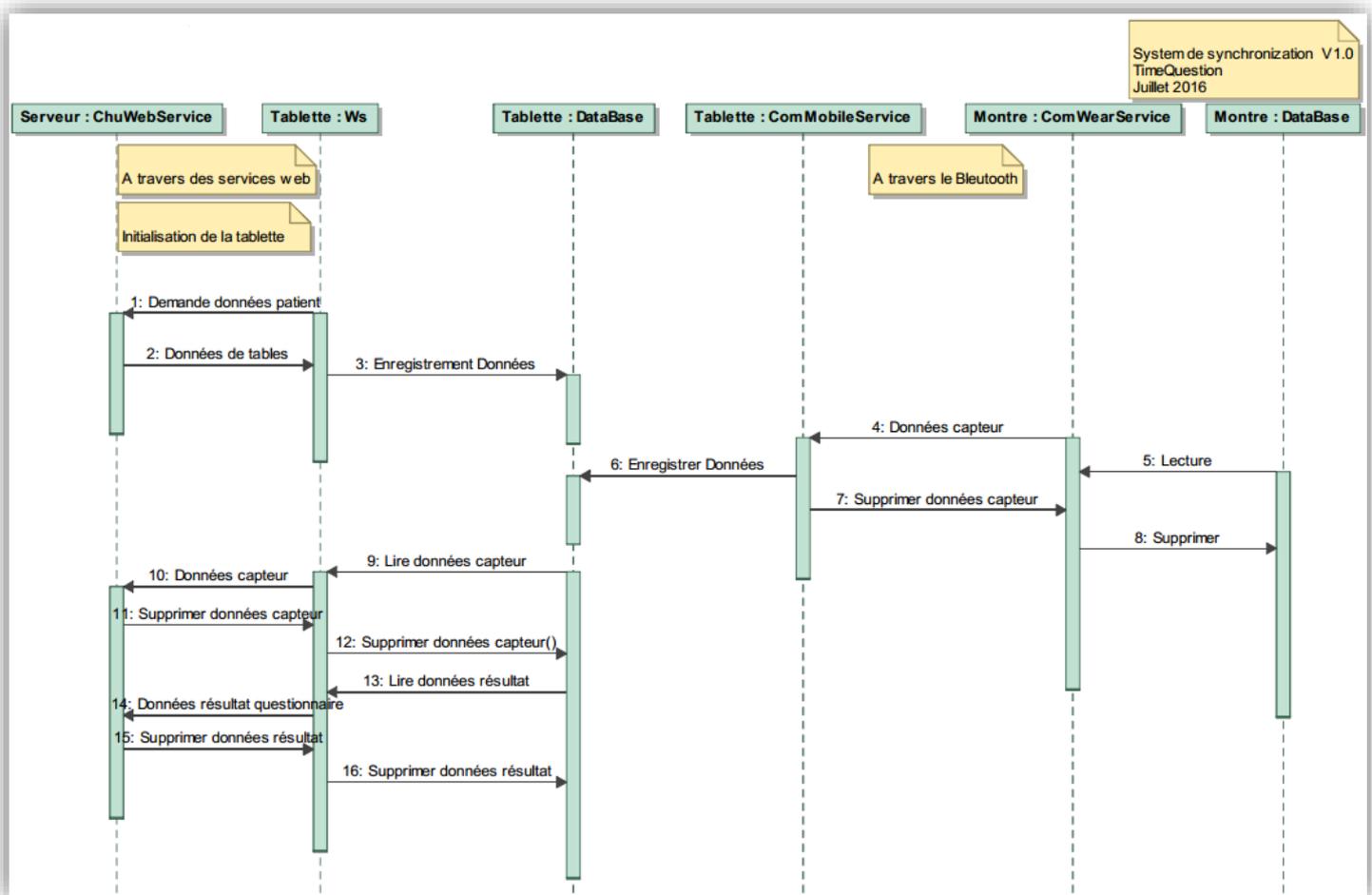


Figure 50 : Diagramme de séquence permettant de synchroniser les deux applications.

L'initialisation de l'échange par l'émetteur (montre ou tablette) intervient toutes les 30 minutes si le réseau est disponible (Bluetooth pour la communication montre vers tablette, internet pour la communication tablette vers serveur).

L'émetteur conserve les données tant que le récepteur (tablette ou serveur) n'a pas renvoyé un acquittement de bonne réception. Si cet acquittement ne parvient pas dans les 30 minutes, l'émetteur tente un nouvel envoi. Lorsque l'acquittement lui parvient, l'émetteur supprime les données de sa base interne.

4.6. Le développement

4.6.1. Les fonctions offertes par Android

La tablette et la montre sont configurées avec le système Android. Android se présente comme une pile de logiciels et est disponible actuellement sur de nombreux périphériques : téléphone, tablette, montre connectée, télévision, lunettes,

La pile comporte un système d'exploitation comprenant un noyau Linux, les applications de base telles que le navigateur web, le téléphone et le carnet d'adresses ainsi que des logiciels intermédiaires entre le système d'exploitation et les applications. L'ensemble est organisé en cinq couches distinctes :

- Le noyau Linux avec les pilotes ;
- Des bibliothèques logicielles telles que WebKit, OpenGL, SQLite ;
- Un environnement d'exécution et des bibliothèques permettant d'exécuter des programmes prévus pour la plate-forme Java ;
- Un Framework – kit de développement d'applications ;
- Un lot d'applications standards parmi lesquelles figurent un environnement de bureau, un carnet d'adresses, un navigateur web et un téléphone.

Les services offerts par Android facilitent notamment l'exploitation des réseaux tels que GSM, Bluetooth, Wi-Fi et 4G ; la manipulation de médias, notamment de la vidéo, de l'audio MP3 et des images JPEG ainsi que d'autres formats ; l'exploitation des capteurs tels que les capteurs de mouvements, la caméra, la boussole et le récepteur GPS ; l'utilisation de l'écran tactile ; le gestionnaire de base de données (SQLite) ; le traitement d'images en 2D ou 3D en utilisant le processeur graphique ; l'affichage de pages web ; l'exécution multitâche des applications ; l'envoi de messages SMS.

Pour le développement des applications mobiles, nous avons utilisé Android Studio 2.2 qui est l'IDE (Integrated Development Environment) officiel pour Android. Cet IDE est basé sur IntelliJ IDEA. C'est un puissant éditeur de codes. Il offre de nombreuses fonctionnalités dont celles disponibles à travers Gradle.

Par exemple, pour intégrer des fonctionnalités pour les web services, il suffit d'utiliser la spécification suivante :

```
dependencies {  
    . . .  
    compile 'com.loopj.android:android-async-http:1.4.9'  
    . . .  
}
```

Figure 51: insertion d'une dépendance dans Gradle

Le package utilisé ici (loopj) est automatiquement téléchargé et immédiatement utilisable. Gradle simplifie grandement le travail de développement car dans un environnement classique J2EE avec l'IDE Eclipse, il faut chercher et télécharger les bons packages, avec les bonnes versions. Ce travail n'est pas toujours aisé car les informations sur ces packages sont très hétéroclites et dispersées.

L'IDE d'Android met aussi à disposition un émulateur. Il est ainsi possible de « voir » sur son écran de développement, une émulation d'une application pour un périphérique Android.

Cependant cet émulateur prend beaucoup de temps à démarrer et ne permet pas l'émulation une application utilisant à la fois une tablette et une montre. La prise en charge des tests pour les web service n'est pas non plus assurée.

Dans un environnement de test, on préfère déployer réellement l'application sur un périphérique. Avec InstantRun, il est possible d'apporter des modifications au code en cours d'exécution sans avoir à construire un nouvel APK (Android Application Package). InstantRun arrête l'application et la relance après les modifications.

4.6.2. La structure des projets

La structure des projets pour Android mobile et Android wear est sensiblement la même.

Le dossier *db* (database) comprend un sous-dossier *dao* (*data acces object*) et un sous-dossier *entities*. A cela s'ajoute une classe *DataBaseHelper*.

Le contenu des sous-dossiers *entities* et *dao* sert à établir le mapping entre les classes Java et les tables de la base de données. Par exemple la classe *Label* dans *entities* établit la correspondance entre les attributs de la classe *Label* et les colonnes de la table *Label*.

Le dossier *service* comprend les classes qui sont lancées comme des services en tâches de fond.

Le dossier *timequestion* contient les classes qui servent notamment à l'affichage comme la classe *Questionnaire* qui sert à l'affichage des questions d'une enquête et la classe *main* qui correspond à la fenêtre d'accueil de l'application et qui sert à signifier le comportement des composants graphiques affichés.

Le dossier *util* contient toutes les classes de fonctions réutilisables comme la fonction *DateToDays* qui transforme une date en un nombre de jours écoulés depuis l'origine.

Le dossier *webservice* est seulement présent pour l'application tablette. C'est dans ce dossier que figure le module *Ws* qui gère la communication via les web services entre le périphérique et le serveur.

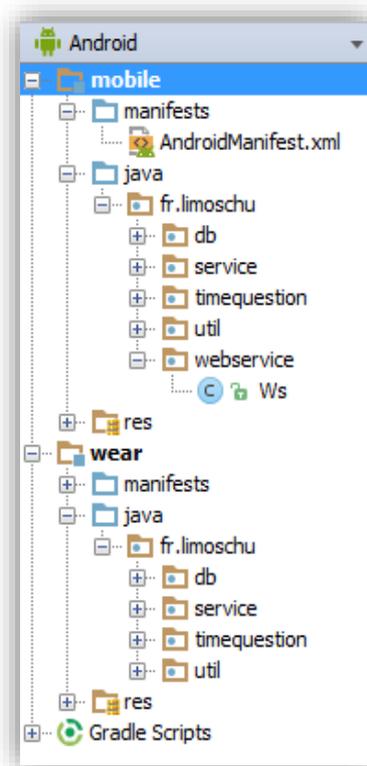


Figure 52 : Structure des projets mobile et wear.

4.6.3. Le principe de la communication par web services

Pour l'implémentation des web services nous avons choisi l'architecture REST plutôt que l'architecture SOAP. REST évite de redéfinir le modèle des données qui transitent entre les entités concernées.

La figure ci-après donne un exemple de données échangées.

```

{"unitefr":null,"id_survey":5,"id_label":35,"labelen":null,"uniteen":null,"commentfr":null,"labelfr":"Aucune","commenten":null,"shortlabel":"aucune"},
{"unitefr":null,"id_survey":5,"id_label":36,"labelen":null,"uniteen":null,"commentfr":null,"labelfr":"Minime","commenten":null,"shortlabel":"minime"},
{"unitefr":null,"id_survey":5,"id_label":37,"labelen":null,"uniteen":null,"commentfr":null,"labelfr":"Modérée","commenten":null,"shortlabel":"moderee"},
{"unitefr":null,"id_survey":5,"id_label":38,"labelen":null,"uniteen":null,"commentfr":null,"labelfr":"Sévère","commenten":null,"shortlabel":"severe"},

```

Figure 53 : Exemple de données échangées sous http sous l'architecture REST.

Les données qui transitent sont aplaties en utilisant JSON. JSON sert donc à transformer une ou plusieurs instances de classe en texte. A la réception de ce paquet, les données JSON sont restituées sous forme de classes. Les noms et la structure des classes sont exactement les mêmes à l'envoi et à la réception.

Les web services sont sécurisés de bout en bout grâce au protocole TLS. Rappelons qu'une application Android a besoin pour être déployée d'un certificat d'accès (keystore). C'est ce même certificat que nous avons utilisé pour sécuriser Tomcat en https.

Le code ci-après montre l'utilisation du certificat Keystore pour sécuriser un service (*Client*).

```

//SSL
AsyncHttpClient client = new AsyncHttpClient();
KeyStore trustStore = KeyStore.getInstance(KeyStore.getDefaultType());
trustStore.load(null, null);

MySSLSocketFactory sf = new MySSLSocketFactory(trustStore);

```

```
sf.setHostnameVerifier(MySSLSocketFactory.ALLOW_ALL_HOSTNAME_VERIFIER);
client.setSSLSocketFactory(sf);
```

Figure 54 : Utilisation d'un keystore chez le client

4.6.4. Les web services installés

Les communications entre les 3 tiers (serveur, tablette, montre) sont assurées par l'intermédiaire de web services conformément aux diagrammes de séquence indiqués en section 4.5. Il y a deux systèmes de communication à installer : celui qui permet les échanges entre la tablette et le serveur, et celui qui permet les échanges entre la tablette et la montre. Le premier est supporté par les services *Chuwebservice* (codé sur le serveur) et *Ws* (codé la tablette), le deuxième est supporté par les services *ComMobileService* (codé sur la tablette) et *ComWearService* (codé sur la montre). En fait, *Chuwebservice* et *Ws* sont constitués de triplets, chaque élément d'un triplet étant spécialisé sur un type de données : le premier pour transférer les questionnaires, le deuxième pour transférer les réponses aux questionnaires et le troisième pour transférer les données en provenance de la montre.

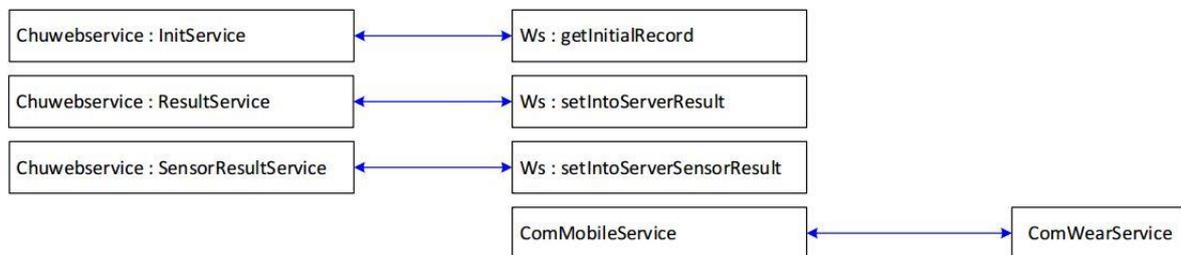


Figure 55 : Les web services assurant les communications entre les trois tiers.

4.6.5. Le développement sur la tablette

4.6.5.1. Cadencement des services

Nous avons combiné les primitives *alarm manager* et *broadcast receiver* fournies par Android pour lancer les services *Ws* et *ComMobileService* au démarrage de l'application. *Alarm manager* permet l'émission d'un signal programmé à la demande, elle fonctionne un peu comme les tâches planifiées de Windows. *Broadcast receiver* permet à un service de tourner en tâche de fond sans que l'application soit active.

Les données (réponses aux questionnaires, indications de douleur, nombre de pas) sont envoyées au serveur dès leur création dans la base de données. Les envois sont assurés par le service *Ws*. Les données correspondantes sont supprimées de la base dès la réception du message d'acquiescement. Si ce message n'est pas retourné par le serveur, un nouvel envoi est effectué toutes les 30 minutes. Toutefois, le nombre de pas est conservé dans la base de données pendant 48 heures pour permettre l'affichage à la demande (du patient) du nombre de pas effectués sur les deux derniers jours.

4.6.5.2. Initialisation de la tablette et des questionnaires

Dans un premier temps, nous avons testé une solution permettant de transférer les données de définition des questionnaires en les encapsulant dans un fichier sous un format compatible SQLite. Le transfert par téléchargement de fichier s'effectue correctement, mais le déplacement des données vers le dossier de l'application

suppose l'installation d'un système compliqué de droits d'accès. Nous avons donc étudié une autre solution basée sur les web services.

Dans cette deuxième solution, les communications entre la tablette et le serveur sont assurées à l'initiative de l'application mobile et utilise l'application chuwebservice installée sur le serveur central. L'URL de l'application et le numéro du patient sont récupérés par l'intermédiaire du QR code. Ces deux informations sont stockées dans la base de données.

L'application mobile va ensuite charger les lignes des tables contenant les définitions des questionnaires qui ont été associés au patient. Douze tables sont concernées. Douze communications vont donc intervenir entre la tablette et le serveur.

Lors de la récupération du QR code on obtient l'URL de l'application chuwebservice et le code du patient. Ces données sont utilisées par le service *Ws* pour récupérer les données de définition des questionnaires à partir de la base du serveur et pour les charger dans la base de données de la tablette. Il y a douze tables concernées et le service *Ws* est activé douze fois. C'est *Ws* qui récupère à chaque fois les données.

4.6.5.3. Affichage des questionnaires et récupération des réponses

Sous Android, l'affichage peut se faire de deux façons. La première consiste à placer les éléments graphiques un à un grâce à un wiziwig d'Android Studio. Puis, on peut définir les comportements de ces éléments graphiques dans les classes java. Ou bien, on peut déclarer les éléments graphiques et les utiliser directement dans une classe java. J'ai utilisé ces deux options, notamment la programmation java pour la visualisation d'une enquête.

La trame de l'enquête est décrite par les classes *Order* et *OrderHome* pour mémoriser l'ordre des sections et des questions. Donc, dans la liste que nous appellerons *Order*, nous avons les sections classées dans l'ordre de leurs numéros et au sein de chaque section les questions classées aussi dans l'ordre de leurs numéros. Cette liste *Order* est obtenue par l'intermédiaire d'une vue sur base de données de l'intranet lors de l'initialisation. Lorsque la question a reçu une réponse, on passe à la ligne suivante de la table *Order* jusqu'à épuisement.

Pour l'affichage d'une question, dans tous les cas on cherche et affiche le titre de l'enquête, puis le titre de la section, puis le libellé de la question.

Pour une question simple de type texte, on regarde si la réponse attendue est du type numérique et sinon la taille du texte attendu : une ligne ou plusieurs. Suivant ce qui est attendu, un pavé numérique ou bien un clavier alphanumérique est affiché.

Pour une question simple du type ranking (classement) on teste si la valeur de classement est entière ou décimale. Il faut ensuite placer les bornes de la barre de classement. Le composant *SeekBar* d'Android est l'élément graphique utilisé pour cet affichage. Il commence à 0 par défaut et n'est pas modifiable. Si la borne inférieure est supérieure à zéro, je surcharge l'affichage. Si la valeur est décimale (avec un chiffre après la virgule), j'ai multiplié par 10 la valeur maximale dans le composant et divisé par 10 la valeur affichée. C'est bien la valeur de l'affichage qui est pris comme résultat.

Pour une question simple du type choix, on regarde si cette question demande une réponse unique ou multiple. Si c'est une question à réponse multiple, on fait appel à des composants check box (case à cocher). Si c'est une question qui attend une

réponse unique, on utilise alors utilise des boutons « radio ». On récupère les réponses pour les afficher.

Pour une question en grille, on teste si c'est une question à réponse unique ou à réponse multiple. Si c'est à question à réponse multiple, alors on affiche une grille avec des check box. Si c'est une question à réponse unique, on affiche des boutons « radio ». Il faut préparer la grille en récupérant d'abord les libellés des réponses pour alimenter les colonnes. La liste *Order* est utilisée pour avancer sur chaque sous-question et alimenter les lignes.

Pour tous les types de questions, les résultats sont obtenus en cliquant sur le bouton « valider ». Ces résultats sont enregistrés dans la base de données de la tablette. Après quoi on passe à la question suivante jusqu'à atteindre la dernière. En final, on renvoie l'utilisateur à la page de garde de l'application. Rappelons que les résultats sont ensuite envoyés via web service au serveur

4.6.5.4. Détection de l'échéance d'un questionnaire et gestion des notifications

L'activation des enquêtes sur la page de garde se fait grâce à un algorithme rattaché au dossier *util*. Cet algorithme teste l'attribut *fréquence* dans la classe section de l'enquête en cours. Il est activé tous les jours.

Le symbole "[", signifie que c'est une fréquence à échéance. On teste si la valeur de la fréquence n'est pas zéro car cela veut dire que la section de l'enquête est permanente. Sinon, c'est une valeur numérique qui correspond à une fréquence régulière.

Dans le cas d'une échéance, on compare la date du jour à la date de l'échéance. La date de l'échéance est calculée en ajoutant le nombre de jours de l'échéance à la date d'initialisation de l'enquête.

Si la fréquence est régulière, on compare le nombre de jours depuis l'initialisation de l'application. Soit *a* le nombre de jours depuis l'initialisation et *b* la valeur de la fréquence. Si le reste de la division entière de *a* par *b* est égale à zéro, alors on affiche l'enquête.

Pour les notifications on se sert du même algorithme. Le service est lancé tous les matins à 8h. L'algorithme est lancé pour toutes les enquêtes affectées au patient. Il ne réagira pas à une fréquence égale à zéro qui veut dire que l'enquête reste toujours visible. Dès que le test indique que la fréquence correspond au jour courant, il sort de la boucle et affiche la notification.

4.6.5.5. Récupération des données de la montre

Il faut effectuer préalablement l'association entre la montre et la tablette (cf. manuel) Cette opération n'est à faire qu'une seule fois.

Quand cette opération est effectuée, il devient possible de programmer les communications entre la montre et la tablette.

L'association permet de rendre accessibles des api Google que l'on peut réutiliser par programmation.

Le module *ComMobileService* est le pendant sur la tablette de *ComWearService*. Il reçoit l'information et la renvoie pour acquittement.

Ce module utilise l'api *wearable.DataApi* qui écoute le canal de communication par l'intermédiaire de l'api *DataApi.DataListener*. Une des méthodes de cet api est *onDataChanged*, qui détecte un changement dans les données.

Nous donnons ci-après le code qui utilise l'api. On teste d'abord si l'évènement correspond à une donnée qui a changé (ligne 4). Puis on vérifie que la donnée associée est bien *"/sensorresult"* (ligne 8). On prélève la donnée et on l'encapsule dans un objet Json. Il est stocké dans la classe *sensorresult* (d'où l'importance d'avoir des classes de même structure sur l'application mobile et sur l'application wear). Les instances de cette classe sont stockées dans la base de données (ligne 16). On renvoie la donnée vers la montre en guise d'acquittement (ligne 18). Cette même donnée est transmise alors au serveur via le service *Ws* (ligne 19). Rappelons que ce service gère l'acquittement par le serveur.

```
1 @Override
2 public void onDataChanged(DataEventBuffer dataEvents) {
3     for (DataEvent event : dataEvents) {
4         if (event.getType() == DataEvent.TYPE_CHANGED) {
5             // DataItem changed
6             DataItem item = event.getDataItem();
7             //pour la table sensorresult de la montre
8             if (item.getUri().getPath().compareTo("/sensorresult") ==
9                 0) {
10                 DataMap dataMap =
11                     DataMapItem.fromDataItem(item).getDataMap();
12                 SensorResultHome srh = new SensorResultHome(this);
13                 SensorResult sr;
14                 JSONObject jso = new JSONObject(dataMap.getString(KEY));
15                 sr = srh.ClassFromJSON(jso);
16                 srh.save(sr);
17                 //renvoie to wearable
18                 SendCheck(sr);
19                 ws.setIntoServerSensorResult
20                     (confh.getConf().getUrl(), sr);
21             } } } }
```

Figure 56 : Le service *ComMobileService*

4.6.5.6. Le service Ws

Le service *Ws* est décomposé en trois sous-services, chacun consacré à un des trois types de données échangés avec le serveur : les résultats des enquêtes, les données issus de la montre (compte de pas et indications de douleur), les définitions des questionnaires.

Ces sous-services sont construits sur le même modèle, je les ai différenciés pour une meilleure compréhension du code et des flux.

J'explique ci-après le codage du sous-service correspondant à l'envoi des données récupérées de la montre.

Tout d'abord on sécurise le transfert de l'information grâce au protocole SSL (ligne 5 à 13). On prépare les données à transférer (ligne 16) et on aplanit ces données au format JSON (ligne 17). Puis, on les place dans le conteneur de transfert *RequestParams* (ligne 19). On transmet alors par une requête http sécurisée (ligne 21). On surcharge les méthodes *onSuccess* et *onFailure* successivement (lignes 24 et

34), pour tester la bonne transmission. Si on reçoit l'acquiescement dans le onSuccess ligne 24, alors on peut supprimer les données de la base de données locale (ligne 30).

```
1 //envoi des sensor resultat au serveur
2 public void setIntoServerSensorResult(String url,final SensorResult sr) {
3     try {
4         //SSL
5         AsyncHttpClient client = new AsyncHttpClient();
6         KeyStore trustStore = KeyStore.getInstance(KeyStore.getDefaultType());
7         trustStore.load(null, null);
8
9
10        MySSLSocketFactory sf = new MySSLSocketFactory(trustStore);
11
12        sf.setHostnameVerifier(MySSLSocketFactory.ALLOW_ALL_HOSTNAME_VERIFIER);
13        client.setSSLSocketFactory(sf);
14
15        RequestParams params = new RequestParams();
16        final SensorResultHome srh = new SensorResultHome(getContext());
17        String s = srh.JSON(sr);
18        Log.w(TAG, "Sensor result StringJson " + s);
19        params.put("sensorresult", s);
20
21        client.get(url + "sensorresult", params, new
22        AsyncHttpResponseHandler() {
23            @Override
24            public void onSuccess(int statusCode, Header[] headers, 25byte[]
25            responseBody) {
26                Toast.makeText(getContext(), "get OK", 27Toast.LENGTH_LONG).show();
28                Log.w(TAG+"Snsor result","OK "+sr.getCurrentdate()+" "+
29                sr.getValue());
30                srh.del(sr);
31            }
32
33            @Override
34            public void onFailure(int statusCode, Header[] headers, 35byte[]
35            responseBody, Throwable error) {
36                Toast.makeText(getContext(), "get onFailure",
37                Toast.LENGTH_LONG).show();
38                Log.w(TAG+"Snsor result","NOK"+error.getMessage());
39            }
40        });
```

Figure 57 : Service web pour envoyer les données captées

4.6.6. Le développement sur la montre

4.6.6.1. Le système Android Wear

Le système d'exploitation Android Wear installé sur les montres reste conforme au système Android mais des spécificités ont été introduites. Il offre plusieurs possibilités pour activer une application. La plus usuelle consiste à faire glisser le doigt sur l'écran de la montre vers la gauche ; on accède alors aux applications installées. Lorsqu'une seule application est à activer, il existe une autre façon de procéder qui consiste à cliquer sur l'écran d'accueil (Watch Face). C'est cette dernière que nous avons choisie en raison de sa simplicité.

Pour la mise en œuvre de cette solution, il nous faut développer l'affichage de l'écran d'accueil (Watch Face) et l'affichage de l'écran pour la saisie d'un niveau de douleur.

Comme pour la tablette, nous avons utilisé les deux primitives *alarm manager* et *broadcast receiver*. *Alarm manager* est activé pour programmer le calcul de l'agrégat de décompte des pas et pour le déclenchement toutes les 30 minutes de l'envoi des données.

C'est pour harmoniser le développement des deux applications tablette et montre que nous avons réutilisé ces deux primitives.

4.6.6.2. L'identification de la douleur

J'ai développé l'affichage de l'écran de saisie du niveau de douleur grâce au Wiziwig proposé dans Android Studio.

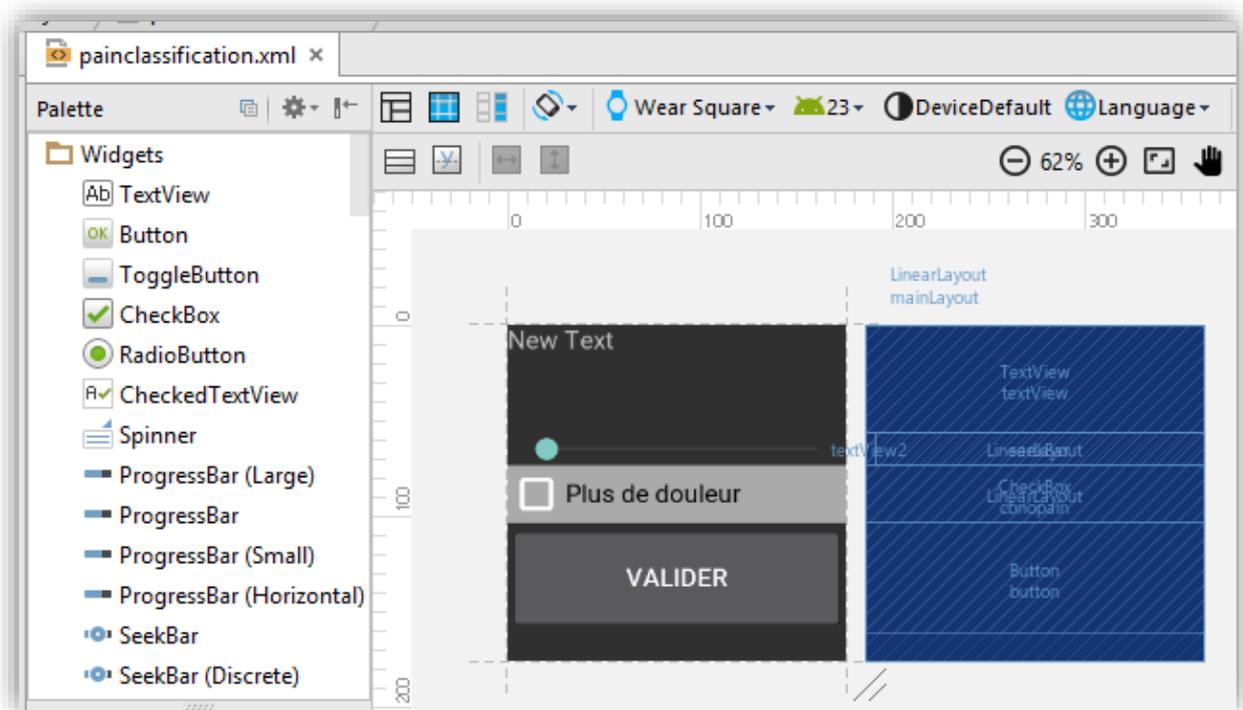


Figure 58 : Wiziwig de l'affichage associé à la classe *PainClassification*

J'ai codé le comportement de ce module dans la classe *PainClassification* qui hérite de la classe *Activity*. Ci-après, je reproduis le diagramme qui explique le cycle de vie d'une activité sous Android.

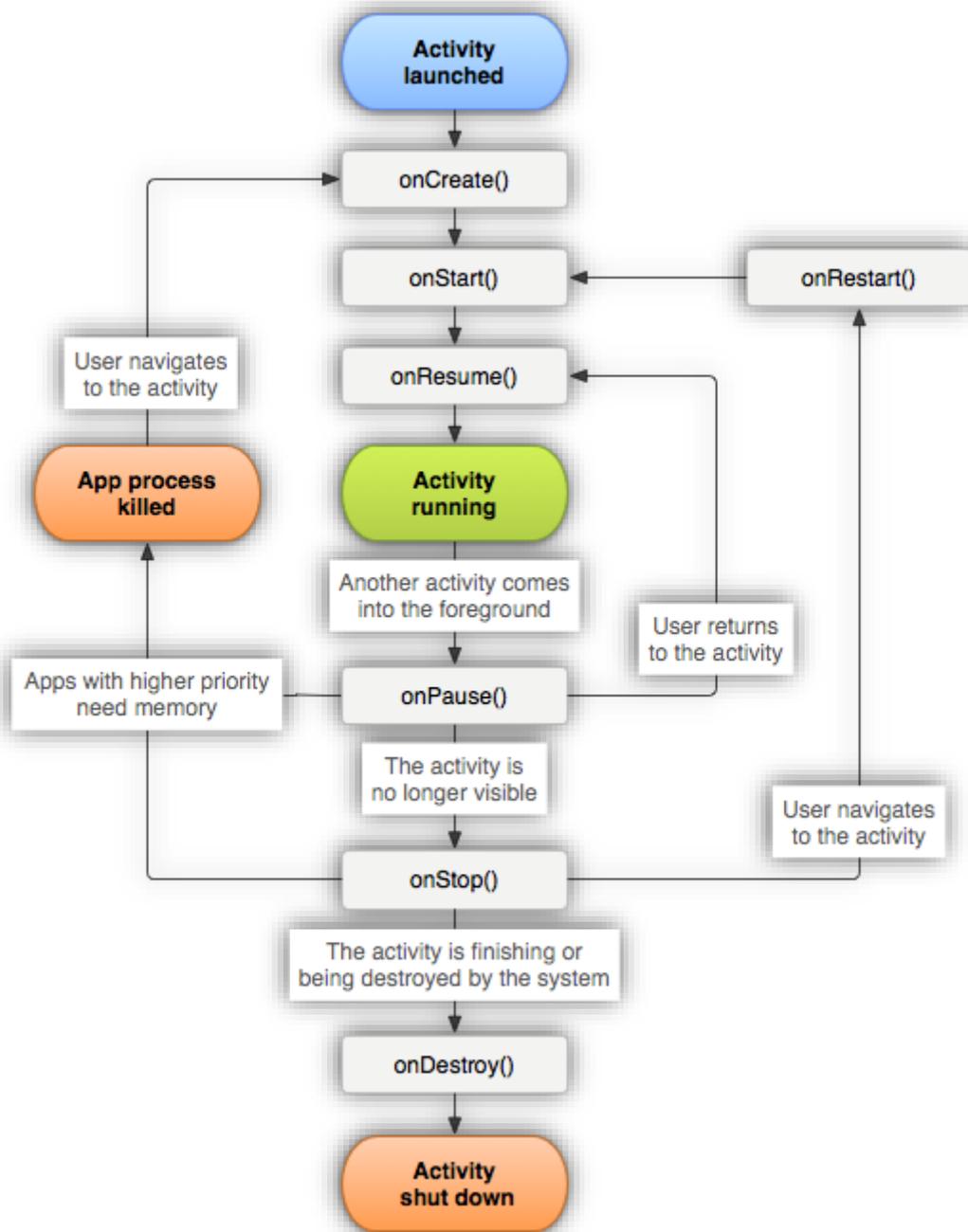


Figure 59 : Cycle de vie d'une activité sous Android [6]

Grâce au Wisiwig, on définit les composants d'affichage et ces définitions sont stockées dans un fichier XML. Il faut surcharger la méthode *onCreate* pour lancer l'activité d'affichage. On récupère les composants d'affichage du fichier XML (commande *find view by id* en lignes 8, 11, 13, 18, 22). A la ligne 14 on attribue la valeur maximale à la barre de classification (*SeekBar*).

```

1 @Override
2 protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
3     super.onCreate(savedInstanceState);
4     setContentView(R.layout.painclassification);
5     //les ressources pour les couleurs
6     resources = PainClassification.this.getResources();
7     //le layout
8     LinearLayout ll = (LinearLayout) findViewById(R.id.mainLayout);
  
```

```

9    ll.setBackgroundColor(Color.WHITE);
10   // le checkbox
11   cbnopain = (CheckBox) findViewById(R.id.cbnopain);
12   cbnopain.setVisibility(View.INVISIBLE);
13   sb=(SeekBar) findViewById(R.id.seekBar);
14   sb.setMax(10);
15   //Attribution du current rating de la base
16   SensorResultHome srh = new SensorResultHome(this);
17   setCurrentRating((int) srh.getLastPain());
18   tv = (TextView) findViewById(R.id.textView);
19   tv.setTextColor(Color.BLACK);
20   //attribution du current rating au text et étoile
21   RefreshDisplayRating();
22   bt = (Button) findViewById(R.id.button);

```

Figure 60 : Code de l'affichage de la classification de la douleur.

La suite du code correspond à l'écoute des composants *barre de classement* et *bouton de validation* grâce à deux listeners. Le *listener* de la barre écoute si la barre bouge et affiche les changements. Le *listener* du bouton de validation enregistre la dernière position de la barre dans la base de données de la montre. Cette valeur est ensuite envoyée à la tablette via le service *ComWearService*. La fenêtre se ferme et la watch face est à nouveau affichée.

4.6.6.3. Le décompte des pas

La classe qui gère le décompte des pas est *StepService*. Cette classe hérite de la classe *Service*. Le cycle de vie est plus simple que celui d'une activité car c'est un service qui tourne en arrière-plan.

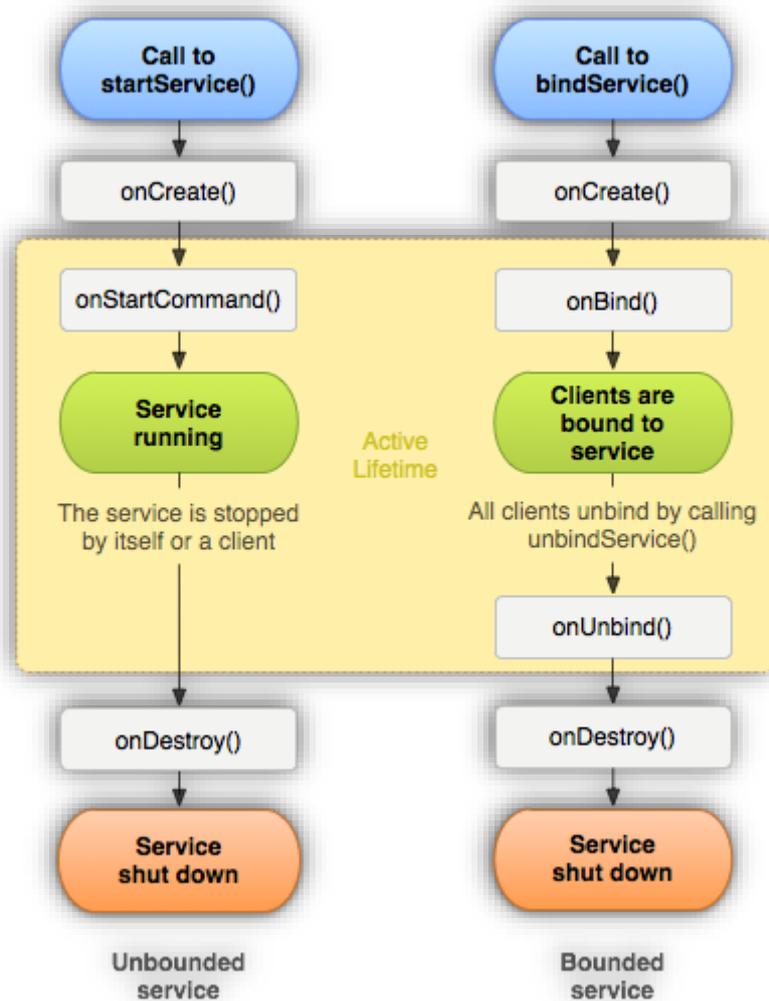


Figure 61 : Cycle de vie de la classe Service sous Android. [7]

J'ai utilisé des instances de *AlarmManager* pour déclencher *StepService* toutes les heures.

Conformément au cycle de vie d'un service on instancie *SensorManager* dans la méthode *onCreate* (ligne 6). *SensorManager* permet d'accéder aux capteurs de l'appareil. Puis on déclare le compteur de pas (ligne7). On voit ici qu'Android utilise l'algorithme de compte de pas comme étant un capteur à part entière et non un algorithme. On déclare ensuite le listener *mSensorEventListener* comme étant l'écoute de ce capteur (ligne 9).

```

1 @Override
2 public void onCreate() {
3     super.onCreate();
4     Log.w(TAG, "on creat");
5     //Instancier le gestionnaire des capteurs, le SensorManager
6     sensorManager = (SensorManager) getSystemService(SENSOR_SERVICE);
7     stepcounter =
8     sensorManager.getDefaultSensor(Sensor.TYPE_STEP_COUNTER);
8     //listener du step counter capteur
9     sensorManager.registerListener(mSensorEventListener, stepcounter,
10     SensorManager.SENSOR_DELAY_NORMAL);
11 }
  
```

Dans le `OnStartCommand` on appelle la méthode `stepThisHour` pour compter le nombre de pas fait pendant l'heure écoulée (ligne 6).

```

1 @Override
2 public int onStartCommand(Intent intent, int flags, int startId) {
3     // Executer de votre tâche
4     stepinit++;
5     Log.w("exectutionHandelIntent", stepinit + "");
6     stepThisHour(stepinit);
7     return Service.START_STICKY;
8 }

```

Figure 62 : Code d'appel de la méthode `stepThisHour`.

La méthode `stepThisHour` utilise deux variables `fTotalStepLast` et `fTotalStepNow` qui repèrent respectivement le nombre de pas effectués au début de la tranche horaire concernée depuis l'initialisation de la montre et le nombre de pas à la fin de la tranche horaire. Le nombre de pas est la différence entre ces deux valeurs (ligne 7). On enregistre ce nombre de pas dans la base de données locale (ligne 10) et on envoie cette donnée à la tablette (lignes 12 à 14).

```

1 public void stepThisHour(int i) {
2     if (i > 1) {
3         SensorResultHome srh = new SensorResultHome(this);
4         // Toast.makeText(this, "nb pas", Toast.LENGTH_LONG).show();
5         SensorResult sr = new SensorResult();
6         sr.setVariable("Nombre de pas");
7         int inbpas = (int) (getfTotalStepNow() - getfTotalStepLast());
8         sr.setValue(inbpas + "");
9         sr.setCurrentdate(new Date());
10        srh.save(sr);
11        Log.w("start", "ComWearService " + srh.JSON(sr));
12        Intent intent = new Intent(this, ComWearService.class);
13        intent.putExtra("check", i + "");
14        startService(intent);
15    }
16    fTotalStepLast = fTotalStepNow;
17 }

```

Figure 63 : Méthode `stepThisHour`

Le nombre de pas est capté par le listener `mSensorEventListener` déclaré précédemment. Chaque pas effectué l'incrémente de 1. On attribue cette valeur à `fTotalStepNow`.

```

1 public SensorEventListener mSensorEventListener = new
2     SensorEventListener() {
3     private float mStepOffset;
4
5     @Override
6     public void onAccuracyChanged(Sensor sensor, int accuracy) {}
7
8     @Override
9     public void onSensorChanged(SensorEvent event) {
10        Log.w(TAG, "steps=" + event.values[0] + "");
11        fTotalStepNow = event.values[0];
12    }
13 };

```

Figure 64 : Listener sur chaque pas

4.6.6.4. Echange de données entre la montre et la tablette

On tente de transmettre les données (décompte de pas et indications de douleur) dès qu'elles sont créées. Si la communication entre la montre et la tablette n'est pas possible, alors les données seront transmises lors de la prochaine vague de synchronisation. Ces vagues se succèdent à 30 minutes d'intervalle.

La communication est spécifiée dans le module *ComWearService* en utilisant l'api Google Api Client. Ce module est structuré comme *ComMobileService* installé sur la tablette.

Ce module utilise le conteneur *putDataMapReq*. Les lignes 6 à 8 correspondent aux instructions qui préparent les données. Les lignes 11 à 18 spécifient le bouclage sur les données qui sont transférées une par une. Ces données sont transférées au format JSON.

```
1 // Create a data map and put data in it
2 private void SendSensorResult() {
3
4     PutDataMapRequest putDataMapReq =
5     PutDataMapRequest.create("/sensorresult");
6     SensorResultHome srh = new SensorResultHome(this);
7     List<SensorResult> lsrNotSync = new ArrayList<SensorResult>();
8     lsrNotSync = srh.getAllResult();
9     Log.w(TAG, "Avant envoie des INFOS " + srh.dbSyncCount());
10    //send data
11    for (SensorResult sr : lsrNotSync) {
12        Log.w(TAG, sr.getCurrentDate().toString());
13        putDataMapReq.getDataMap().putString(KEY, srh.JSON(sr));
14        PutDataRequest putDataReq= putDataMapReq.asPutDataRequest();
15        PendingResult<DataApi.DataItemResult> pendingResult =
16        Wearable.DataApi.putDataItem(mGoogleApiClient, putDataReq);
17        Log.w(TAG, "pendant envoi");
18    }
19 }
```

Figure 65 : Le service *ComWearMobile*

4.7. Le déploiement de l'application sur le Play Store

Notre application mobile, appelée *TimeQuestion*, a été déployée sur le Play Store pour simplifier la propagation des mises à jour. *TimeQuestion* comprend les codes à déployer sur la tablette et la montre. L'installation de *TimeQuestion* s'effectue sur la tablette et aussi sur la montre, si une montre est connectée. L'application est optimisée pour une tablette de 7 pouces, mais elle peut être installée aussi sur un smartphone.



Figure 66 : Installation de l'application TimeQuestion depuis le Play Store

5. Les développements complémentaires

J'ai étudié et développé deux interfaces complémentaires, l'une sur la montre pour déclarer une douleur, l'autre sur la tablette pour déclarer une prise de médicaments.

5.1. La déclaration d'une douleur (niveau et position)

L'interface proposée telle qu'illustrée ci-après permet de spécifier la position d'une douleur sur un squelette et de déclarer un niveau de douleur.



Figure 67 : Déclaration sur la montre d'un niveau et d'une position pour une douleur

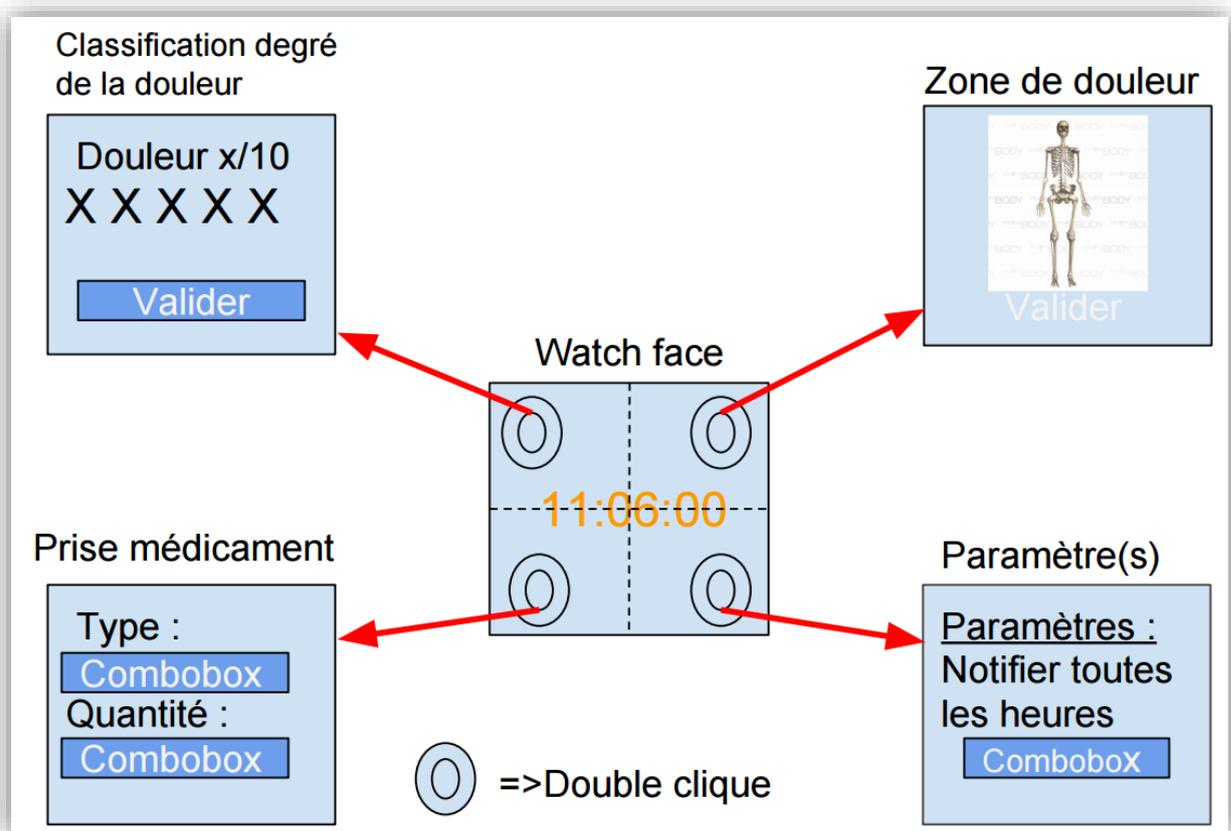


Figure 68: Interface de la montre

A partir de la Watch face on peut accéder à quatre affichages : le niveau de douleur, la zone de douleur, la prise de médicament, le paramétrage. J'ai séparé la montre en quatre zones. Ainsi l'utilisateur peut en double cliquant sur la zone souhaitée accéder au menu désiré. Dans l'écran zone de douleur, on peut faire défiler le personnage pour localiser la douleur.

Cette interface nécessite des manipulations très précises et n'a pas été jugée adaptée à tous les patients. Elle n'a pas été retenue par le service MPR pour une mise en œuvre effective auprès des patients.

5.2. **La déclaration d'une prise de médicament**

Nous avons aussi élaboré une interface sur la tablette et la montre pour déclarer la prise d'un médicament. Le patient doit d'abord scanner les codes des différents médicaments qu'il prend usuellement (ce code figure sur chaque boîte). Ces médicaments sont ensuite accessibles via une liste déroulante sur la tablette. Il peut alors sélectionner l'un d'eux et préciser la quantité.

Pour mettre en place cette interface, nous avons importé sur le serveur une partie de la base de données publique [8] des médicaments. Cette base de données permet au grand public et aux professionnels de santé d'accéder à des données et documents de référence sur les médicaments commercialisés ou ayant été commercialisés durant les trois dernières années en France.

Cette base de données fournit des informations administratives et scientifiques sur les traitements et le bon usage des produits de santé. Elle est mise en œuvre par l'Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé (ANSM), en liaison avec la Haute Autorité de santé (HAS) et l'Union nationale des caisses d'assurance maladie (UNCAM), sous l'égide du ministère des Affaires sociales et de la santé.

Le schéma de cette base est donné ci-après.

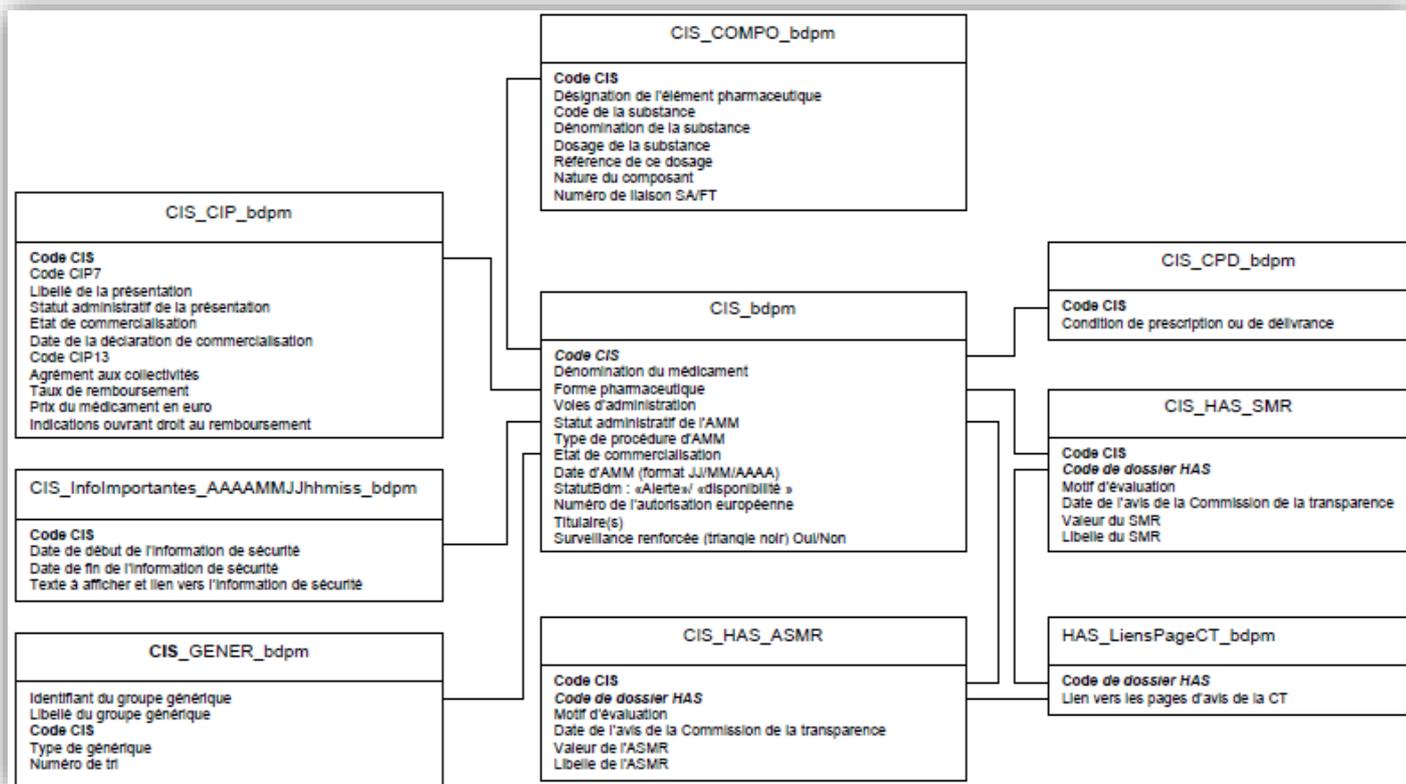


Figure 69 : Modèle des données de la BDPM

Suite à l'analyse de ce schéma, j'ai implémenté les tables nécessaires dans la base de données de la tablette : cis_compo_dbpm, cis_dbpm, cis_cip_dbpm.

L'objectif est de lier le Data Matrix présent sur chaque emballage de boîte de médicament aux substances actives présentes dans celui-ci.

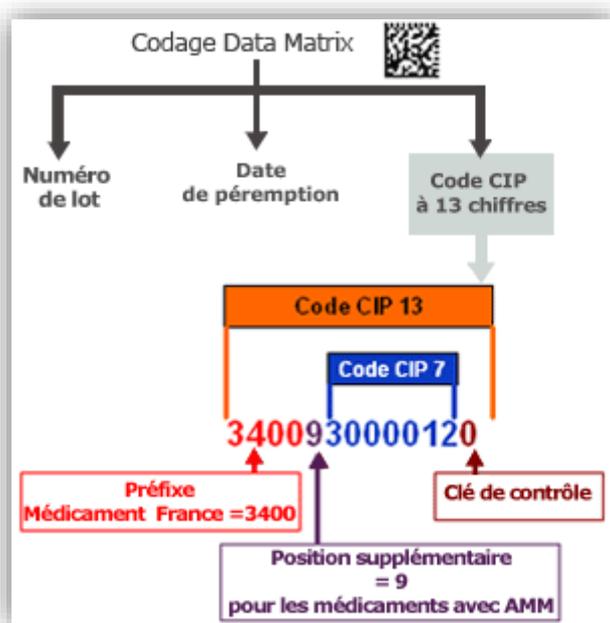


Figure 70 : Codification et traçabilité des médicaments [9]

Chaque médicament est identifié par un code dit "code CIP " (Code Identifiant de Présentation). Une présentation (et une seule) est définie par les éléments suivants :

- Sa dénomination
- Sa forme pharmaceutique
- Son dosage
- Son conditionnement et la contenance de son conditionnement.

Le code CIP7 est présent dans la table *cis_cip_dbpm*. Le dosage de la substance et la nature du composant sont présents dans la table *cis_compo_dbpm*. On remarque qu'il peut bien y avoir plusieurs substances actives dans un médicament.

Dans un premier temps, le patient doit scanner avec la tablette le Data Matrix présent sur la boîte de chacun des médicaments qu'il prend. Un service web envoie ce code à la base de données sur le serveur qui lui retransmet les informations sur les substances actives présentes dans ce médicament et leur dosage. Ces données sont stockées sur la tablette.

Le patient signale la prise d'un médicament sur la tablette ou sur la montre en grâce à une liste déroulante qui lui permet de sélectionner ce médicament et de préciser la quantité.



Figure 71 : Saisie de la prise d'un médicament sur la montre

Les données sont enregistrées dans la table *sensorresult* avec le libellé de la substance active et la quantité. L'enregistrement de ces données respecte le même principe que celui utilisé pour l'enregistrement des données de capteur.

Type de données	Nom de la variable	Type de question	Valeur collectée
Capteur	"médicament "		Quantité + Substance

Figure 72 : Tableau des valeurs des données récoltées pour la prise de médicament.

Cette interface est surtout adaptée pour la prise occasionnelle d'un médicament car il n'est pas possible de demander au patient une déclaration explicite s'il prend fréquemment un médicament.

6. Quelques expérimentations

6.1. Une expérimentation en conditions réelles

Avec l'aide du service MPR, j'ai pu procéder à une expérimentation en conditions réelles avec l'une des patientes du service, Mme XY.

L'expérimentation s'est déroulée en plusieurs étapes.

- Etape 1 (jour J) : Déploiement des questionnaires d'enquête préparé par le service MPR sur la tablette du patient.
- Etape 2 (jour J+1 à J+8) : Réponses au questionnaire par le patient depuis son domicile. Port de la montre toute la journée de 8h à 22h.
- Etape 3 (jour J+ 5) : Contrôle intermédiaire avec le patient pour vérifier le bon déroulement des opérations.
- Etape 4 (jour J+7) : Restitution des matériels et vérification de la bonne récupération des résultats sur le serveur.
- Etape 5 (jour J+ 7) : Sollicitation du patient pour répondre en direct au questionnaire d'évaluation.

Mme XY a utilisé le système du 04/08/2016 au 11/08/2016 pour répondre à deux enquêtes tous les deux jours.

Puis, lors de la restitution du matériel, il lui a été demandé de répondre à l'enquête : « Acceptabilité V1 ». On trouvera ci-après une reconstitution de cette enquête.

The figure displays two screenshots of a mobile application interface for a questionnaire titled "Questionnaire : Acceptabilité V1".

The left screenshot shows "Section 1 : Section unique" and "Question 1 : Merci de préciser votre âge". The user has entered "73" in the input field. A "Valider" button is visible below the input field. At the bottom, a numeric keypad is shown with buttons for digits 1-9, 0, and a "Terminer" button.

The right screenshot shows "Section 1 : Section unique" and "Question 2 : Merci de préciser votre sexe". The user has selected the "féminin" option (indicated by a filled radio button). A "Valider" button is visible below the options. The same numeric keypad is shown at the bottom.

Figure 73: Reconstitution de l'enquête Acceptabilité V1 du patient 034

Questionnaire : Acceptabilité V1

Section 1 :
Section unique

Question 3 :
Avez-vous auparavant utilisé les matériels suivants ?

	souvent	un peu	jamais
smartphone	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
tablette	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
ordinateur	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Valider

Questionnaire : Acceptabilité V1

Section 1 :
Section unique

Question 7 :
Comment estimez-vous l'intérêt des dispositifs suivants

	utile	peu utile	inutile
tablette	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
montre	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
suivi d'activité	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Valider

Figure 74: Reconstitution de l'enquête Acceptabilité V1 du patient 034

Questionnaire : Acceptabilité V1

Section 2 :
Suivant

Question 1 :
Comment estimez-vous la facilité d'usage des actions suivantes proposées par le système

	facile	difficile	très difficile
manipulation tablette	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
manipulation montre	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
indication de douleur	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Valider

Questionnaire : Acceptabilité V1

Section 2 :
Suivant

Question 5 :
Comment estimez-vous les contraintes de recharge

	acceptable	peu acceptable	inacceptable
recharge tablette	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
recharge montre	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Valider

Figure 75: Reconstitution de l'enquête Acceptabilité V1 du patient 034

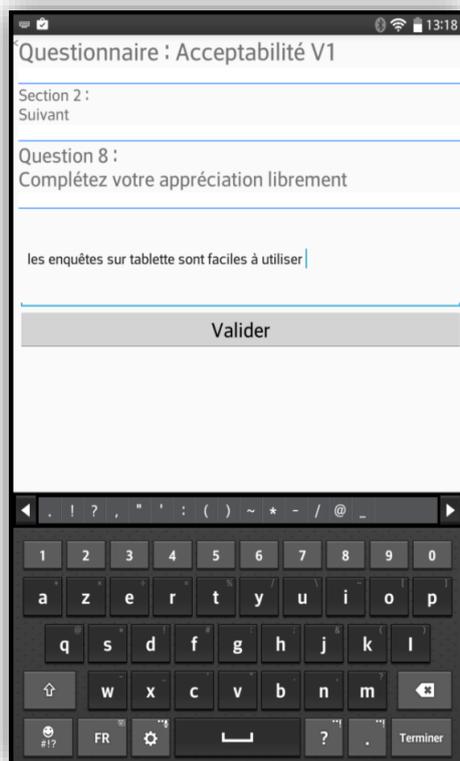


Figure 76: Reconstitution de l'enquête Acceptabilité V1 du patient 034

Les réponses fournies par la patiente à cette enquête d'acceptabilité sont données dans le tableau suivant.

code_Patient	Survey	question	currentdate	answer
034	Acceptabilité V1	Age	08/11/2016	73
034	Acceptabilité V1	Sexe	08/11/2016	féminin
034	Acceptabilité V1	habitude smartphone	08/11/2016	souvent
034	Acceptabilité V1	habitude tablette	08/11/2016	un peu
034	Acceptabilité V1	habitude ordinateur	08/11/2016	souvent
034	Acceptabilité V1	intérêt tablette	08/11/2016	utile
034	Acceptabilité V1	intérêt montre	08/11/2016	utile
034	Acceptabilité V1	intérêt suivi	08/11/2016	utile
034	Acceptabilité V1	manipulation tablette	08/11/2016	facile
034	Acceptabilité V1	manipulation montre	08/11/2016	facile
034	Acceptabilité V1	indication de douleur	08/11/2016	facile
034	Acceptabilité V1	recharge tablette	08/11/2016	acceptable
034	Acceptabilité V1	recharge montre	08/11/2016	acceptable
034	Acceptabilité V1	appréciation libre	08/11/2016	les enquêtes sur tablette sont faciles à utiliser

Figure 77 : Résultat de l'enquête de satisfaction du patient 34

La patiente, âgée de 73 ans, était peu habituée à manipuler une tablette mais manipulait souvent des smartphones et des ordinateurs. Elle trouve une utilité pour la tablette, la montre connectée et le suivi. La manipulation de la tablette et de la montre lui apparaît facile.

6.2 Autres expérimentations

J'ai pu procéder à d'autres expérimentations avec les membres du service MPR, tant en ce qui concerne l'application intranet que l'application mobile. Ayant été très associés à la conception, il n'y a pas eu de difficulté de leur part pour l'utilisation des deux applications.

J'ai également sollicité des collègues de travail et des proches pour l'utilisation de l'application mobile. Tous ont trouvé que l'usage était très commode.

D'autres expérimentations sont prévues avec des patients du service MPR lorsque le suivi pendant les cures thermales reprendra. Il serait en particulier intéressant de situer les difficultés de manipulations que pourraient rencontrer des patients atteints d'arthrose aux mains.

Conclusion

Ce mémoire a pour objectif la conception et l'élaboration d'un système pour l'auto-collecte des données de santé. Ce travail est intervenu dans le cadre d'une collaboration entre le LIMOS (Laboratoire d'Informatique de Modélisation et d'Optimisation des Systèmes) de l'Université Blaise Pascal et le service MPR (Médecine Physique et Réadaptation) du CHU de Clermont-Ferrand. L'architecture retenue est basée sur un serveur Windows hébergé au CHU et des dispositifs mobiles Android (tablette et montre connectée) à disposition du patient sur son lieu de vie. Les données proviennent des réponses à des questionnaires transmises via la tablette d'une part et des paramètres recueillis par la montre via des capteurs d'autre part. Toutes ces données sont temporairement stockées au niveau de la tablette avant d'être envoyées au serveur. Les échanges de données entre la montre et la tablette et le serveur interviennent par l'intermédiaire de Web services à l'initiative de la tablette.

Les questionnaires sont définis par les membres du corps médical à travers une interface adaptée et leurs structures sont stockées au niveau du serveur dans une base de données relationnelle. Ils sont chargés ensuite sur la tablette lors d'une procédure d'initialisation. L'application permettant le relevé des valeurs des capteurs est également installée automatiquement sur la montre lors de cette initialisation.

Toutes les données en provenance des questionnaires et des capteurs sont stockées sous un format tabulaire unifié facilitant leur récupération par un tableur en vue d'activer divers traitements d'analyses statistiques ou de datamining.

Ce système a été défini initialement sur la base des souhaits exprimés par le service MPR. Mais, il a été conçu et développé d'une manière générique et peut être utilisé pour collecter tout type de données personnelles.

Ce système peut être perfectionné dans plusieurs directions. D'abord, l'interface proposée pour la spécification des questions est dirigée par leurs structures. Il serait possible d'envisager une interface plus ergonomique basée sur le squelette de chaque type de question. Ensuite, chaque questionnaire est défini sous forme d'un assemblage fixe de questions. Il serait intéressant de laisser la possibilité à l'utilisateur de définir les questions séparément et d'assembler ensuite chaque questionnaire. Une question pourrait ainsi être réutilisée dans des questionnaires différents. Il serait utile également de définir d'autres modalités d'accès aux questionnaires, par exemple en permettant l'accès direct au serveur pour répondre aux questions sans charger préalablement le questionnaire sur le terminal du patient. Il serait enfin nécessaire de permettre l'installation assistée de tout type de capteur. De fait, chaque capteur nécessite une application spécifique pour relever les données émises et élaborer le résultat à transmettre au serveur. Le mieux serait de définir un catalogue d'applications permettant d'associer une application à un capteur.

Les apports personnels de ce travail sont de plusieurs natures : découverte du développement d'applications mobiles sous Android, découverte de la mise en œuvre de web services, découverte du monde médical, découverte des modalités de travail dans un laboratoire de recherche.

Bibliographie

- [1] Google, «Google Forms,» [En ligne]. Available: <https://www.google.fr/intl/fr/forms/about/>.
- [2] LimeSurvey. [En ligne]. Available: <https://www.limesurvey.org/>.
- [3] R. Guidoux, «Conception et réalisation d'un système de gestion centralisée des données issue de projets de recherche clinique en nutrition humaine,» ISIMA, INRA, 2011.
- [4] dev.fitbit.com/fr, «API Fitbit- API Explorer,» [En ligne]. Available: https://apigee.com/me3/embed/console/fitbit?apig_cc=1.
- [5] A. Sensor, «angelsensor.com,» [En ligne]. Available: <http://angelsensor.com/>.
- [6] developer.android.com, «Activity Life cycle,» [En ligne]. Available: <https://developer.android.com/reference/android/app/Activity.html#ActivityLifecycle>.
- [7] developer.android.com, «Services,» [En ligne]. Available: <https://developer.android.com/guide/components/services.html>.
- [8] «Base de données public du médicament,» [En ligne]. Available: <http://base-donnees-publique.medicaments.gouv.fr/index.php>.
- [9] «Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé : Codification,» [En ligne]. Available: [http://ansm.sante.fr/Activites/Elaboration-de-bonnes-pratiques/Codification-et-tracabilite-des-medicaments/\(offset\)/6](http://ansm.sante.fr/Activites/Elaboration-de-bonnes-pratiques/Codification-et-tracabilite-des-medicaments/(offset)/6).

ANNEXE 1 : Le questionnaire GEET One

Nous reproduisant ci-après le questionnaire manuel utilisé par le service MPR pour suivre des patients arthrosiques durant une cure thermale.

Le questionnaire est soumis à chaque patient volontaire en début de cure, en fin de cure, trois mois après la cure.

Ce questionnaire donne un aperçu sur les différents types de questions utilisé par le service MPR. Il nous a servi de guide de référence pour la conception de l'interface de saisie des questions. On remarquera que les questions les plus complexes doivent être transformées pour pouvoir être spécifiées par notre interface.

Patient :

Médecin :

Therme :

GEET One

QUESTIONNAIRES J18

Etudier le bénéfice d'une action d'éducation à l'exercice sur le niveau d'activité physique auprès de curistes gonarthrosiques.

CODE PATIENT :

Therme :

Date de Cure : du / /

au / /

INVESTIGATEUR PRINCIPAL :
Pr Emmanuel COUDEYRE
Service de Médecine Physique et Réadaptation

Avez-vous ressenti des évènements indésirables pendant ou à la suite de la cure ?

Oui Non Ne sais pas

Si oui, précisez

.....

.....

.....

.....

.....

Avez-vous téléchargé l'application ArthMouv® sur votre Smartphone ? Oui Non

L'utilisez-vous ? Oui Non

Avez-vous mis en pratique les exercices du programme proposé lors de la cure thermale ? Oui Non

Si non pourquoi ?

.....

.....

.....

.....

.....

Pensez-vous avoir augmenté votre niveau d'activité physique ? Oui Non

4. Cette question concerne le temps que vous passez assis au cours d'une journée, y compris au travail, à la maison et pendant votre temps de loisir. Cela comprend le temps passé assis à un bureau, chez des amis, à lire, pendant vos déplacements ou être assis ou allongé pour regarder la télévision.

Combien de temps passez-vous assis au cours d'un jour de la semaine ?

Heures Minutes

Combien de temps passez-vous assis au cours d'un jour de week-end ?

Heures Minutes

5. Cette question concerne le temps que vous regardez la télévision.

Combien de temps passez-vous à regarder la télévision au cours d'un jour de la semaine ?

Heures Minutes

Combien de temps passez-vous à regarder la télévision au cours d'un jour de week-end ?

Heures Minutes

6. Cette question concerne le temps que vous passez devant un ordinateur.

Combien de temps passez-vous devant l'ordinateur au cours d'un jour de la semaine ?

Heures Minutes

Combien de temps passez-vous devant l'ordinateur au cours d'un jour de week-end ?

Heures Minutes

Echelle d'efficacité personnelle perçue face à l'arthrose

Pour chacune des questions suivantes, merci de cocher la case correspondant au chiffre évaluant votre capacité à accomplir les tâches suivantes.

	<i>1= incapable</i>					<i>tout à fait capable=10</i>				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Efficacité perçue et douleur										
1. Pensez-vous être capable de réduire vos douleurs de manière significative ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
2. Pensez-vous être capable de poursuivre la plupart de vos activités quotidiennes ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
3. Pensez-vous être capable de gérer vos douleurs arthrosiques afin qu'elles ne perturbent pas votre sommeil ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
4. Pensez-vous être en mesure de réduire ne serait-ce que modérément vos douleurs arthrosiques en ayant recours à d'autres moyens que la prise de médicaments supplémentaires ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
5. Pensez-vous être en mesure de réduire fortement vos douleurs arthrosiques en ayant recours à d'autres moyens que la prise de médicaments supplémentaires	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
Efficacité perçue et fonction										
6. Pensez-vous être capable de marcher 30 mètres en terrain plat en moins de 20s ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
7. Pensez-vous être capable de descendre 10 marches d'escalier en moins de 7 secondes ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
8. Pensez-vous être capable de vous lever rapidement d'une chaise sans accouder sans l'aide des mains ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
9. Pensez-vous être capable de boutonner et déboutonner une rangée de 3 boutons de taille moyenne en moins de 12 secondes ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
10. Pensez-vous être capable de couper 2 petits bouts de viande avec un couteau et une fourchette en moins 8 secondes ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
11. Pensez-vous être capable d'ouvrir et fermer à fond un robinet d'extérieur ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					

	<i>1= incapable</i>				<i>tout à fait capable=10</i>					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Efficacité perçue et fonction										
12. Pensez-vous être capable de vous gratter le haut du dos avec la main droite comme avec la main gauche ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
13. Pensez-vous être capable d'entrer et sortir d'une voiture, côté passager, sans avoir recours ni à l'aide d'un tiers ni d'une aide matérielle?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
14. Pensez-vous être capable de mettre une chemise ou un chemisier à manches longues (sans le/la) boutonner sur le devant en moins de 8 secondes ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Efficacité perçue et autres symptômes										
15. Pensez-vous être capable de gérer votre fatigue?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
16. Pensez-vous être capable d'adapter vos activités de manière à rester actif sans aggraver votre arthrose?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
17. Pensez-vous pouvoir faire quelque chose pour vous sentir mieux quand vous avez le cafard?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
18. Comparé à d'autres personnes atteintes d'arthrose, pensez-vous être capable de bien gérer vos douleurs arthrosiques au cours de vos activités quotidiennes?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
19. Pensez-vous être capable de gérer les symptômes liés à l'arthrose afin de continuer à faire ce que vous aimez?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
20. Pensez-vous pouvoir faire face aux frustrations liées à votre arthrose?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
21. Pensez-vous être capable d'empêcher vos douleurs liées à l'arthrose de perturber ce que vous voulez faire ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
22. Pensez-vous être capable de gérer la fatigue liée à l'arthrose afin qu'elle ne perturbe pas ce que vous souhaitez faire ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				

Ce questionnaire va nous permettre de mieux comprendre le retentissement de votre arthrose du genou

Les propositions suivantes ont été exprimées par d'autres patients à propos de leur arthrose du genou. Pour chaque proposition, merci d'évaluer votre degré d'accord.

	<i>0 = pas d'accord 9 = tout à fait d'accord</i>									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. A cause de mon arthrose du genou, je ne pourrai bientôt plus marcher.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. A cause de mon arthrose du genou, je vais dépendre des autres pour les activités quotidiennes.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. A cause de mon arthrose du genou, je ne pourrai plus monter des escaliers.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Les médecins ont tendance à sous-estimer les douleurs.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Les médecins ont peu de choses à proposer pour l'arthrose du genou.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Le médecin généraliste adresse peu les patients aux spécialistes pour l'arthrose du genou car c'est une maladie banale et bénigne.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Les médecins s'intéressent peu à cette maladie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. L'arthrose du genou est une fatalité contre laquelle il n'y a pas grand-chose à faire.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. De toute façon, il n'y a rien que je puisse faire pour modifier l'évolution de mon arthrose du genou.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. A cause de mon arthrose du genou, je ne pourrai plus faire de sport.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. A cause de mon arthrose du genou, je vais devoir abandonner mes activités de loisirs et/ou de jardinage.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ce questionnaire permet d'évaluer votre perception de l'activité physique

	Pas du tout d'accord	Pas d'accord	Ni en désaccord ni d'accord	D'accord	Tout à fait d'accord
	0	1	2	3	4
1. Faire une activité physique permet de se sentir bien physiquement	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. L'activité physique me permettra d'avoir moins mal au genou	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Mes proches seraient fiers de moi si je pratiquais régulièrement une activité physique	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Je n'ai jamais fait de sport et ce serait ridicule de commencer aujourd'hui	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. J'ai toujours pratiqué une activité physique et à cause de l'arthrose, je vais devoir arrêter	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Mon emploi du temps ne me permet pas de pratiquer une activité physique	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. J'ai meilleur moral lorsque je pratique une activité physique	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Mon surpoids va m'empêcher de pratiquer une activité physique régulière	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Faire une activité physique va me permettre de rencontrer d'autres personnes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Si je fais du sport, je vais devoir changer mes habitudes quotidiennes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Avec l'accompagnement d'un proche, je pratiquerais plus d'activité physique	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. Mon environnement de vie (habitation, proximité nature, piscine, stade) va me permettre de pratiquer une activité physique régulière	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	Pas du tout d'accord	Pas d'accord	Ni en désaccord ni d'accord	D'accord	Tout à fait d'accord
	0	1	2	3	4
13. Ce sont mes autres problèmes de santé qui m'empêchent de pratiquer une activité physique régulière	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14. Je n'ai pas les moyens financiers de pratiquer une activité physique régulière	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15. Je ne vois pas l'intérêt de faire du sport	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16. Le regard des autres peut me limiter dans ma pratique d'activité physique	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17. Le sport va aggraver mon arthrose	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18. Je ne suis pas motivé du tout pour faire une activité physique	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19. Mes contraintes familiales m'empêchent de pratiquer une activité physique régulière	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20. Aujourd'hui, je ne me sens pas capable de pratiquer une activité physique	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
21. J'ai passé l'âge de faire du sport !	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
22. Je suis trop fatigué(e) pour pratiquer une activité physique	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
23. Je vais avoir encore plus mal au genou après ma séance d'activité physique	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Pour chacune des activités suivantes, veuillez préciser les difficultés éprouvées en raison de vos genoux, au cours des dernières 48 heures

Quelle est l'importance de la difficulté que vous éprouvez à?	Aucune 0	Minime 1	Modérée 2	Sévère 3	Très sévère 4
1. Descendre les escaliers	<input type="checkbox"/>				
2. Monter les escaliers	<input type="checkbox"/>				
3. Vous relever de la position assise	<input type="checkbox"/>				
4. Vous tenir debout	<input type="checkbox"/>				
5. Vous pencher en avant	<input type="checkbox"/>				
6. Marcher en terrain plat	<input type="checkbox"/>				
7. Entrer et sortir d'une voiture	<input type="checkbox"/>				
8. Faire vos courses	<input type="checkbox"/>				
9. Enfiler vos collants ou vos chaussettes	<input type="checkbox"/>				
10. Sortir du lit	<input type="checkbox"/>				
11. Enlever vos collants ou vos chaussettes	<input type="checkbox"/>				
12. Vous étendre sur le lit	<input type="checkbox"/>				
13. Entrer ou sortir d'une baignoire	<input type="checkbox"/>				
14. Vous asseoir	<input type="checkbox"/>				
15. Vous asseoir et vous relever des toilettes	<input type="checkbox"/>				
16. Faire le ménage « à fond » de votre domicile	<input type="checkbox"/>				
17. Faire l'entretien quotidien de votre domicile	<input type="checkbox"/>				

Ce questionnaire a pour but d'évaluer votre anxiété

1- Je me sens tendu(e) ou énervé(e)...

- La plupart du temps
- Souvent
- De temps en temps
- Jamais

2- Je prends plaisir aux mêmes choses qu'autrefois...

- Oui, tout autant
- Pas autant
- Un peu seulement
- Presque plus

3- J'ai une sensation de peur comme si quelque chose d'horrible allait m'arriver...

- Oui, très nettement
- Oui, mais ce n'est pas trop grave
- Un peu, mais cela ne m'inquiète pas
- Pas du tout

4- Je ris facilement et vois le bon côté des choses...

- Autant que par le passé
- Plus autant qu'avant
- Vraiment moins qu'avant
- Plus du tout

5- Je me fais du souci...

- Très souvent
- Assez souvent
- Occasionnellement
- Très occasionnellement

6- Je suis de bonne humeur...

- Jamais
- Rarement
- Assez souvent
- La plupart du temps

7- Je peux rester tranquillement assis(e) à ne rien faire et me sentir décontracté(e)

- Oui, quoi qu'il arrive
- Oui, en général
- Rarement
- Jamais

8- **J'ai l'impression de fonctionner au ralenti...**

- Presque toujours
- Très souvent
- Parfois
- Jamais

9- **J'éprouve des sensations de peur et j'ai l'estomac noué...**

- Jamais
- Parfois
- Assez souvent
- Très souvent

10- **Je ne m'intéresse plus à mon apparence...**

- Plus du tout
- Je n'y accorde pas autant d'attention que je devrais
- Il se peut que je n'y fasse plus autant attention
- J'y prête autant attention que par le passé

11- **J'ai la bougeotte et n'arrive pas à tenir en place...**

- Oui, c'est tout à fait le cas
- Un peu
- Pas tellement
- Pas du tout

12- **Je me réjouis d'avance à l'idée de faire certaines choses...**

- Autant qu'avant
- Un peu moins qu'avant
- Bien moins qu'avant
- Presque jamais

13- **J'éprouve des sensations soudaines de panique...**

- Vraiment très souvent
- Assez souvent
- Pas très souvent
- Jamais

14- **Je peux prendre plaisir à un bon livre ou à une bonne émission de radio ou de télévision...**

- Souvent
- Parfois
- Rarement
- Très rarement

*Toute l'équipe du Cluster Innovatherm, en partenariat avec le CHU de Clermont Ferrand et l'Université d'Auvergne vous remercie de votre participation.
Les données issues de cette étude vont permettre le développement de stratégies éducatives en milieu thermal.*

VOTRE AVIS NOUS INTÉRESSE !

N'hésitez pas à nous faire part de vos suggestions et remarques.

ANNEXE 2 : Le formulaire de déclaration auprès de la CNIL



REGISTRE DES DECLARATIONS DU CHU DE CLERMONT-FERRAND

N° d'enregistrement :
Date de premier enregistrement :
Date de modification :

Date de mise en œuvre :
Service(s) concerné(s) :
Service chargé de la mise en œuvre :

Nom du logiciel :
Finalité du traitement :
Catégorie de personnes concernée :

Données traitées	Origine	Conservation	Destinataires
<ul style="list-style-type: none"> - Etat civil - Vie personnelle - Vie professionnelle - Info. économiques/financières - Connexion - Localisation 			

Données sensibles traitées	Origine	Conservation	Destinataires
<ul style="list-style-type: none"> - NIR - Info. judiciaires - Opinions, vie sexuelle, origine - Santé 			

Echanges avec l'extérieur

- Oui (crypté / non crypté)
- Non

Confidentialité

- mode d'authentification :

Droits d'accès

- support d'information des personnes : Affichage, site Web
- service chargé des réponses : CIL – Direction qualité / gestion des risques

ANNEXE 3 : Les manuels d'utilisation

Nous donnons ci-après les manuels d'utilisation que nous avons proposés aux usagers pour utiliser notre système.

Manuel d'utilisation

Gestionnaire d'enquêtes CHU SURVEY v1.0

L'application est accessible depuis l'intranet du CHU. Elle se présente sous forme d'un menu qui permet de créer des questionnaires d'enquête, de créer des patients et de leur affecter des questionnaires, d'attribuer une tablette et une montre à chaque patient. La tablette permet de répondre aux questionnaires. La montre permet, d'une part de compter le nombre de pas effectués dans chaque tranche horaire de la journée et, d'autre part, de déclarer un niveau de douleur. Les résultats sont transmis au serveur et peuvent être récupérés sous format Excel en vue de leur analyse.

1. Connexion à l'application et déconnexion

1.2 Connexion

La connexion est obtenue via l'URL **https://serv-collecte:8443/chu**. Elle nécessite un identifiant et un mot de passe.

Il faut demander à l'administrateur de l'application de vous créer dans le système.

1.3 Déconnexion

La déconnexion est obtenue en activant l'onglet « Déconnecter » du menu principal de l'application.

2. Gestion d'une enquête (onglet « Gestion Enquête »)

2.1 Créer une enquête (onglet « Créer Enquête »)

La création d'une enquête passe par les phases décrites ci-après.

2.1.1 Identification d'une enquête

Chaque enquête est repérée par un nom. Un nom de bouton pour l'activer sur la tablette lui est également associé.

2.1.2 Identification d'une section

Une enquête est divisée en une ou plusieurs sections. Une section est repérée par un nom et un mode de répétition. Il existe 3 modes de répétition :

- à fréquence régulière : on indique alors le nombre de jours séparant deux répétitions, une réponse 1 signifie tous les jours ;
- à échéances prédéterminées : on indique alors les différentes échéances en nombre de jours à partir de la date de création de la section ;
- permanente : il est possible de répondre à l'enquête à tout instant.

Lorsqu'une enquête comporte une section qui vient à échéance, elle est active et le bouton correspondant apparaît sur la tablette sur fond gris foncé. Lorsqu'une enquête n'est pas active, le bouton correspondant sur la tablette apparaît en gris clair.

2.1.3 Spécification des questions

Chaque section comprend une ou plusieurs questions. Onze types différents de questions sont prévus.

- Choix multiples - réponse UNIQUE

La question comprend plusieurs choix et un seul d'entre eux est possible.

- Choix multiples - réponse MULTIPLE

La question comprend plusieurs choix et plusieurs d'entre eux sont possibles.

- Choix multiples – oui ou non

La question ne comprend que deux alternatives (question binaire).

- Grille à choix multiples- réponse UNIQUE par ligne

La question présente plusieurs items, chacun d'eux étant associé à une ligne. Les réponses possibles sont associées aux colonnes et sont les mêmes pour chaque item. Items et réponses sont alors présentés sur la tablette sous forme d'une grille. Pour chaque item une seule réponse est possible.

- Grille à choix multiples – réponse MULTIPLE par ligne

La configuration est la même que précédemment mais pour chaque item plusieurs réponses sont possibles.

- Grille à choix multiples - curseur nombre entier

On a plusieurs items et pour chacun d'eux on associe un nombre entier en agissant sur un curseur.

- Curseur - nombre entier

La réponse à la question est un nombre entier introduit par l'intermédiaire d'un curseur.

- Curseur - nombre décimal

La réponse à la question est un nombre décimal introduit par l'intermédiaire d'un curseur.

- Réponse ouverte - Nombre seulement

La réponse à la question est un nombre introduit au clavier.

- Réponse ouverte - Texte ligne unique

La réponse à la question est un texte sur une seule ligne.

- Réponse ouverte - Texte multiligne

La réponse à la question est un texte sur plusieurs lignes.

[2.1.4 Enchaîner les questions et les sections et terminer une enquête](#)

Les boutons « Nouvelle Question » et « Nouvelle Section » permettent de passer à une nouvelle question (au sein de la section courante) et à une nouvelle section.

Le bouton « Fin Enquête » permet de clore une enquête.

Le bouton « Annuler » permet d'annuler la dernière action.

[2.2 Modifier une enquête \(onglet « Modifier Enquête »\)](#)

Une enquête qui n'a pas été finalisée peut être modifiée en supprimant la dernière section.

[2.3 Poursuivre une enquête \(onglet « Poursuivre Enquête »\)](#)

Une enquête qui n'a pas été finalisée peut-être complétée en ajoutant une nouvelle section après toutes les sections déjà présentes.

[2.4 Voir une enquête \(onglet « Voir Enquête »\)](#)

Une enquête qui n'a pas été finalisée peut-être visualisée sous forme hiérarchique, transférée dans un fichier Word et imprimée.

2.5 Supprimer une enquête (onglet « Supprimer Enquête »)

Une enquête qui n'est pas finalisée peut-être supprimée.

2.6 Finaliser une enquête (onglet « Finaliser Enquête »)

Une enquête peut être finalisée. Cette action a pour objectif de la figer définitivement. Elle ne plus être modifiée.

3. Gestion des patients (onglet « Gestion Patient »)

3.1 Créer un patient (onglet « Créer Patient »)

Un patient créé est affecté au membre du corps médical qui l'a créé. Ce dernier peut donc gérer ses patients sous forme d'une cohorte. Lorsqu'il se connecte à l'application, un membre du corps médical ne voit que ses patients.

L'administrateur de l'application voit tous les patients.

Pour créer un patient il faut fournir un prénom, un nom et un code. Le code est unique parmi tous les patients de toutes les cohortes.

3.2 Supprimer un patient (onglet « Supprimer Patient »)

Cette opération ne peut être réalisée que par l'administrateur de l'application.

Elle entraîne la suppression de toutes les données qui étaient rattachées à ce patient.

4. Gestion du corps médical (onglet « Gestion Corps Médical »)

4.1 Créer un membre (onglet « Créer Membre »)

La création est effectuée par l'administrateur en respectant les informations accessibles à travers l'AD (Active Directory).

4.2 Supprimer un membre (onglet « Supprimer Membre »)

La suppression est effectuée par l'administrateur. Elle entraîne la suppression de la cohorte du membre et des données qui étaient rattachées aux patients de la cohorte.

5. Initialisation de la collecte - Liens avec l'application mobile (onglet « Initialisation collecte Patient »)

Cet onglet permet d'associer les patients à des questionnaires d'enquête, d'attribuer une tablette et une montre à un patient, d'initialiser ces matériels.

Important : L'application ne gère pas de numéro de matériel. Chaque membre du corps médical concerné doit assurer la numérotation des matériels et l'affectation aux patients.

5.1 Associer un patient à une enquête (onglet « Affectation Enquête »)

Cet onglet permet d'associer un ou plusieurs patients à un ou plusieurs questionnaires d'enquête. Seules les enquêtes finalisées peuvent être associées.

5.2 Visualiser les associations entre patients et enquêtes et supprimer des associations (onglet « Etat Affectation »)

Cet onglet permet de visualiser les différentes affectations des enquêtes aux patients.

En cliquant sur une des lignes affichées, le bouton « Delete » apparaît. En l'activant on supprime l'association correspondante.

5.3 Initialisation des matériels via un QR code (onglet « Initialisation Matériels Informatiques »)

Au préalable, la tablette doit être connectée à internet.

Pour cela le mieux est d'utiliser un smartphone 4G qui servira de pont.

Il faut ensuite initialiser la connexion entre la montre et la tablette en Bluetooth et installer l'application TIMEQUESTION sur la tablette. Cf. Mode d'utilisation de la tablette.

L'onglet permet de produire un QR code représentant toutes les informations utiles pour l'initialisation de la tablette et de la montre : code du patient et questionnaires associés à ce patient. Après introduction du code du patient, le QR code est affiché à l'écran.

Il faut scanner ce QR code avec la tablette. Pour cela effectuer successivement les opérations suivantes : appuyer sur l'icône  en haut à gauche de la tablette, choisir l'onglet « Initialisation de la tablette » dans le menu qui s'affiche (l'application Scan s'ouvre alors), viser le QR Code avec l'appareil photo de la tablette (le transfert des informations s'affichent sur la tablette), appuyer sur le bouton « Fermer » de la tablette.

La tablette et la montre sont alors prêtes à être utilisées par le patient.

5.4 Remise à zéro des matériels via un QR code et restitution (onglet « Restitution Matériels Informatiques »)

Cet onglet permet de produire un QR code contenant toutes les informations pour remettre à zéro un couple de matériels (tablette et montre) et permettre ainsi leur restitution.

Lorsque le QR code est affiché à l'écran on procède comme indiqué dans la section précédente.

Les bases de données sur la tablette et la montre sont vidées de leur contenu. Les applications restent chargées et les matériels sont prêts pour une nouvelle affectation.

Après cette opération, le patient est dissocié de tous les questionnaires d'enquête qui lui avait été affectés. En visualisant à nouveau l'état des affectations, on trouvera la date de fin initialisée à la date du jour pour ces enquêtes.

6. Suivi

6.1 Suivi d'un patient (Onglet « Suivi d'un Patient »)

Cet onglet permet de produire un fichier Excel qui contient les activités (déclarations de douleur et nombres de pas pour chaque tranche horaire de la journée) enregistrées pour un patient donné.

6.2 Suivi d'une enquête (Onglet « Suivi d'une Enquête »)

Cet onglet permet de produire un fichier Excel qui contient les réponses fournies à une enquête donnée pour tous les patients associés à cette enquête.

7. Gestion des paramètres (Onglet « Paramètres »)

Cet onglet est inactif dans cette version du logiciel. Il permettra de choisir la langue dans laquelle sont exprimés les différents libellés. Pour l'instant, seul le français est disponible.

Manuel d'installation et d'utilisation

Application de collecte de résultats d'enquêtes sur tablette et de collecte de données sur montre (TimeQuestion v1.0)

Cette application fonctionne sous Android et est déployée sur le Play Store.

Elle est associée à l'application Enquêtes CHU qui permet de produire des questionnaires d'enquête. L'objectif de TimeQuestion est de déployer ces questionnaires sur une tablette Android (ou un Smartphone) pour collecter les résultats et les transmettre vers un serveur central. Une montre Android peut être connectée à la tablette en Bluetooth pour permettre la collecte et la transmission vers le même serveur de données générées au niveau la montre. Dans la version 1.0, deux types de données sont prévues : une indication de niveau de douleur qui peut être activée à tout instant par le porteur, un nombre des pas qui est généré automatiquement pour chaque tranche horaire de la journée.

1. Choix des matériels

La version d'Android de la tablette (ou du Smartphone) doit être Android 5.1 Lollipop. La taille et la définition de l'écran sont indifférentes mais il est préférable d'utiliser au moins du 7". La capacité mémoire doit être au moins de 16Go. La version d'Android pour la montre doit être au moins 5.0.

2. Connexion de la montre Android wear

La montre doit être préalablement connectée à la tablette (ou au Smartphone) en Bluetooth.

Pour la connexion suivre la procédure comme suit :

Brancher la montre sur sa recharge.

Démarrer la montre et placer la à quelques dizaines de centimètres de la tablette.

Vérifier que la tablette est connectée à un réseau Wi-Fi.

Télécharger et installer l'application Android Wear depuis la tablette en recherchant "Android Wear" sur Google Play.

Ouvrir l'application Android Wear sur la tablette. La liste des appareils situés à proximité s'affiche sur la tablette.

Sélectionner le nom de la montre sur l'écran de la tablette. Un code d'association s'affiche sur la tablette et sur la montre.

Vérifier que les codes correspondent.

Sélectionner « Associer » sur la tablette. Une fois l'association effectuée, un message de confirmation s'affiche.

Appuyer sur « Activer les notifications » sur la tablette.

3. Installation de l'application Time Question à partir du Play Store

Pour installer l'application, choisir TimeQuestion dans le Play Store.

Cliquer sur le bouton « Installer » ou « Mettre à jour » (c'est ce dernier bouton qui est disponible si une version précédente de l'application a déjà été chargée).

4. Initialisation et remise à zéro avec un QR code

Les procédures d'initialisation et de remise à zéro avec un QR code sont pilotées par l'application CHU SURVEY fonctionnant en intranet. On se reportera au manuel d'utilisation de CHU SURVEY pour réaliser ces opérations.

5. Utilisation de la tablette

5.1 Lecture des notifications

Des notifications sont affichées en haut de l'écran de la tablette et sont transmises sur la montre à l'utilisateur dès qu'une réponse à un questionnaire d'enquête est requise.

Elles respectent le comportement standard des notifications.

5.2 Répondre à un questionnaire

Les questionnaires d'enquêtes auxquels l'utilisateur doit répondre apparaissent sur l'écran de la tablette avec un nom sur fond gris clair. Pour répondre à un questionnaire, activer le bouton correspondant à son nom. Le questionnaire est alors affiché sur l'écran de la tablette. Il faut donner une réponse à chaque question et valider (en activant le bouton VALIDER). Après chaque validation on passe à la question suivante. Lorsque la dernière question a reçu une réponse, on revient à l'écran général d'activation des questionnaires.

Il existe un bouton particulier : « ACTIVITE ». L'activation de ce bouton permet d'afficher le nombre de pas effectués par l'utilisateur hier et le nombre de pas effectués aujourd'hui jusqu'à l'instant présent.

6. Utilisation de la montre Wearable

Se reporter à la notice spécifique de la montre.

Manuel d'utilisation de la montre associée à l'application de collecte de données TimeQuestion

1. Les trois manipulations principales

L'utilisation de la montre repose sur trois manipulations principales sur l'écran :

- Un appui long symbolisé par



- Un double clique symbolisé par

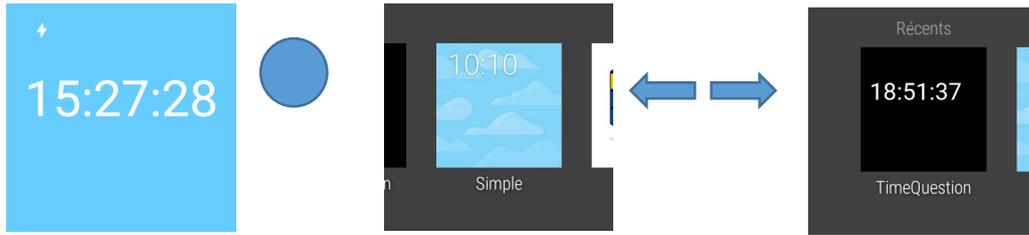


- Un glissement du doigt dans l'une des quatre directions symbolisées par



2. Le choix de la WatchFace

La montre doit toujours se trouver sur la « WatchFace » : **TimeQuestion**.



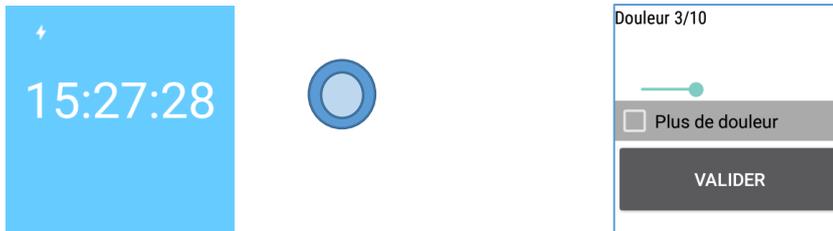
3. Retour à l'affichage

Pour revenir sur la Watch Face et l'affichage de l'heure vous pouvez appuyer sur le bouton de la montre.

4. Indication d'une douleur

Il faut faire afficher l'écran correspondant par double-clic et glissement à gauche.

On agit sur le curseur pour ajuster le niveau de douleur et on valide.



ANNEXE 4 : Les plaquettes de présentation

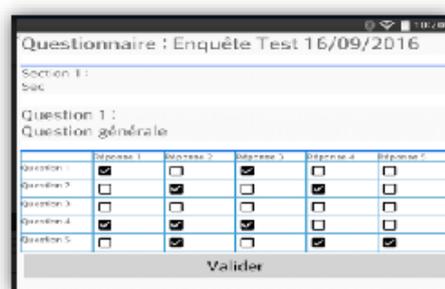
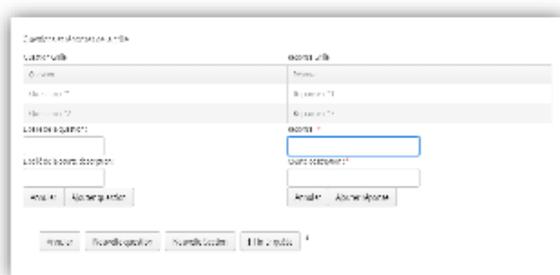
Nous élaboré des plaquettes de présentation de notre système en français et en anglais.

L'objectif est de faire connaître le système d'une manière concise et rapide.

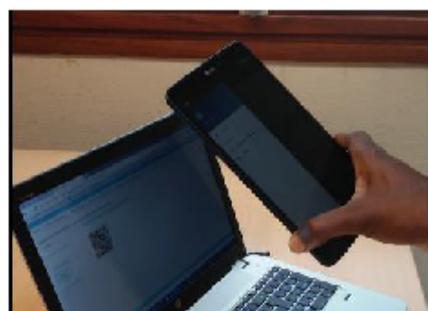
auto-collecte de données de santé : serveur+tablette+montre

Suan Tay, Michel Schneider

Auto-questionnaire : création sur serveur et présentation sur tablette



Initialisation de la tablette par scan d'un QR code



**Application Android
disponible sur Google PLAY**



**Comptage des pas + indication de
douleur sur montre**



Restitution des résultats sur serveur

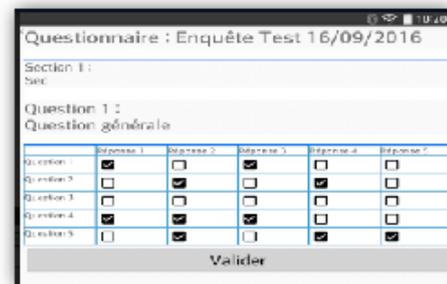
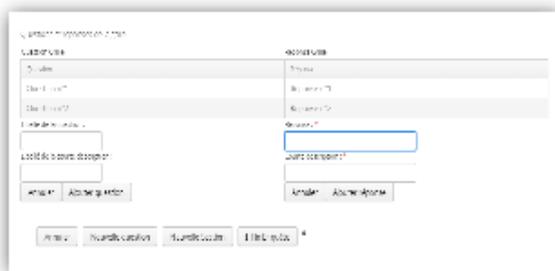
	A	B	C	D	E
	id	code_patient	variable	value	currentdate
1					
2	7945	002	Nombre de pas	25	2015-09-09 12:04:58
3	7944	002	Nombre de pas	8	2015-09-09 11:00:43
4	7940	002	degre de douleur	6	2015-09-09 10:13:30
5	7942	002	Nombre de pas	57	2015-09-09 10:00:43



Self-collection of health data : server+tablet+watch

Suan Tay, Michel Schneider

Self-administered questionnaire: creation on server and presentation on tablet



Tablet initialization by scanning a QR code



**Android application
available on Google PLAY**



**steps counting + pain indication on
watch**



Restitution of the results on server

	A	B	C	D	E
	id	code_patient	variable	value	currentdate
1					
2	7945	002	Nombre de pas	25	2016-09-09 12:04:58
3	7944	002	Nombre de pas	8	2016-09-09 11:00:43
4	7940	002	degre de douleur	6	2016-09-09 10:13:30
5	7942	002	Nombre de pas	57	2016-09-09 10:00:43



Google play

ANDROID



Vu, le 21/02/2017

La Directrice du Cnam d'Auvergne
Radovanka MASSET



Vu, le 23 janvier 2017

Le professeur du Cnam d'Auvergne, responsable de filière
Michel SCHNEIDER

RESUME

Le système proposé permet de réaliser l'auto-collecte de données de santé selon deux modalités : les auto-questionnaires et les capteurs personnels. Un auto-questionnaire permet au patient de répondre une fois (ou plusieurs fois à des instants différents) à des questions concernant sa situation médicale et son évolution. Un capteur personnel est installé par le patient lui-même sur son corps ou dans son environnement proche. Il assure la capture automatique de paramètres physiques le concernant.

L'architecture du système est basée, d'une part sur un serveur utilisé pour centraliser les données de tous les patients et, d'autre part, sur des dispositifs mobiles (tablette et montre connectée) mis à disposition de chaque patient pour collecter et transmettre ses données personnelles. Les communications entre le serveur et les dispositifs mobiles sont assurées par l'intermédiaire de web services sécurisés.

Le système a été conçu et développé sous une forme générique et peut être utilisé pour collecter tout type de données personnelles.

SUMMARY

The proposed system allows for the self-collection of health data in two ways: self-questionnaires and personal sensors. A self-questionnaire allows the patient to answer questions (once or several times at different times) about his / her medical situation and his / her evolution. A personal sensor is installed by the patient himself on his body or in his immediate environment. It ensures the automatic capture of physical parameters concerning it.

The system architecture is based, on the one hand, on a server used to centralize the data of all the patients and, on the other hand, on mobile devices (tablet and connected watch) made available to each patient to collect and transmit their personal data. Communications between the server and the mobile devices are provided via secure web services.

The system has been designed and developed in a generic form and can be used to collect any kind of personal data.