

MA-004-481-1

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
 MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
 RECHERCHE SCIENTIFIQUE
 UNIVERSITE SAAD-DAHLAB DE BLIDA
 FACULTE DES SCIENCES DEPARTEMENT D'INFORMATIQUE



Mémoire présenté par:

MADJOUR Zineb
 NAIMI Rafika



**Thème : Vers un système de détection de chute pour
 les personnes âgées basé web mobile application.**

En vue d'obtenir le diplôme de Master

Domaine: MI

Filière: Informatique

Spécialité : Génie des systèmes informatiques

Promoteur : Mme ARKAM Meriem

Président du jury : Mr. Ferfela.

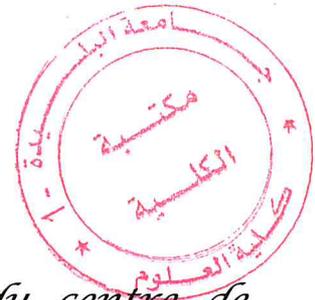
Encadreur : Mme DIB Wassila

Organisme d'accueil : CDTA

Promotion : 2017

MA-004-481-1

Remerciements



Au terme de ce travail effectué au sein du centre de développement des technologies avancés CDTA, nous tenons à exprimer notre reconnaissance et nos remerciements les plus vifs :

Notre reconnaissance à Mme W. Dib, qui a accepté de nous encadrer au sein du CTDA et qui grâce à sa bienveillance, l'élaboration de ce travail a été menée à bien. Notre plus vive reconnaissance pour ses encouragements, ses conseils précieux et ses directives. Son aide si efficace avec beaucoup de compréhension a apporté beaucoup à ce travail. Nous lui adressons ici tout notre respect.

Au terme de ce travail, nous tenons à remercier vivement notre promotrice Mme Arkam pour l'orientation, la confiance, la patience qu'ont constituée un apport considérable.

Nous tenons également à remercier, tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce travail.

De même à nos amis, et à tous nos camarades de notre promotion qu'ils retrouvent ici notre reconnaissance pour nous avoir soutenus et encouragés.

Zineb & Rafika

Dédicaces Zineb

Je dédie mon travail présenté dans ce mémoire à qui je ne puisse montrer mon amour et ma gratitude :

Mes chers parents ;

Pour tout l'amour dont vous m'avez entouré, pour tout ce que vous avez fait pour moi, Je ferai de mon mieux pour rester un sujet de fierté à vos yeux avec l'espoir de ne jamais vous décevoir. Que ce modeste travail, soit l'exaucement de vos vœux tant formulés et de vos prières quotidiennes.

A mes chères frères : Aïmen Akrem et à ma sœur Douaa.

A mon époux Ishak et sa famille.

A mon grand-père Hamoud , mes grands-mères.

A mon binôme Rafika et à sa famille.

A tous mes cousines.

A mes chères amies qui m'ont toujours soutenues : Ilhem, Sihem, Sarah, Saïda , fatma zohra, hiba, hamida et Assma.

A tous mes amis avec qui j'ai partagé des moments inoubliables.

Zineb

Dédicaces Rafika

Je dédie mon travail à ma famille avec tous mes sentiments de respect, d'amour, de gratitude et de reconnaissance pour tous les sacrifices déployés pour m'élever dignement et assurer mon éducation dans les meilleures conditions.

À mon binôme Zineb pour son soutien moral, ses sacrifices, son dévouement tout le long de la formation.

A Sarah qui a largement contribué à ce travail, et pour la patience dont elle a fait preuve.

Et à tous ceux que je n'ai pas cités et qui ont contribué à ce modeste travail un grand merci.

Rafika

Résumé

Chaque année, plus de 2 millions de personnes âgées de plus de 65 ans chutent, et une personne sur 2 âgée de plus de 80 ans en est victime (d'après l'OMS « Organisation Mondiale de la santé »). Les conséquences de ce genre d'accident sont de plus en plus irréversibles si la personne passe plus de temps au sol. Sur ces faits, la détection des chutes devient primordiale chez les personnes âgées.

Notre projet de fin d'étude consiste à développer un système dédié à la détection de chute, basé sur une unité de capture, une application mobile et un site web.

La capture des mouvements des personnes âgées se fera à l'aide de l'unité de capture basée sur des capteurs inertiels, un algorithme de classification permettant le traitement de données afin d'identifier si la chute a eu lieu, dans le cas de chute l'application mobile se chargera d'émettre un signal d'alerte à un membre d'une liste d'urgence déjà préinscrit, en présence de connexion internet le site web pourra fournir aux secours des informations supplémentaire incluant même l'historique de la victime.

Mot clés : Détection de chute, capteur inertiels, algorithme de classification, applications mobile.

Sommaire

Introduction Générale	11
Chapitre 1 Etat de l'art	13
Introduction.....	14
Première partie « Les systèmes de détection de chute ».....	15
1.1 La chute dans la recherche scientifique	16
Approches basées sur les Systèmes ambiants.....	19
Approches basées sur les caméras : la vidéosurveillance	19
Conclusion	20
Deuxième partie « Architecture de base d'un système de détection de chute portatif ».....	21
Architecture de base d'un système de détection de chute	22
Unité de détection (Unité de capteur et acquisition des données)	22
Unité de traitement (Extraction des features et classification)	22
Unité de communication	23
Conclusion	23
Chapitre 2 Architecture globale de notre système.....	24
Introduction.....	25
1. Exigences et directives architecturales	25
2. Unité de capture	26
3. Unité de traitement : Algorithmes de détection des chutes basés Smartphone.....	28
L'Algorithme Threshold-Based	29
Algorithme basée Machine Learning.....	29
4. Unité de communication	33
Application Mobile.....	34
Site Web	35
Conclusion:	35
Chapitre 3 Conception de notre système « FallDetect ».....	36
Introduction.....	37
1. Modèle de classification retenu	37
Collecte des données	37
Extraction des paramètres	38
Processus de détection de chute.....	39
Test d'activité	40
Choix des paramètres pertinents.....	44
Classification supervisé en utilisant l'algorithme K plus proche voisin	47
3. La description des besoins fonctionnels et opérationnels du système	48
Description de base	48

Spécification des besoins	49
Description globale du système de détection	50
4 Identification des acteurs du système	52
Conclusion	52
Chapitre 4 « Mise en place, tests et validation »	53
Introduction.....	54
1. Outils de développement.....	54
Application mobile.....	54
Les outils de développement Android	54
Site Web	56
PhpMyAdmin	56
Dreamweaver.....	56
2. Outils de travail.....	57
3. Présentation du site web:	60
4. Présentation de l'application mobile.....	67
5. Expérimentations	70
Collectes de données	70
Extraction des paramètres	71
Classification et test	72
Conclusion	74
Conclusion générale.....	75
Bibliographie.....	77s

Liste des figures

Figure 1 : Système d'alerte de Vitalbase.....	17
Figure 2 : Système de détection de chute de la société Vigilio.....	18
Figure 3 : Architecture de base de l'unité de capture.....	26
Figure 4 : Plateforme Shimmer.....	28
Figure 5 : Algorithmes de détection de chutes basées Smartphone.....	28
Figure 6 : Principe de KNN.....	31
Figure 7 : Principe de SVM.....	32
Figure 8 : Unité de communication du système de détection de chute.....	34
Figure 9 : Application Mobile.....	35
Figure 10 : Architecture du Site Web.....	35
Figure 11 : Emplacement possible du SHIMMER sur le corps.....	38
Figure 12 : Organigramme « Processus de détection ».....	39
Figure 13 : Quelques mouvements d'activité de vie quotidienne.....	40
Figure 14 : Graphe d'amplitude d'activité « s'asseoir sur une surface dure ».....	41
Figure 15 : Graphe d'amplitude d'activité « s'asseoir sur une surface souple ».....	41
Figure 16 : Graphe d'amplitude d'activité de « Marche ».....	42
Figure 17 : Graphe d'amplitude d'activité du « saut ».....	42
Figure 18 : Graphe d'amplitude d'activité de « Courir ».....	43
Figure 19 : Graphe d'amplitude d'activité « toucher involontairement le capteur ».....	43
Figure 20 : Graphe d'amplitude d'activité « Mouvement d'une chute lourde ».....	44
Figure 21 : Description globale du Site web.....	50
Figure 22 : Description globale de l'application mobile.....	51
Figure 23 : Information du système de l'ordinateur 1.....	57
Figure 24 : Information du système de l'ordinateur 2.....	58
Figure 25 : Information du système du Smartphone.....	59
Figure 26 : Capteur Shimmer.....	59
Figure 27 : Page principale partie 1.....	60
Figure 28 : Page principale partie 2.....	60
Figure 29 : Page principale partie 3.....	61
Figure 30 : Page authentification.....	61
Figure 31 : Fenêtre de message d'erreur.....	62
Figure 32 : Page de bienvenue de l'administrateur.....	62

Figure 33 : Page de bienvenue du patient	63
Figure 34 : Formulaire d'ajout d'un patient.....	64
Figure 35 : Liste des patients	65
Figure 36 : Formulaire de modification d'un patient.....	65
Figure 37 : Dossier médical du patient.....	66
Figure 38 : Historique des chutes du patient.....	66
Figure 39 : Paramètres de l'application mobile	67
Figure 40 : Réglage des paramètres	67
Figure 41 : Accueil de l'application mobile.....	68
Figure 42 : Carte géographique.....	68
Figure 43 : Console d'alerte.....	69
Figure 44 : Résultat des paramètres calculés	71
Figure 45 : Un des sujets de test.....	72
Figure 46 : Activité de chute par notre sujet.....	73

Liste des tableaux

Tableau 1 : Etude comparative KNN et SVM	33
Tableau 2 : Les acteurs qui interagissent avec le Site web	52
Tableau 3 : Les acteurs qui interagissent avec l'application mobile.....	52
Tableau 4 : Tableau comparatif entre Eclipse et Android Studio	55
Tableau 5 : Liste des sujets de test.....	70
Tableau 6 : Performances des techniques pertinentes de détection des chutes.....	73

Liste des équations

Équation 1 : Vecteur de grandeur du signal	29
Équation 2 : La distance Euclidienne.....	30
Équation 3 : la distance de Manhattan	30
Équation 4 : La distance de Minkowski.....	31
Équation 5 : VAAM.....	45

Introduction Générale

En vieillissant, l'être humain devient de plus en plus vulnérable. Son corps devient moins disposé, rétifs, peu obéissant à la volonté. Cette situation, pourtant naturelle, est mal vécu par beaucoup de personne d'âge avancé. La détérioration des capacités physique, et parfois mentale, présente un vrai handicap non seulement à cette tranche de population mais aussi à son entourage. Dans les pays occidentaux, les institutions spécialisées tel que les maisons de retraite équipées de moyen de confort et de surveillance présentent une des meilleures solutions pour mieux vivre son vieillissement. Hors, dans un pays conservateur des valeurs humaine, sociale et familiale tel que l'Algérie ce genre de solution est peu acceptée. Cependant, les avancées technologiques récentes, ont ouvert la voie à des solutions dédiées, portatives, confortables et peu onéreuses.

Parmi les problèmes les plus fréquents chez les personnes âgées, et selon l'organisation mondiale de la santé OMS, la chute représente la première cause de décès accidentel chez les plus de 65 ans. Selon les estimations, 424 000 personnes perdent la vie chaque année à la suite de chutes, dont plus de 80% dans les pays à faible revenu ou à revenu intermédiaire.

L'impact de la chute n'est pas toujours mortel mais souvent il affecte les conditions physique et psychologique de la victime, Perte de confiance, peur de tomber à nouveau, repli sur soi, les conséquences sont multiples, souvent graves et liées à l'importance de la blessure et à l'état de santé de la personne.

En ce sens, plusieurs solutions de détection et de prévention de chute chez les personnes âgées ont été proposées, mais aucune d'elles n'est considérées par la communauté scientifique, essentiellement médicale, comme suffisante, car plusieurs exigences et contraintes ne sont pas respectées. Parmi ces exigences le coût du système, sa précision, et l'autonomie du patient, car un système est beaucoup moins intéressant si le patient est contraint de rester chez lui.

Dans notre projet nous allons se basés sur des études déjà faite dans cette thématique, tirer les avantages et les inconvénients des solutions retenues puis proposé une solution plus avancées.

Notre objectif se résume à concevoir et à réaliser un système dédié à la détection de chute basé sur une unité de capture, une application mobile et un site web afin de permettre aux personnes âgées plus d'autonomie et plus d'indépendance, dans un environnement de confort et de sécurité. Les admissions en hôpital, ou centres spécialisés deviennent moins fréquentes,

ce qui réduit le coût économique imposé par les frais divers de santé dont l'hospitalisation et du suivi physique et psychologique.

Afin de mieux exposer notre travail, nous structurons notre mémoire en quatre (04) chapitres selon le plan suivant :

- Le premier chapitre énonce les études et les solutions des systèmes de détection de chute chez les personnes âgées déjà existant, ainsi que la solution qu'on a optée pour notre propre système.
- Le second chapitre va être consacré à la conception détaillée de notre système basés sur l'utilisation des Smartphone (SP) dédié seulement à la détection de la chute, du choix de la plateforme jusqu'au choix du classifieurs.
- Le troisième chapitre décrit les étapes qu'on a suivies pour faire notre classification. De l'acquisition de données à l'extraction des paramètres en utilisant le classifieur KNN pour arriver à un modèle capable de faire la détection de la chute, ainsi que les besoins fonctionnels et non fonctionnels du système avec une description des diagrammes des cas d'utilisation, de classe et de séquence.
- Le quatrième et dernier chapitre est réservé à la réalisation et implémentation de notre système où on exposera notre application mobile et le site web, ainsi que les performances que nous avons pu atteindre pour satisfaire au mieux les exigences de départ.

Nous terminerons notre mémoire par une conclusion générale, où nous présentons une synthèse du travail effectué au cours de ce projet.

Chapitre 1

Etat de l'art

Introduction

Les systèmes d'alerte médicale connues aujourd'hui sous le nom des « Systèmes personnel d'intervention d'urgence ; PERS « Personal Emergency Response System» ; existent depuis les années 1970 grâce à l'Allemand Wilhelm Hormann et à son concept de hausnotruf, ou "alerte à domicile" [1,2]. Le concept théorique d'Hormann est arrivé sur le marché pour la première fois en Amérique en 1975 grâce à une entreprise nommée « American International Téléphone Company ». Son "numéroteur d'urgence" prenait concrètement la forme d'un bouton à porter sur soi qui, lorsqu'il était activé, communiquait avec une base qui composait ensuite un numéro et transmettait un message préenregistré. Ces systèmes ont connus une révolution importante avec les avancées technologiques durant cette dernière décade mais aucune des solutions proposées n'est universellement acceptée en raison des contraintes non satisfaites imposées par le domaine de l'application et son environnement ainsi que par les technologies existantes dans le marché.

Dans cette étude nous visons un domaine bien précis qui est la détection de chute chez les personnes âgées ; et afin d'aboutir à notre but; il est primordiale au début de cadrer notre travail ; les travaux de recherches publiés dans les revues et les journaux scientifique de renom présentent les meilleurs bases pour s'appuyer sur.

Ce chapitre est dédié aux différentes études et solutions relatifs à la détection et la prévention de chute chez les personnes âgées ainsi que les dispositifs déjà commercialisés.

Première partie
« Les systèmes de détection de chute »

1.1 La chute dans la recherche scientifique

Intuitivement, chacun de nous sait ce qu'est une chute. Pourtant, il est difficile de traduire cet événement complexe, même vécu en mots [3]. L'absence de définition opérationnelles dans la littérature scientifiques a permis l'apparition de plusieurs interprétations parfois professionnelles et parfois amateurs. Les gens ordinaire et les personnes âgées plus spécialement ont tendance à décrire leur chute par un manque ou perte d'équilibre, on employant des mots tel que « glisser » ou « trébucher » ; Les mots « involontaire », « Inattendu », « par inadvertance » ou « soudain » sont rarement verbalisés [4]. Sachant qu'il existe plusieurs types de chute ; la définition scientifique la plus convenable été donnée par Tideiksaar et al 2002 [5] :

« Une chute est un événement au cours duquel une personne se retrouve involontairement ou intentionnellement allongée au sol ou sur tout autre niveau inférieur tel qu'une chaise, des toilettes ou un lit. »

Une variété d'outils et de méthodes dédiés ont été proposées afin de gérer une chute ; Ces solutions peuvent êtres catégorisés en trois approches principales : approches basées sur les dispositifs portables intégrant des capteurs de détection de mouvements tels que les Smartphone et les nœuds de capteurs ; approches basées sur les appareils de mesure d'ambiance en fusionnant entre les données audio et les données visuelles ;et enfin approches basées sur la vision utilisant des caméras plus au moins sophistiquées.

Approches basées sur les dispositifs portables

Plusieurs méthodes basées sur des capteurs embarqués sur la personne ont été proposées dans la littérature et même dans commerce. L'avantage de ces dispositifs est que bien souvent ils peuvent fonctionner à domicile et à l'extérieur.

a) Détecteurs de chutes automatiques :

Les accéléromètres, les gyroscopes et les goniomètres sont des capteurs pouvant servir à détecter automatiquement les chutes des personnes âgées. Dans le domaine de la recherche, certains auteurs ; préfère l'utilisation d'un seul types de capteurs tant dis que d'autre préfère le fusionnement d'un ou plusieurs types.

Mathie et al. [6] ont utilisé une approche intégrée de l'accéléromètre ; qui par définition est la mesure des mouvements exécutés par un sujet (accélération et décélération) pendant l'activité physique ; on montant un accéléromètre sur la taille ; la chute est alors détectée lorsque l'accélération négative augmente soudainement en raison de la modification de l'orientation de la position verticale à la position couchée du sujet. Afin d'améliorer les

techniques existantes de détection de chute à base d'accéléromètre ;Bianchi et al.in [7] ont introduit le capteur de pression barométrique pour mesure l'altitude ;Les données d'accélération et de pression de l'air ont été enregistrées en utilisant un appareil portatif attaché à la taille du sujet et analysé hors ligne ; La technique de classification d'arbre de décision a été utilisée afin d'étiqueter les chutes présumées. Bourke et al. [8] et Wu [9], se sont basés sur l'hypothèse que la vitesse est différente quand une personne chute, en comparaison à d'autres activités comme s'asseoir ou s'allonger dans un canapé ; Leur idée était de positionner l'accéléromètre, le gyroscope et le goniomètre sur la personne et d'observer la vitesse de mouvement du corps lorsque la personne réalisait différentes activités. Les réponses physiologiques telles que la fréquence cardiaque ou la pression artérielle peuvent variées avec l'activité physique et des changements de la position du corps.

De ce fait, J.M.Kang et al [10] ont développé un prototype porté sur le poignet intégrant un accéléromètre deux axes et un dispositif de surveillance médicale capable de transmettre les informations nécessaires au spécialistes médicales en cas d'urgence dont la chute. L'utilisation des Smartphones dans la détection et la prévention de chute attire de plus en plus d'intérêt des chercheurs ; puisque ces systèmes intègrent déjà des capteurs à performances élevées (capteurs inertiel, caméra, GPS..), un microprocesseur, et des moyen de communication avancées (WIFI, Bluetooth,..) ;Zhang et al [11] ont par exemple choisi l'utilisation des données issu d'un accéléromètre triaxiale intégré dans un Smartphone ; le WIFI comme moyen de communication ;k-nearestneighbor (k-NN) comme algorithme de classification.

Dans le commerce, Des industriels, tels que Telecom Design avec VitalBase, proposent des dispositifs qui intègrent un accéléromètre à positionner au niveau de la ceinture ou au poignet comme le montre la figure 1.Ce système permet de détecter la chute à travers la perte de verticalité, l'accélération, le choc de la chute et enfin l'absence de mouvement.



Figure 1 : Système d'alerte de Vitalbase.

La société Vigilio a mis en place un dispositif (figure 2), détectant les chutes, à base d'un accéléromètre à porter sur le torse de la personne. En cas de chute ou d'immobilisation prolongée, leur boîtier directement connecté à une ligne téléphonique pourra alerter automatiquement un numéro qui a été préenregistré.

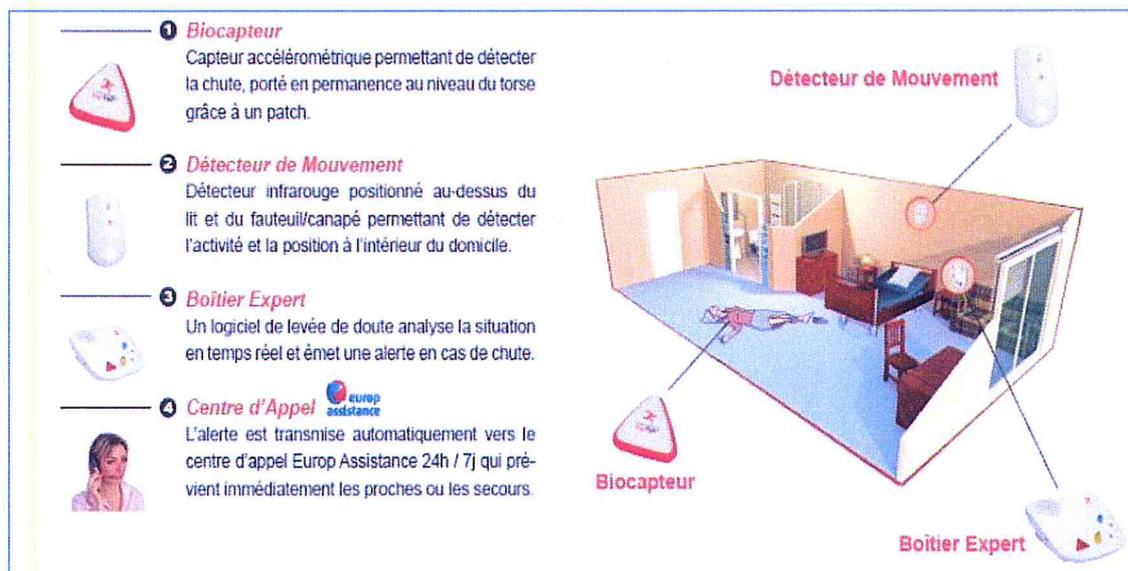


Figure 2 : Système de détection de chute de la société Vigilio

b) Détecteurs de chutes et d'alerte manuels

Dans le commerce, il existe également des systèmes ne détectant pas automatiquement la chute. Ces systèmes requièrent la participation de la personne. Les boutons d'alarmes, existant sous forme de collier ou bracelet à porter sur soi, jour et nuit, permettent à la personne d'appuyer dessus pour alerter d'une chute. La marque Intervox du groupe Legrand ou encore le groupe Biotel-Tunstall développent, entre autres, des médaillons à porter par la personne. L'idée est d'éviter les fausses alarmes et de permettre à la personne de se sentir rassurée d'avoir à tout moment un dispositif d'alerte. Ces dispositifs doivent être portés pour fonctionner. C'est la cause principale de leur manque d'efficacité, car les personnes ne les portent pas, soit parce qu'ils sont perçus comme stigmatisant soit parce que la personne oublie tout simplement de les porter. Des études ont aussi montré que ces dispositifs pouvaient être inefficaces, même lorsqu'ils sont portés, car les personnes ne les utilisent pas forcément après une chute. Dans l'article de Wild et al. [12], les auteurs ont mené une étude sur les personnes âgées de plus de 65 ans durant un an. Dans cette expérience, ils ont formé deux groupes, un groupe de « chuteurs » (constitué de personnes ayant déjà chuté une fois) et un groupe contrôle. Parmi les neuf chuteurs ayant un système d'alerte, seulement deux ont réussi à l'utiliser pour alerter après être tombés, l'un a tenté mais n'a pas réussi à l'utiliser et les six derniers n'ont même pas tenté de

l'utiliser. L'incapacité d'appuyer sur le bouton peut être due à la perte de connaissance de la personne ou à son état de choc.

Approches basées sur les Systèmes ambiants

La métrologie d'ambiance consiste à mesurer un certain nombre d'éléments dans un environnement fermé. L'utilisation de ce type de capteurs pour la détection de chute est conditionnée par la présence du sujet à l'intérieur de son domicile. Ceci représente un inconvénient mais son fonctionnement autonome i.e. sans que la personne n'ait besoin de déclencher le système est un avantage important.

Alwan et al [13] ont introduit un système passif et discret permettant la détection de chutes basé sur les vibrations du sol ; sachant que la signature vibratoire du sol générée par la chute humaine est différente de celle générée par les activités normales, telles que la marche. D'autres solutions à base des capteurs de pression et d'infrarouge ont aussi été proposées; en 2015 la société Orme, a développé, avec le soutien de la structure Digital Place, un capteur infrarouge capable de scanner en 3D une pièce entière et de repérer en temps réel les mouvements pour intervenir rapidement en cas de chute.

Approches basées sur les caméras : la vidéosurveillance

Plusieurs travaux de recherche ont focalisé sur l'utilisation des systèmes de vidéosurveillance afin de détecter une chute. Anderson et al [14] par exemple ont développé une méthode qui détecte les chutes en comparant les dimensions de la boîte englobant la silhouette de la personne par rapport à l'ensemble de l'image. Cette méthode ne résout pas le problème de l'occultation, si une personne fait une chute derrière un meuble par exemple. Rougier et al [15] ont aussi développé une méthode de détection des chutes qui considère la tête de la personne comme étant une ellipsoïde 3D qui est projetée dans le plan image à l'aide des paramètres internes de la caméra. La tête est suivie à l'aide d'un filtre. La caméra étant calibrée (grâce à la connaissance de sa position par rapport au sol), la position de la tête du sujet est calculée par rapport au sol. Ainsi une chute est détectée grâce aux vitesses 3D qui est calculées en utilisant la trajectoire 3D de la tête.

Ces systèmes sont onéreux mais leur utilisations est fréquente ; cela se justifie par des atouts indispensables comme le non port de capteur ou encore le déclenchement d'une alerte sans intervention du sujet. Aussi la vidéosurveillance est polyvalente car elle peut servir à d'autres types de détection (prise de médicaments, absence prolongée, sommeil trop long, localisation dans une pièce etc.).

1.3 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons examiné les différentes techniques utilisées pour la détection d'une chute ; Des capteurs ambiants comme les capteurs environnementaux, les caméras ou les capteurs au sol sont conçus pour détecter automatiquement la chute au domicile. Ces dispositifs ne correspondent pas à nos objectifs puisqu'ils sont adaptés pour être utilisés aux espaces instrumentés ce qui réduit la mobilité des personnes âgées contrairement aux systèmes portatifs ; ceci justifie l'approche qu'on a adoptée et qui sera présentée dans le chapitre suivant.

Deuxième partie
**« Architecture de base d'un système
de détection de chute portatif »**

Architecture de base d'un système de détection de chute

Les systèmes de détection de chute et de prévention partagent tous la même architecture de base. La présence des trois unités fonctionnelles à savoir l'unité de détection/ Acquisition de données, l'unité de traitement et l'unité de communication, illustres dans la figure 3 est fondamentale.

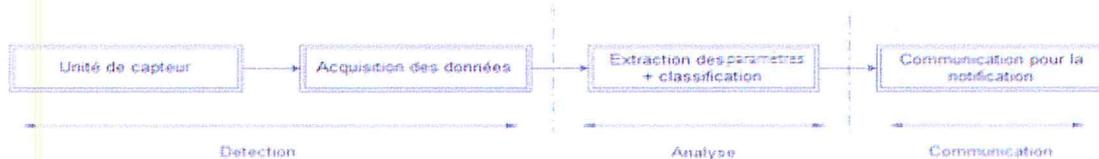


Figure 3 : Architecture de base du système de détection de chute

Unité de détection (Unité de capteur et acquisition des données)

L'événement « chute » ou le mouvement soudain d'un corps en direction du sol terminant par un impact sur ce dernier peut être traduit par un changement des grandeurs physiques qu'a subi le corps en question (changement de la vitesse du corps par exemple). Ces grandeurs peuvent être converties en grandeurs électriques (généralement tension électrique) à travers divers capteurs dédiés tel que l'accéléromètre, le gyroscope, les capteurs de température, les capteurs de champ magnétique, etc.

Les Smartphones récents présentent une bonne alternative aux outils classiques de détection de chute puisque non seulement ils sont équipés par ces types de capteurs mais aussi parce qu'ils sont à usage quotidien et largement acceptés par les personnes âgées

Unité de traitement (Extraction des features et classification)

Après avoir mesuré les grandeurs physiques à l'aide des capteurs, les signaux ou données obtenus doivent être traités et analysés. Cette tâche est assurée par l'unité de traitement, dont le rôle dans ce contexte i.e. la détection des chutes est l'extraction des caractéristiques significatives (Features) de celle-ci ; et la prise de décision à l'aide d'algorithmes dédiés afin de distinguer l'évènement chute des autres mouvements d'activités de vie quotidienne.\\

La plupart des solutions basées Smartphone, utilisent la méthode du seuil Threshold-Based (TBA) [16] comme Algorithme de classification ; cette approche repose sur la comparaison des données issues des capteurs avec des seuils déjà prédéfinis ou adaptatifs ; toutefois l'implémentation des Algorithmes complexes d'apprentissage (Machine Learning) est devenue possible grâce aux avancées technologiques et l'intégration des processeurs à capacité de traitement importante dans les Smartphones[17].

Unité de communication

Dans toutes les solutions existantes ; L'appel à l'unité de communication ne se fait qu'en cas de détection de chute. À son activation, le système tente au premier lieu de s'assurer de la production réelle de l'évènement et ceci en tentant de communiquer avec l'utilisateur. Et dépendamment de la réponse reçue, un redémarrage du système sera programmé en cas de rejet manuelle de l'activation automatique de l'alarme ou une notification sera envoyée aux aidant médicaux afin d'obtenir une assistance immédiate dans le cas d'absence de réponse par l'utilisateur.

Plusieurs technologies de télécommunication peuvent être utilisées afin de réaliser cette tâche ; les plus fréquemment utilisées sont le Bluetooth et le Wireless Fidelity (WiFi).

Conclusion

Un état de l'art sur les études et les solutions des systèmes de détection de chute chez les personnes âgées était présenté ainsi que la solution qu'on a optée. Dans les chapitres suivant il sera question de concevoir notre propre système ainsi la présentation des résultats obtenus.

Chapitre 2
Architecture globale
de notre système

Introduction

Pour atténuer les conséquences négatives de la chute, de nombreuses recherches ont été menées et discutées dans le chapitre précédent, la solution qu'on a retenu dans ce travail est basée sur les systèmes portatives dont l'intérêt des chercheurs ne cesse qu'augmenter d'une manière considérable ces dernières années puisque le matériel requis est également disponible dans les appareils utilisés quotidiennement tel que les Smartphones. Ces recherches sont principalement axées sur deux approches différentes, à savoir la détection des chutes et leur prévention.

Dans ce chapitre il sera question de présenter la conception détaillée du système basés sur l'utilisation des Smartphone (SP) dédié seulement à la détection de la chute; du choix de la plateforme jusqu'au choix du classifieur.

1. Exigences et directives architecturales

Avant d'entamer la conception de n'importe qu'elle système, il est primordiale de connaître les exigences qui doit satisfaire ainsi de tracer les directives à suivre pour mener à terme sa réalisation.

Les exigences imposées pour notre système de détection de chute sont:

- ❖ L'automatisation : tout traitement sera fait en arrière plan sans intervention de l'utilisateur ex : l'application continue de fonctionnée même après sa fermeture.
- ❖ Rapidité : la détection de mouvement de chute sera en temps réel.
- ❖ Fiabilité : pour l'algorithme de détection nous allons travailler avec la notion de d'apprentissage automatique pour avoir plus de précision dans les résultats.
- ❖ Communication : afin d'être toujours connecté et capable d'alerter les soignants ou les proches.
- ❖ Facilité d'utilisation : l'interface que nous allons construire sera simple facile a utilisé pour les personnes âgées.

Tandis que pour les directives à suivre :

Pour satisfaire aux exigences mentionnées, un système de détection des chutes doit être conçu en fonction des lignes directrices suivantes:

- La détection des chutes devrait être effectuée en utilisant uniquement des informations basées sur l'accélération: Les travaux précédents ont démontré que l'accélération est l'information la plus fiable pouvant être utilisée dans la détection d'une chute, tandis que d'autres données cinématiques, telles que la vitesse angulaire, sont moins pertinentes.

Chapitre II : Architecture globale de notre système

- L'utilisabilité est fortement influencée par le nombre de capteurs portables et par leur placement sur le corps de l'utilisateur. Pour cette raison, la détection doit être effectuée à l'aide d'un seul capteur.
- Les systèmes de détection de chute utilisent l'information posturale pour améliorer leur précision [11, 16, 17]. La posture peut être calculée grâce à une orientation connue des axes de l'accéléromètre par rapport au corps de l'utilisateur.
- Toujours pour des raisons de convivialité, l'algorithme de détection de chute ne devrait fonctionner qu'avec l'amplitude d'accélération et non pas avec les valeurs le long de chacun des trois axes de l'accéléromètre, comme ceci à nouveau, nécessiterait une orientation connue et fixe du dispositif par rapport à l'utilisateur corps.
- L'algorithme de détection de chute doit être auto-apprentissage, De cette façon, il peut ajuster les paramètres de fonctionnement en fonction des caractéristiques spécifiques de l'utilisateur (hauteur, poids, vitesse de déplacement, etc.).
- Une interface homme-machine, même si elle est rudimentaire, est obligatoire pour deux raisons :

- 1- un arrêt est nécessaire pour éviter d'envoyer une demande d'aide en cas de fausses alarmes.
- 2- fournir un feedback à l'algorithme de détection d'auto-apprentissage.

2. Unité de capture

L'architecture de base de l'unité responsable de la récolte des données est présentée sur la figure 4. Comme il est illustré, l'utilisation des capteurs intégrés des Smartphone est retenu ainsi que celle d'utilisation des capteurs externes et ceci afin de renforcer la précision de notre système de détection de chute ainsi que l'élargissement de sa zone d'utilisation et du confort de son porteur.

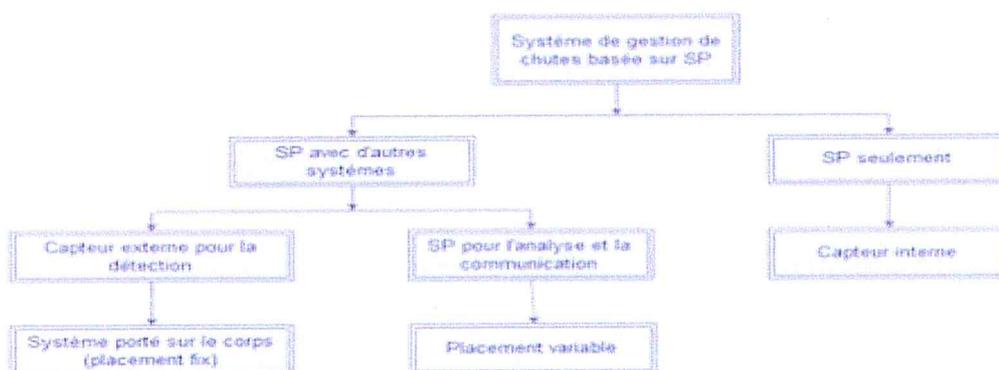


Figure 4 : Architecture de base de l'unité de capture

Chapitre II : Architecture globale de notre système

L'accéléromètre, comme mentionné précédemment dans les directives est le seul capteur qui nous intéresse dans ce travail.

Un accéléromètre est un dispositif électromécanique qui mesure les forces d'accélération. Ces forces peuvent être statiques (force d'attraction de la pesanteur) ou dynamiques (lorsque l'accéléromètre bouge ou vibre) [1]. Plusieurs gammes d'accéléromètre peuvent être trouvées sur le marché ; la différence entre eux réside dans la technologie de leur fabrication, le nombre d'axes de mesure d'accélération, la plage de mesure, la taille et le poids.

Comme c'est connu tous les appareils basés sur la plateforme Android intègrent un grand nombre de capteurs dont l'accéléromètre à trois axes ; avec une plage de mesure assez importante et une précision élevée ; par exemple la gamme de mesure de l'iPhone 4 et du Samsung S est de $\pm 2g$ (gravité) tandis que celle de la Moto X 2ème génération atteint les $\pm 16g$. Ce qui permet leur utilisation pour la reconnaissance des mouvements puisque le corps humain bouge dans un plan tridimensionnel et les accélérations produites par les mouvements d'activité quotidienne sont de faible amplitude.

Ces mêmes exigences étaient prises en compte dans le choix de la plateforme externe dont l'étude comparative entre les différents produits commercialisés était menée par l'équipe de recherche « *Communication sans fil* » du CDTA ; de ce fait et à notre niveau la disponibilité du produit était un facteur important dans le design de l'architecture de notre système.

La plateforme en question de dimensions 2.03 x 4.44 x 1.27 cm et d'un poids ne dépasse pas les 22 grammes (voir figure 5), Conçue par la firme SHIMMER, est principalement destinée à un usage médical. Elle est constituée d'une carte mère composée d'une unité de calcul dont l'élément de base est le MSP430 MCU de Texas Instruments dédié à l'application médicale ; une unité de stockage de données basée micro-SD d'une capacité de 2GB, et une unité de communication utilisant un module « Roving Networks™ RN-41 Class 2 Bluetooth » liée à une antenne intégrée de 2.4GHz. Ces fonctionnalités de base sont étendues via une gamme de cartes filles qui offrent diverses capacités de détection ; principalement les signaux physiologiques en l'occurrence l'Electrocardiogramme ECG, et les signaux cinématique, l'accélération et la vitesse angulaire à travers l'accéléromètre et le gyroscope respectivement. L'ajout d'autres capteurs ou de cartes externes est possible grâce à une unité de connexion intégrée dans la carte mère. L'alimentation en source de tension du Shimmer est garantie par une batterie rechargeable au lithium-polymère de 3.7V, 450 mAh [2].

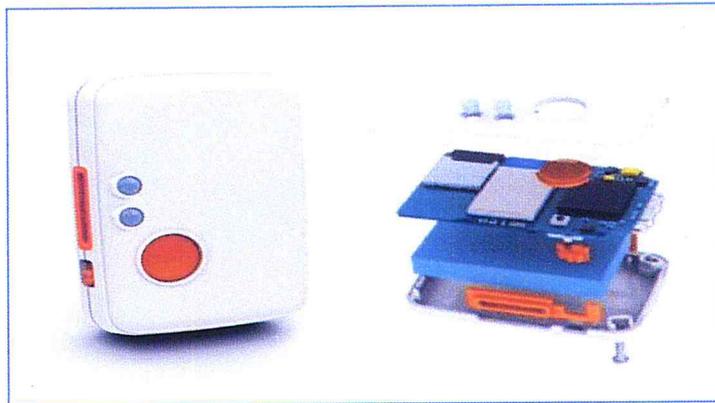


Figure 5: Plateforme Shimmer

3. Unité de traitement : Algorithmes de détection des chutes basés Smartphone

Dans la plupart des travaux scientifique ; une seul approche est retenu afin de détecter une chute

Avec un Smartphone ; soit la méthode Threshold-BasedAlgorithm TBA ; soit la méthode basé sur un classifieur choisi. Dans notre approche, nous avons décidés comme illustré dans le schéma synoptique ci-dessous de faire appel aux deux méthodes simultanément et ceci afin d'améliorer la précision de notre système et d'éviter le maximum possible les fausse alarme dû au falles-likeevent.

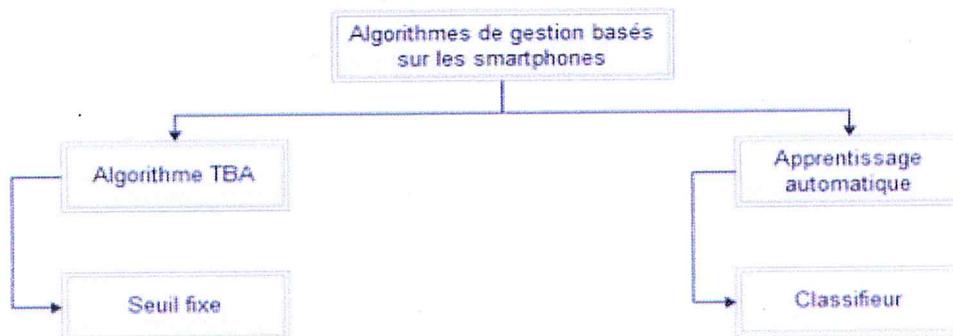


Figure 6 : Algorithmes de détection de chutes basées Smartphone

L'Algorithme Threshold-Based

L'avantage de cet algorithme est sa complexité légère ce qui engendre une puissance de calcul faible, et par conséquent une consommation d'énergie réduite et donc une durée de vie plus longue. L'Algorithme Threshold-Based (TBA) utilise deux types de seuils :

Seuil adaptatif :

Est seuil dynamique qui change de valeur dépendamment de son utilisateur en prenant compte de certaines données physiologiques telles que le poids et la taille [3].

Seuil fixe :

Comme son nom l'indique, ce seuil est inchangeable ; il est déduit des expériences expérimentale est valable pour toute utilisateur [4].

Les algorithmes basés sur les seuils utilisent l'amplitude du vecteur d'accélération comme entrée .cette valeur est calculée comme suit:

Équation 1 : Vecteur de grandeur du signal

$$\text{Vecteur de grandeur du signal} = \sqrt{|A_x|^2 + |A_y|^2 + |A_z|^2}$$

Où A_x , A_y et A_z représentent des signaux d'accéléromètre triaxiaux des axes x , y et z respectivement.

Si la valeur de l'amplitude du vecteur d'accélération pour un évènement particulier dépasse la valeur du seuil prédéfinie, l'algorithme TBA va l'identifier comme un évènement de chute, ce qui représente un inconvénient puisque cette démarche peut engendré des confusions entre les mouvements d'activité quotidienne et l'évènement chute. Ce qui rend l'utilisation des méthodes de classification une nécessité afin d'amélioré la robustesse des systèmes de chute.

Algorithme basée Machine Learning

La dernière étape de la méthode de détection de chute est la prise de décision finale, la pré-décision donnée par l'algorithme TBA peut classer l'évènement présent soit en classe « non chute » ou en classe « chute » ; dans ce dernier cas l'appel aux méthodes de classification plus complexe est obligatoire.

Des ouvrages entiers sont consacrés à ces méthodes [5] ; Nous ne présenterons ici que les principes généraux, suivis des bases de deux méthodes qu'on prévoie l'emploi de l'une d'elles, à savoir les "Support Vector Machine" (SVM) et les méthodes de plus proches voisins.

Classiquement, le processus de classification se déroule en deux phases principales : la phase d'apprentissage et la phase de décision. L'apprentissage permet, lorsqu'il est supervisé, c'est à dire à partir de la connaissance à priori de la classe des échantillons fournie par un

Chapitre II : Architecture globale de notre système

expert, de construire un modèle (ensemble de règles ou critères de décision). Ce modèle est ensuite utilisé par le classifieur pour fournir la décision concernant l'appartenance d'un échantillon inconnu, représenté par ses attributs, à l'une des classes prédéfinies. Parmi les méthodes les plus couramment utilisées comme systèmes de reconnaissances supervisé, on trouve les SVM, et le KNN ; notre choix de travail. Dans le cas où l'apprentissage était non supervisé, d'expert n'existe pas pour affecter une étiquette à chaque échantillon ce qui rend l'estimation de probabilité inapplicable du moment où aucune information concernant l'appartenance d'un objet à une classe n'est accessible. Le principe de ce type d'apprentissage est de découper l'espace de représentation des échantillons en parties homogènes dites clusters par le biais d'agrégations. La principale difficulté réside dans la détermination de ce critère d'homogénéité. Une des méthodes les plus couramment utilisées est l'algorithme des K-means [5].

a. l'algorithme de classification K plus proches voisins (k-PPV)

L'algorithme des k-voisins les plus proches («k-nearest neighbors» ou KNN) est une méthode d'apprentissage supervisé à base d'instances. Il ne comporte pas de phase d'entraînement en tant que telle. il consiste à déterminer pour chaque nouvel individu que l'on veut classer, la liste des plus proches voisins parmi les individus déjà classés. L'individu est affecté à la classe qui contient le plus d'individus parmi ces plus proches voisins. Cette méthode nécessite de choisir une distance .La distance usuellement employée par les classificateurs *K-nn* est la distance Euclidienne, mais il existe plusieurs types de distances :

La distance Euclidienne:

Elle calcule la racine carrée de la somme des différences carrées entre les coordonnées de deux points :

Équation 2 : La distance Euclidienne

$$d(x_i, x_j) = \sqrt{\sum_{k=1}^d (x_{ik} - x_{jk})^2}$$

La distance de Manhattan:

Elle calcule la somme des valeurs absolue des différences entre les coordonnées de deux points

Équation 3 : la distance de Manhattan

$$d(x, y) = \sum_{i=1}^n |x_i - y_i|$$

La distance de Minkowski:

Qui est une métrique de distance générale

Équation 4 : La distance de Minkowski

$$d(x, y) = \sqrt[q]{\sum_{i=1}^n |x_i - y_i|^q}$$

Exemple:

Afin de mieux comprendre le fonctionnement de l'algorithme *KNN*, nous allons l'illustrer avec un exemple où on a 3 classes et le but est de trouver la valeur de la classe de l'exemple inconnu x . On prend la distance Euclidienne et $k=5$ voisins. Des 5 plus proches voisins, 4 appartiennent à ω_1 et 1 appartient à ω_3 , donc x est affecté à ω_1 la classe majoritaire.

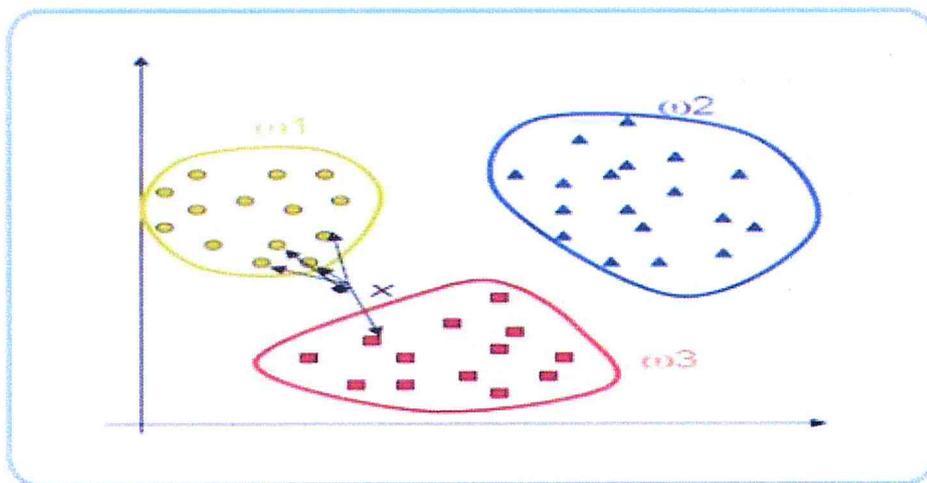


Figure 7 : Principe de KNN

b. l'algorithme de classification Séparateurs à Vaste Marge(SVM)

Les machines à vecteurs de support (Support Vector Machine, SVM) appelés aussi séparateurs à vaste marge sont des techniques d'apprentissage supervisées destinées à résoudre des problèmes de classification. L'émergence des SVMs a commencé autour des débuts des années 1990s, néanmoins d'autres travaux et recherches sur l'apprentissage machine par les mathématiciens russes Vladimir Vapnik et Alex Chervonenkis ont fortement contribué à leur apparition, notamment la 1ère description de l'implémentation d'un modèle proche à un SVM apparu dans la traduction en Anglais en 1982 de l'ouvrage de Vapnik «Estimation of Dependences Based on Empirical Data» (édité en 1er lieu en russe en 1979), que l'exploration de la notion d'hyper plan à marge maximale l'a précédé.[4]Le model initiale a marge maximale a connu des extensions importante en 1992 qui ont formé le model finale par l'utilisation de la Kernel trick d'Aizeman proposé par Boser,Guyon&Vapnik, présenté dans un article a la

Chapitre II : Architecture globale de notre système

conférence COLT 92, finalement les SVMs sous leur forme actuelle ont été introduits en 1995 par V.Vapnik & C.Cortes après l'introduction du «soft margin».[4] Les limites statistiques des SVMs sont apparues en 1998 par Barlett & Shawe-Taylor sur la généralisation des SVM à marge dure (hard margin), suivie en 2000 par une autre critique montrant les limites de la généralisation des algorithmes à marge souple (soft margin) par Shawe-Taylor et Cristianini[4]. Le succès de cette méthode est justifié par les solides bases théoriques qui la soutiennent. Elles permettent d'aborder des problèmes très divers dont la classification. SVM est une méthode particulièrement bien adaptée pour traiter des données de très haute dimension.

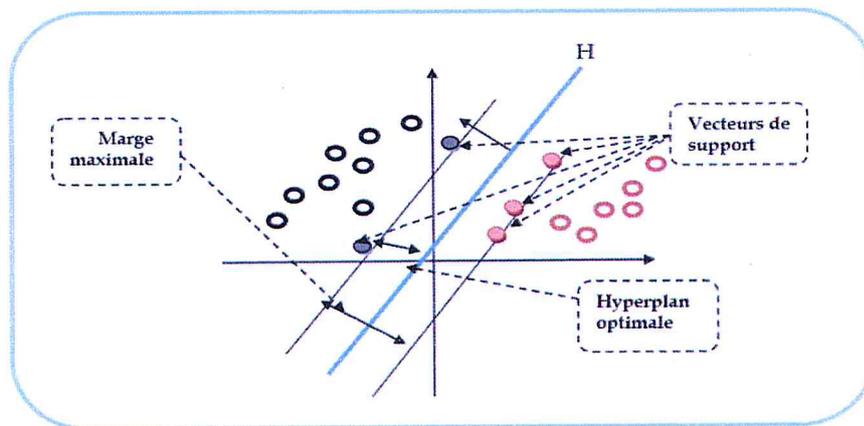


Figure 8 : Principe de SVM.

Cette technique est une méthode de classification à deux classes qui tente de séparer les exemples positifs des exemples négatifs dans l'ensemble des exemples. La méthode cherche alors l'hyperplan qui sépare les exemples positifs des exemples négatifs, en garantissant que la marge entre le plus proche des positifs et des négatifs soit maximale. Cela garantit une généralisation du principe car de nouveaux exemples pourront ne pas être trop similaires à ceux utilisés pour trouver l'hyperplan mais être situés d'un côté ou l'autre de la frontière. L'intérêt de cette méthode est la sélection de vecteurs supports qui représentent les vecteurs discriminant grâce auxquels est déterminé l'hyperplan. Les exemples utilisés lors de la recherche de l'hyperplan ne sont alors plus utiles et seuls ces vecteurs supports sont utilisés pour classer un nouveau cas, ce qui peut être considéré comme un avantage pour cette méthode.

Chapitre II : Architecture globale de notre système

Notre choix s'est fixé sur l'utilisation de KNN après avoir fait une petite étude comparative comme montré sur le tableau suivant :

	SVM	KNN
Les données Structurées	Matrices	Matrices
Complexité en temps	Primal $O(n * a^2 + a^3)$ Dual $O(n * a^2 + n^3)$	$O(n^2)$
Avantages	<ul style="list-style-type: none">• Les SVM possèdent des fondements mathématiques solides.• Les exemples de tests ont comparés juste avec les supports vecteur et non pas avec tous les exemples d'apprentissage. Décision rapide: La classification d'un nouvel exemple consiste à voir le signe de la fonction de décision $f(x)$.	<ul style="list-style-type: none">• Méthode facile à comprendre.• Apprentissage rapide et incrémental. adapté aux domaines où chaque classe est représentée par plusieurs prototypes et où les frontières sont irrégulières.
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none">• Classification binaire d'où la nécessité d'utiliser l'approche un-contre-un.• Grande quantité d'exemples en entrées implique un calcul matriciel important.• Temps de calcul élevé lors d'une régularisation des paramètres de la fonction noyau.	<ul style="list-style-type: none">• Prédiction lente.• Méthode gourmande en place mémoire sensible aux attributs non pertinents et corrélés. Particulièrement vulnérable au fléau de la dimensionnalité

Tableau 1 : Etude comparative KNN et SVM

4. Unité de communication

Selon les réponses du capteur de la première phase, la détection préliminaire ou la prédiction des événements de chute est effectuée par des algorithmes dans la deuxième phase. Chaque fois qu'une solution SP détecte ou prédit un événement de chute, elle communique avec l'utilisateur du système et / ou des fournisseurs de soins. La plupart des solutions de détection de chute réalisent cette phase de communication en deux étapes. Dans la première étape, le système tente d'obtenir des commentaires de l'utilisateur en vérifiant la décision préliminaire et en améliorant ainsi la sensibilité du système. La deuxième étape dépend de la réponse de l'utilisateur. Si l'utilisateur rejette activement la chute suspecté, le système redémarre. Sinon, une notification est envoyée aux aidants pour demander une assistance immédiate.

Chapitre II : Architecture globale de notre système

Pour la communication les technologies Bluetooth et Wireless Fidelity (Wifi) sont généralement utilisées mais il existe d'autres technologies comme le zigbee.

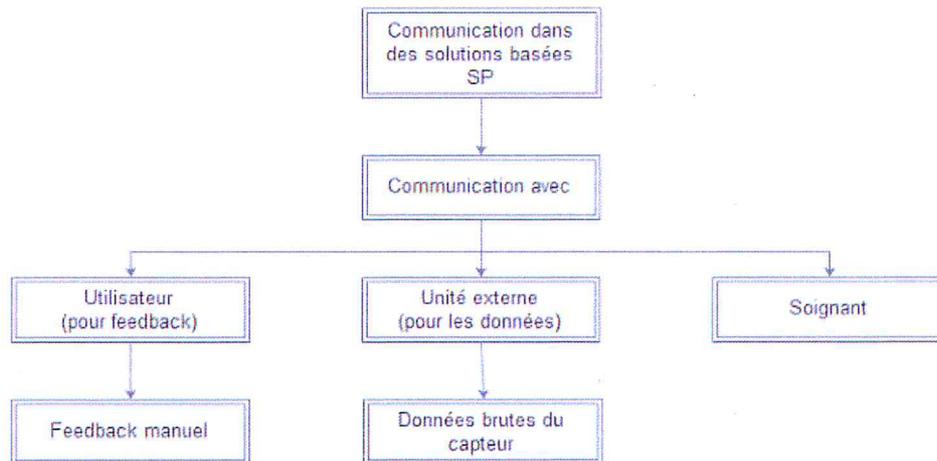


Figure 9 : Unité de communication du système de détection de chute.

Application Mobile

Après l'acquisition des données du Shimmer, ces derniers sont envoyées au Smartphone pour être traités (classifiés) pour déterminer une chute d'une activité de la vraie vie quotidienne, d'où nous avons développé une application mobile qui fera ce traitement.

Le traitement est fait sur un Smartphone et pas sur ordinateur pour que l'utilisateur puisse le porter à long terme ce qui n'est pas possible avec un ordinateur.

L'application mobile comporte trois principales parties, l'arrière plan, système de notification, et une interface graphique pour l'utilisateur.

L'arrière plan est dédié au traitement des données reçues et leur classification. Le système de notification comporte une alarme, le feedback, et une information de géo-localisation, ces derniers pour minimiser les dégâts d'une chute en alertant les secours le plus vite possible, et au cas de fausse alerte l'utilisateur peut toujours l'arrêter grâce au feedback. L'interface graphique peut offrir deux possibilités, la première est pour fournir une notification à l'utilisateur pour éviter d'envoyer une demande d'aide en cas de fausses alarmes et une géo-localisation, et la deuxième est pour la consultation et réglage des paramètres de l'application.

Le choix a été porté sur Android parce qu'il peut supporter un vrai multitâche et un traitement en arrière-plan alors que le iOS Apple est encore insuffisant pour la détection continue.

Chapitre II : Architecture globale de notre système

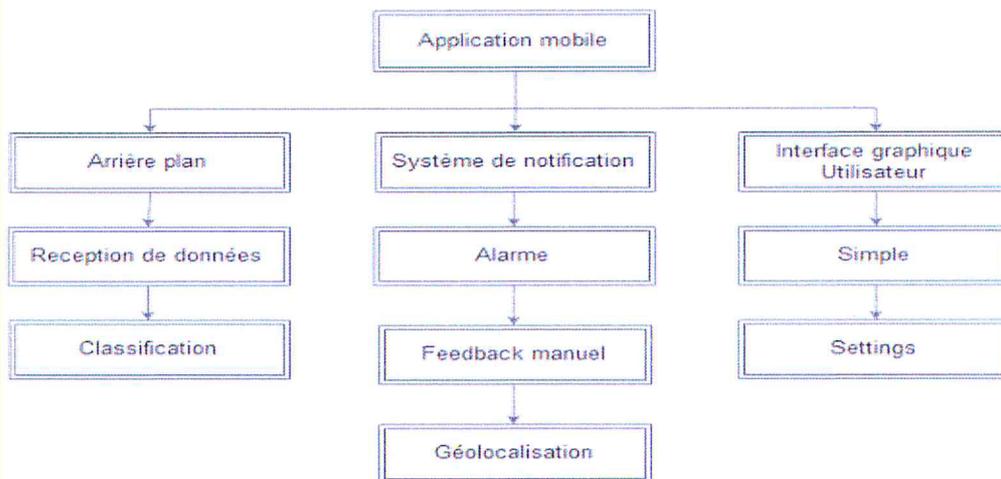


Figure 10 : Application Mobile

Site Web

L'objectif du site Web est de fournir un point d'accès pour les soignants (à domicile ou les secours prévenu), la famille ou les médecins de consulter les informations (les antécédent et/ou le dossier médical) des personnes âgées surveillés.

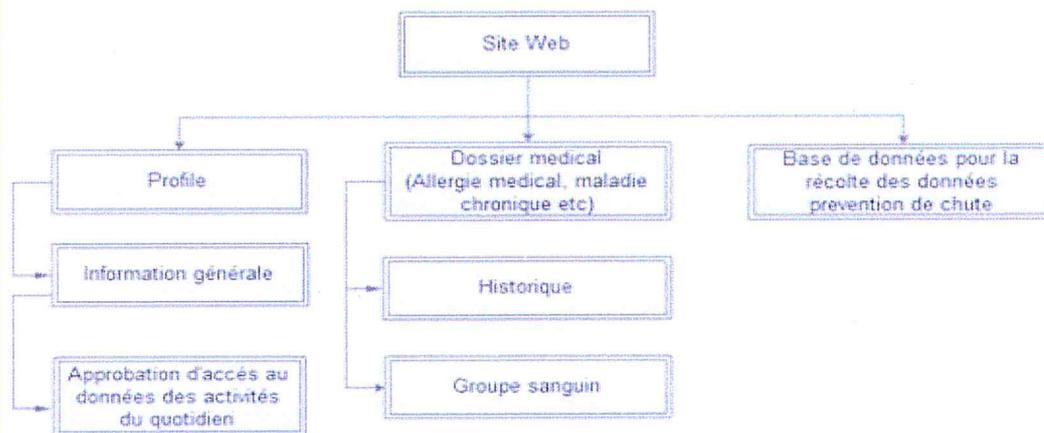


Figure 11 : Architecture du Site Web

Le site Web contiendra un profile de l'utilisateur avec les informations le concernant et une requête d'approbation d'accès au données des activités du quotidien, et aussi un dossier contenant l'historique des chutes ainsi que les informations médicales relatives à la santé du client, tels que son groupe sanguin. Pour finir une base de données pour la prévention de chute.

Conclusion:

Dans ce chapitre on a vu l'architecture générale de notre système avec tous ces détails. Dans notre projet on va s'intéresser plus précisément a la plate forme. SHIMMER Sensor et de ses capteurs qui sont l'accéléromètre, et au classifieur KNN notre modèle de classification.

Chapitre 3
Conception de notre système
« FallDetect »

Introduction

L'architecture générale du système de détection de chute étant établie ainsi que le rôle de chaque étage qui la constitue depuis l'unité de capture jusqu'au site web, dans ce chapitre nous allons nous concentrer sur le fonctionnement de chacun de ces étages en présentant les besoins fonctionnels et opérationnels à travers les diagrammes de cas d'utilisation, de classe et de séquence, mais nous allons donner une importance particulière au noyau du système qui est le classifieur et le déroulement de son algorithme.

1. Modèle de classification retenu

Afin de concevoir le modèle de classification dédié, les trois étapes citées ci-dessous étaient respectées:

- a. La collecte de données.
- b. Extraction des paramètres.
- c. Classification supervisée en utilisant l'algorithme K plus proche voisin.

Collecte des données

La particularité de notre système est qu'il est conçu de telle sorte de pouvoir extraire les données de deux sources différentes et ceci dans le but d'augmenter les possibilités d'utilisation et de couvrir plus de scénarios possibles.

Le capteur intégré dans le Smartphone à savoir l'accéléromètre représente notre première source de données tandis que la seconde est le capteur d'accélération intégré dans la plateforme commerciale SHIMMER.

Contrairement aux Smartphones la plateforme SHIMMER offre la possibilité de récolte de données depuis différentes positions du corps tel que la poitrine, le poignet, la taille ou la tête (voir Figure 12), elle se fait par envoi des données via le bluetooth.

Les recherches dans ce domaine ont montré que les résultats et les performances des mesures sont influencés par l'emplacement du capteur, la taille et la tête représentent les emplacements les plus adéquats afin de détecter une chute [1].



Figure 12 : Emplacement possible du SHIMMER sur le corps

Pour des fins de confort, la taille représente l'emplacement le plus approprié sachant que le premier intéressé à une telle application est une personne âgée, tandis que pour des fins scientifiques ; la mesure d'accélération est de plus en plus précise si le capteur est plus proche au centre de gravité du corps car sa sensibilité aux mouvements parasites devient négligeable ; dans ce cas aussi la taille est le choix le plus adéquat [27].

Extraction des paramètres

Les paramètres appropriés à la reconnaissance des mouvements sont extraits du signal d'accélération. Chaque mouvement de vie quotidienne produit un signal particulier, le choix et la sélection pertinente de ces paramètres est l'étape la plus importante afin d'obtenir un système robuste.

Dans le cas de la chute, plusieurs activités quotidiennes de vie telles que s'asseoir sur un canapé ou se coucher sur un lit peuvent être des signaux qui produisent des fausses détections ou des fausses alarmes à cause de la ressemblance de leur sortie avec celle du mouvement de la chute.

Stefano Abbate et al" [27] ont montré dans leur recherche expérimentale, en tenant compte de plusieurs scénarios de chute, que le capteur détecte un pic supérieur ou égal à 2g suivi d'une inactivité du sujet d'une période de 2s dans le cas d'une vraie chute.

On se basant sur ses résultats de recherche, notre processus de détection de chute était développé et établi.

Chapitre III: Conception de notre système « FallDetect »

Processus de détection de chute

Le processus de détection est exécuté sur le Smartphone, il peut être décrit comme une machine à états finis (illustrée sur la figure 13).

Initialement, la machine est à l'état d'échantillonnage et restera ainsi jusqu'à la détection d'un pic à seuil prédéfini (une grandeur d'accélération $\geq 2g$), ainsi le Timer sera activé et la machine demeurera à l'écoute pendant une durée d'1s ; la présence d'un autre pic dans ce laps de temps réinitialisera la machine ; par contre son absence équivalente à un état d'inactivité du sujet et synonyme d'éventuelle chute poussera la machine à programmer une autre période de test de durée de 1.5s durant laquelle la présence d'un pic va éviter au système les fausses alarmes et une puissance de calcul nécessaire qu'au cas de la non présence d'accélération significative. Dans ce cas de figure le test d'activité sera lancé dans le but de rendre le système plus robuste en lui évitant les confusions qui peuvent avoir lieu avec les activités de vie quotidienne qui ont presque la même réponse en terme d'accélération avec celle de la chute. Au cas de confirmation par logiciel de la chute, et grâce à une alarme le sujet aura 1s pour réagir et arrêter manuellement le processus d'alerte en cas d'une non chute sinon un SMS sera envoyé automatiquement à la personne déjà préinscrite dans le système.

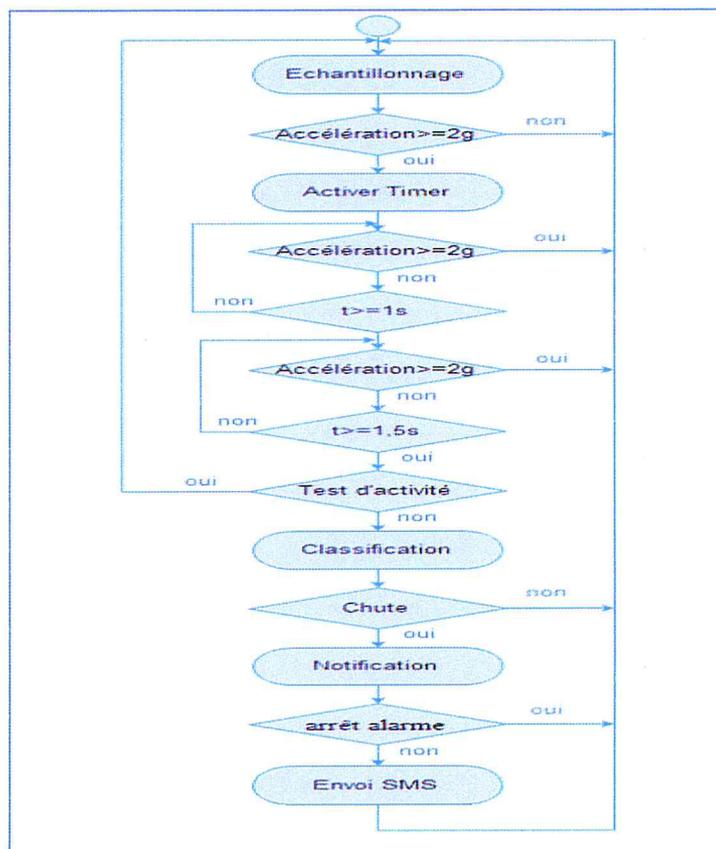


Figure 13 : Organigramme « Processus de détection »

Chapitre III: Conception de notre système « FallDetect »

Test d'activité

Comme mentionné précédemment la chute peut être confondue avec plusieurs autres mouvements de vie quotidienne, d'après l'étude expérimentale faite dans [1] les classes «S'asseoir, coucher, sauter, courir, marcher et toucher brusquement le capteur» sont celle qui engendre plus de fausses alarmes. Afin de confirmer ces résultats et de tirer les principaux caractéristiques de chaque événement de chaque classe, nous avons entamés une séries de mesure à l'aide de la plateforme Shimmer (figure 14).



Figure 14 : Quelques mouvements d'activité de vie quotidienne

➤ S'Assoir / Coucher :

Au cas de fatigue ou en raison d'une force musculaire non contrôlée, S'asseoir ou s'allonger sur des surfaces souples ou dures peut générer un événement similaire à celui d'une chute. En effet, l'énergie cinétique relativement élevée que procède le corps humain est parfois source de pics d'accélération responsable à ce genre de confusion. Cependant on analysant le signal issu de l'activité s'asseoir ou de se coucher, en remarque qu'après l'apparition du pic d'accélération équivalent au premier contact du sujet avec la surface, plusieurs oscillations s'en suivent, ces dernières sont le produit de la dissipation de l'énergie d'une manière soit lente dans le cas d'une surface à contacte souple ; soit rapide dans le cas d'une surface à contacte dure (voir figure 15 et figure 16).

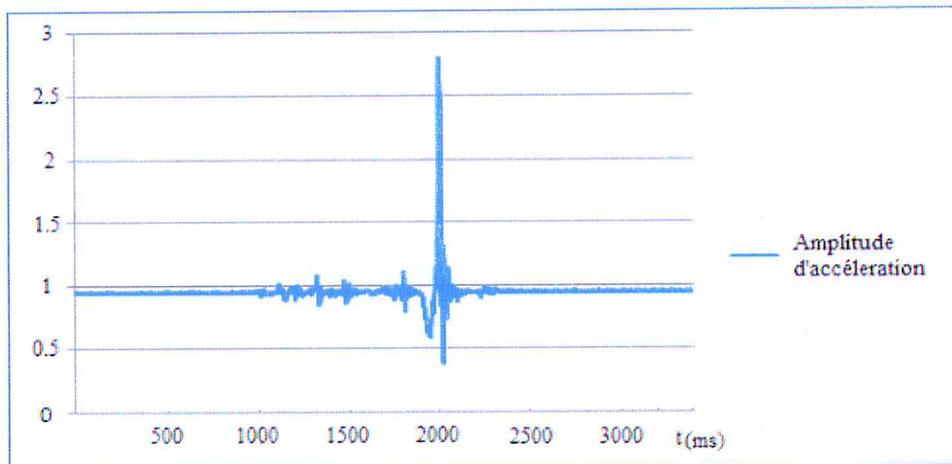


Figure 15 : Graphe d'amplitude d'activité « s'asseoir sur une surface dure »

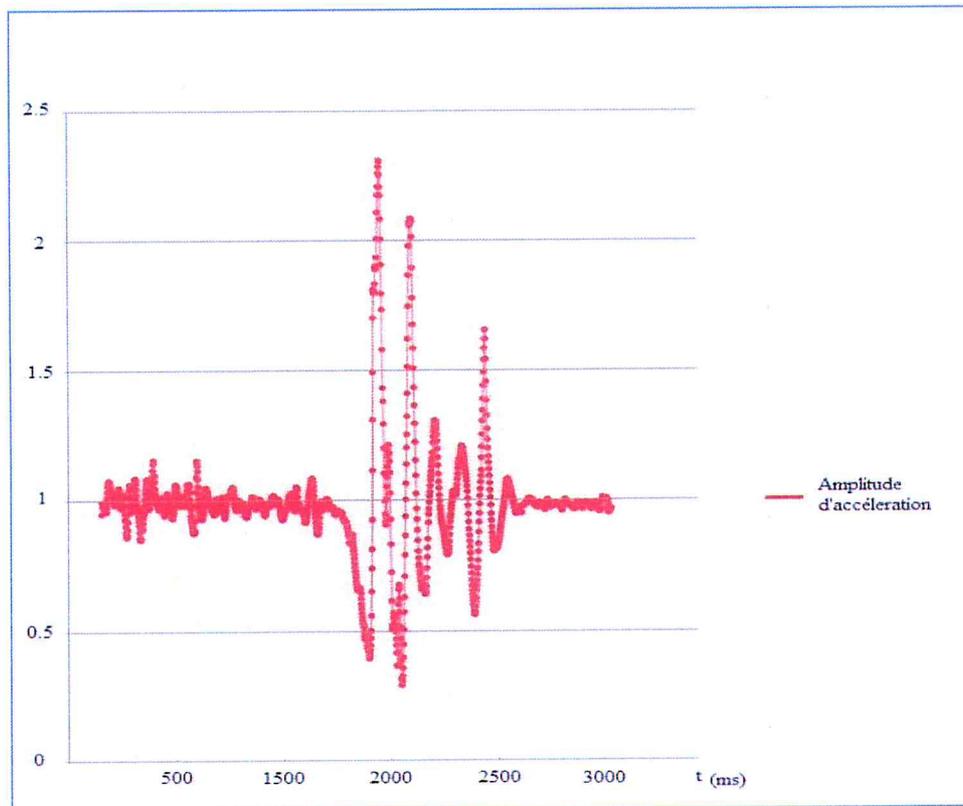


Figure 16 : Graphe d'amplitude d'activité « s'asseoir sur une surface souple »

Chapitre III: Conception de notre système « FallDetect »

> Sauter / Courir / Marcher:

La marche (figure 17) est un mouvement caractérisé par sa périodicité et son rythme élevé, la fausse alarme ne peut avoir lieu que lors d'un arrêt brusque du sujet.

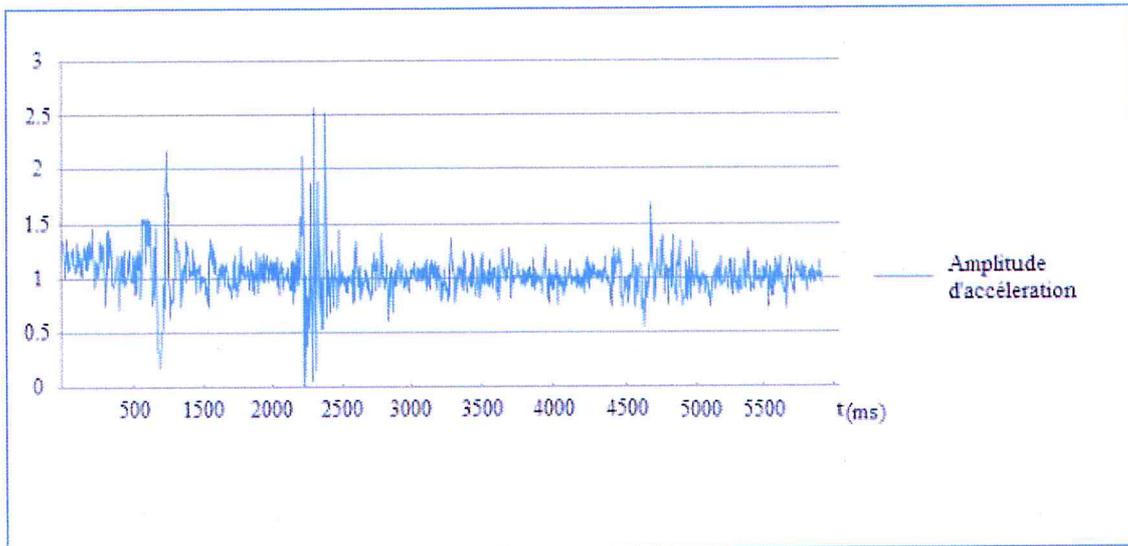


Figure 17 : Graphe d'amplitude d'activité de « Marche »

Afin de réaliser un saut, le sujet doit au premier lieu faire un élan afin de gagner une certaine vitesse lui permettant d'avoir la bonne poussée pour atteindre la hauteur souhaitée. Cette première phase est caractérisée dans le modèle d'accélération par des pics inférieurs à 2G, la deuxième phase du saut est la phase de chute libre qui correspond à une période relativement longue pendant laquelle l'amplitude d'accélération est proche de 0g, durant la phase d'atterrissage un pic ou deux pics chevauchés « selon la nature d'atterrissage, atterrissage sur les deux pieds au même temps ou l'un après l'autre » sont enregistrés sur le graphe d'accélération suivie par une phase de stabilisation rapide à 1g (voir figure 18).

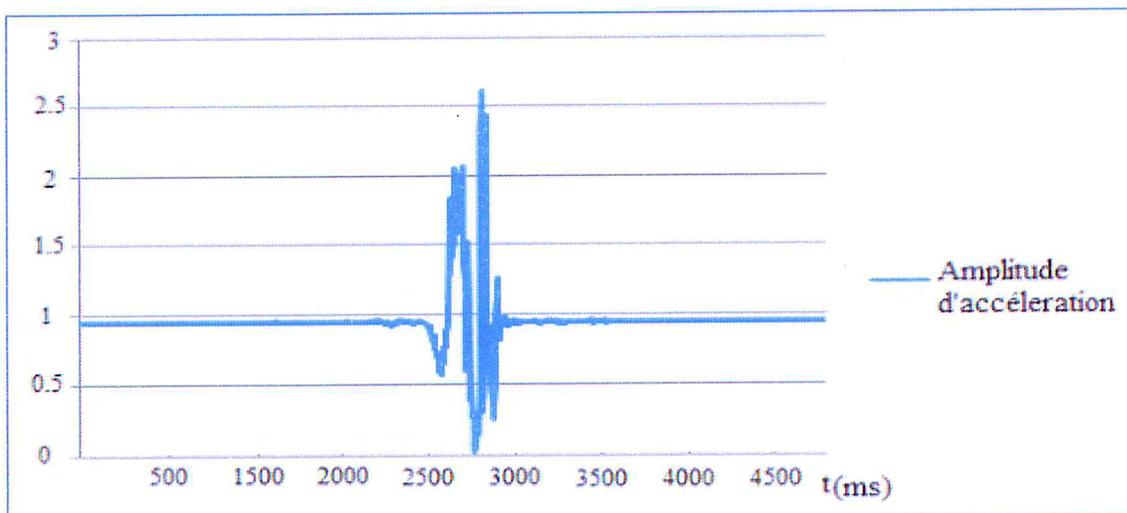


Figure 18 : Graphe d'amplitude d'activité du « saut »

Chapitre III: Conception de notre système « FallDetect »

Le mouvement de courir est considéré comme une séquence de petits sauts où les phases de chute libre sont plus courtes, et les pics d'atterrissage sont souvent constitués de deux sous-sommets superposés, du fait que le pied dès l'atterrissage commence un nouveau saut.

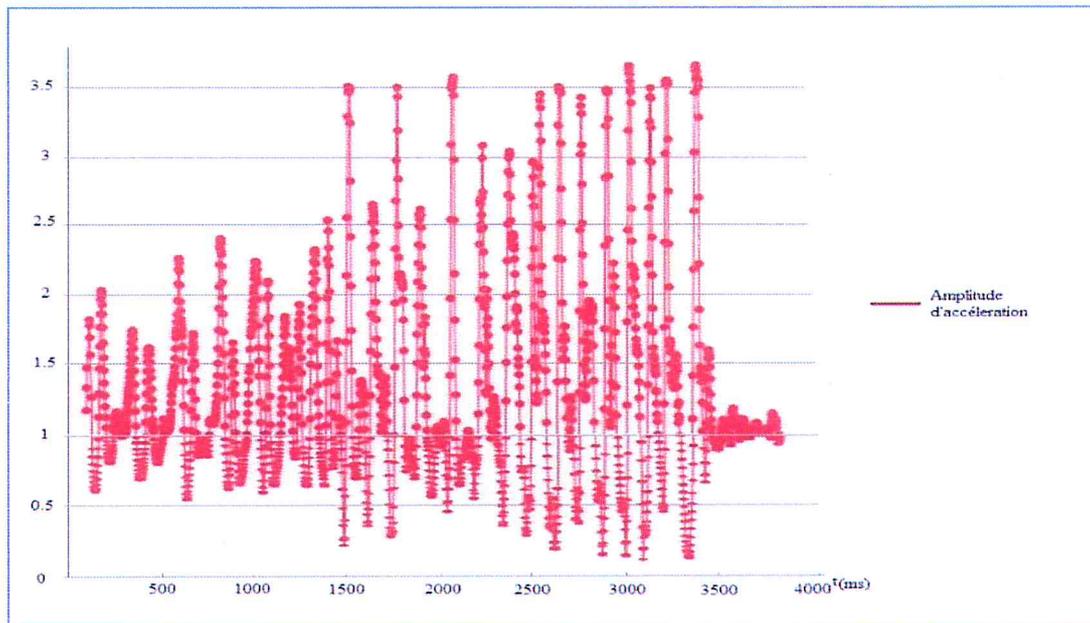


Figure 19 : Graphe d'amplitude d'activité de « Courir »

➤ Toucher brusquement le capteur

Toucher le capteur involontairement avec une main ou avec un objet, tel qu'un sac, peut produire un ou plusieurs pics d'accélération élevés, comme illustré dans la figure 20. Ces événements se sont révélés très fréquents pendant une journée typique et peuvent conduire à un grand nombre de fausses alarmes.

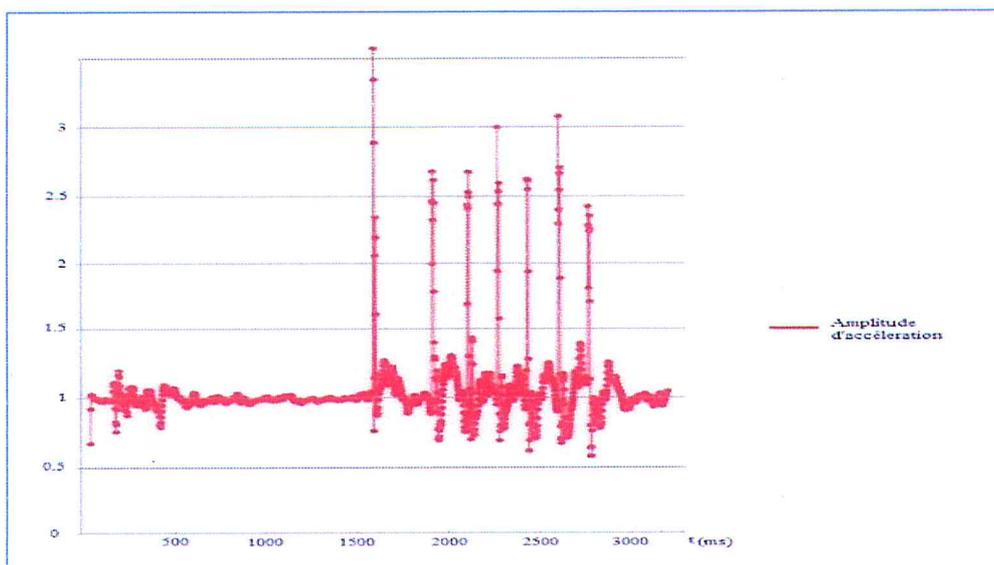


Figure 20 : Graphe d'amplitude d'activité « toucher involontairement le capteur »

Chapitre III: Conception de notre système « FallDetect »

L'analyse temporelle des signaux d'accélération des différents mouvements cités précédemment peut réduire d'une manière considérable le nombre de fausses alarmes en tirant la particularité de chacun d'eux par rapport au signal de la chute.

➤ Le mouvement de chute

Les différents scénarios de chutes ont été considérés: en marchant, depuis un lit, en atterrissant dans une position inclinée, sur les genoux, etc. Les similitudes de tous ces cas de figures est l'impact violent sur une surface dure, où au minimum deux pics d'accélération de valeurs plus grande que 2g sont enregistrés.

La chute depuis un lit par exemple est un cas fréquemment rencontré chez les personnes âgées, la réponse temporelle de son signal d'accélération est caractérisée par une grandeur proche de 0g durant la phase de chute libre produite avant le premier impact avec le sol ou impact principal représenté par un pic élevé suivi par d'autres plus petits dû au rebondissement de la taille.

Il convient de noter que, lors d'une chute simulée, le volontaire est conscient de l'impact imminent et a donc tendance à le contrôler.

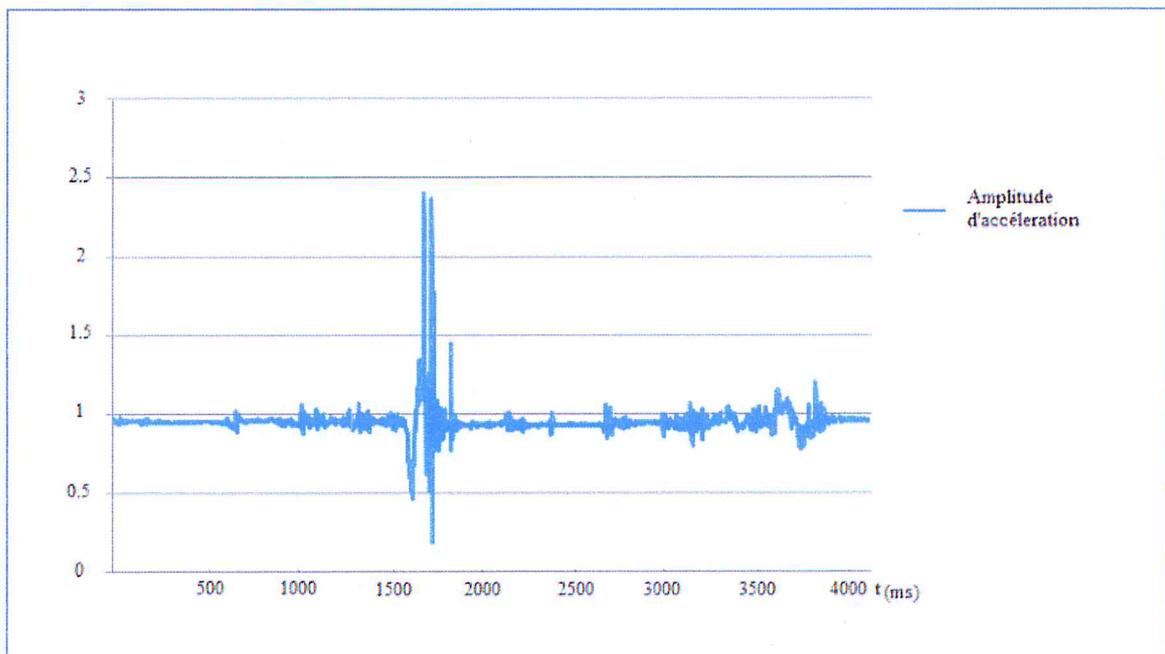


Figure 21 : Graphe d'amplitude d'activité « Mouvement d'une chute lourde »

Choix des paramètres pertinents

L'analyse temporelle des réponses en accélération des différents mouvements quotidiens faite précédemment nous a permis de définir les paramètres les plus pertinentes permettant la distinction entre ces différentes classes et la classe chute.

Chapitre III: Conception de notre système « FallDetect »

Pour cela il était important au premier lieu de définir des instants distinctifs caractérisant l'évènement de type chute.

- Pic Instant ou Peak Time : est l'instant où le corps du sujet atteint une surface solide brutalement ; traduit en termes d'accélération par l'apparition d'un seul pic dépassant un seuil de 2g durant au moins 2500 ms de l'incident.
- Fin de l'Impact ou End Impact : est l'instant du dernier impact significatif avec le sol équivalent à une valeur d'accélération supérieur à 1.5 g trouvée dans l'intervalle [Pic Instant, Pic Instant +1000] ms.
- Début d'Impact ou Start Impact : est l'instant qui suit la phase de chute libre où l'accélération bascule de 1g à une valeur supérieur à 1.5g précédée d'au moins un échantillon inférieur à 0,8 g. cette valeur est recherchée dans l'intervalle [Fin d'Impact-1200, Pic Instant] ms.

Il convient de noter que les valeurs d'accélération et les intervalles de recherche d'informations significatifs étaient tirés par les travaux de [27] et confirmé par nos propre expérience.

Cinq paramètres ou features sont été pris en considérations :

➤ **Variation d'Amplitude d'Accélération Moyenne VAAM**

Le calcul de la variation d'amplitude moyenne d'accélération équation (5) va nous permettre de distinguer la classe chute de celle de s'asseoir/coucher.

Équation 5 : VAAM

$$VAAM = \sum_{i: temps(a_i) \in fen} \frac{|a_{i+1} - a_i|}{\#\{i: temps(a_i) \in fen\}}$$

- **fen**: est un intervalle d'observation centré au milieu entre le début d'impact et la fin de l'impact.
- **ai** : sont les échantillons de la grandeur d'accélération observée.

Expérimentalement parlant et on configurant fen à 1000ms ; les valeurs moyennes de VAAM étaient de l'ordre de 0.52g pour la classe chute et de 0.32g pour la classe s'asseoir/coucher.

Il faut noter que dans le cas d'une chute, le calcul de VAAM dans l'intervalle[1000; 2500] ms après « Pic Instant » est un moyen d'éviter plein de fausses alarme puisque durant

Chapitre III: Conception de notre système « FallDetect »

cette intervalle et uniquement dans le cas d'une chute le sujet se retrouve dans un cas d'inactivité avec une valeur moyenne de VAAM égale à 0.05g.

➤ **Indice de Durée de l'Impact IDI**

La durée de l'impact est la différence entre le début et la fin de l'impact, cette information est très utile afin de séparer les activités qui ont une durée d'impact inférieur à celle de la chute comme le cas d'un brusque geste envers le capteur (classe toucher brusquement le capteur) ; Au moyen l'IDI d'une chute est de l'ordre de 780ms.

➤ **Indice du Pic Maximal IPM**

Comme son nom l'indique L'IPM est la valeur maximal d'amplitude d'accélération trouvée dans l'intervalle [début d'impact, fin d'impact]

Les valeurs moyennes d'IPM sont de l'ordre de 5,8g pour la classe chute, de 3,9g pour la classe couché / assis, et de 4,2g pour la classe sauter / courir / marcher.

➤ **Indice de la Valeur Minimale IVM**

Est la plus petite valeur d'accélération trouvée dans l'intervalle [début d'impact - 500 ms, fin d'impact]. Ce paramètre permet la séparation de la classe chute caractérisé par une valeur moyenne d'IVM de l'ordre de 0.24 de la classe toucher brusquement le capteur d'une valeur moyenne de IVM de 0.9g.

➤ **Indice de la Durée de Pic IDP**

Un pic dans une courbe est représenté dans le cas idéal par un sommet correspond à la valeur maximal mais aussi par sa largeur calculée d'après son fond.

IDP est la largeur du Pic, calculé dans notre cas par l'extraction des deux extrémités du fond du Pic définis comme suit :

- 1^{er} extrémité du Pic : est l'instant de la dernière grandeur d'accélération inférieur à 1.8g survenu avant « Pic Instant ».
- 2^{eme} extrémité du Pic : est l'instant de la première grandeur d'accélération inférieur à 1.8g survenu après « Pic Instant ».

L'IDP d'une chute est de l'ordre de 80ms tandis que celui de la classe s'asseoir/coucher est de l'ordre de 120ms.

Chapitre III: Conception de notre système « FallDetect »

Classification supervisé en utilisant l'algorithme K plus proche voisin :

Parmi tous les classifieurs disponible notre choix s'est fixé sur l'utilisation du KNN pour non seulement son simplicité mais aussi sur le faite qu'il nécessite une puissance de calcul réduite.

Principe du fonctionnement du classifieur KNN :

Le principe de cet algorithme de classification est très simple, trois entrées doivent être lui fournisse :

- un ensemble de données d'apprentissage D.
- une fonction de distance d.
- un entier K

Pour tout nouveau point de test X, pour lequel une décision doit être prise, l'algorithme recherche dans l'ensemble de données d'apprentissage D les K points les plus proches de X en termes de distance d, puis attribue X à la classe dont son apparition est la plus fréquente parmi ces K voisins.

Soit $D = \{(x', c), c \in C\}$ l'ensemble d'apprentissage.

Soit x l'exemple dont on souhaite déterminer la classe.

Début

pour chaque $(x', c) \in D$ **faire**

Calculer la distance $dist(x, x')$

fin

pour chaque $\{x' \in kppv(x)\}$ **faire**

compter le nombre d'occurrence de chaque classe

fin

Attribuer à x la classe la plus fréquente;

fin

Dans notre travail on a opté pour l'utilisation de la distance euclidienne. Soient deux données représentées par deux vecteurs x_i et x_j .

Le choix de la valeur K dépend de l'application pour :

K=1 : cas des frontières de classes très complexes

- très sensible aux fluctuations des données (variance élevée).
- risque de sur-ajustement.
- résiste mal aux données bruitées.

$K=n$: cas des frontières rigides

- moins sensible au bruit.
- plus la valeur de k est grande plus le résultat d'affectation est bien réalisée.

3. La description des besoins fonctionnels et opérationnels du système

L'objectif de notre travail est la création d'une application mobile, capable de détecter les chutes en répondant à toutes les exigences des utilisateurs. De ce fait et en vue d'atteindre cet objectif, il est essentiel de tracer d'une manière claire les différentes fonctionnalités attendues. Nous présentons dans ce qui suit l'ensemble des besoins fonctionnels et non fonctionnels que notre application doit assurer et les différents cas d'utilisation.

3.1 Description de base

Ce projet consiste à réaliser un système de détection de chute via un capteur inertiel fonctionnant autour d'une application mobile et d'un site web.

a. Le site web

Le site web permettra de fournir un point d'accès pour que les patients et/ou leurs familles puissent consulter les informations (les antécédents et/ou le dossier médical).

Dans notre cas la base de données a été créée uniquement pour sauvegarder les données acquises en vue d'utilisation future et pour garder une traçabilité.

b. L'application mobile

Le rôle de l'application mobile est résumé dans les points suivant :

- La détection de chute en temps réel en utilisant le classifieur KNN.
- Les notifications en cas de détection de chute.
- L'envoi des SMS aux aides médicaux.
- L'envoi un rapport de la dernière chute à la base de données de site.

Spécification des besoins

L'application envisagée doit satisfaire les besoins fonctionnels qui seront exécutés par les composants du système à savoir le site web et application mobile ainsi que les besoins non fonctionnels permettant de rendre la qualité logicielle du système plus performante.

a. Les besoins fonctionnels :

Les besoins fonctionnels ou besoins métiers représentent les actions que le système doit exécuter, leur non satisfaction rendra le système défaillant.

Les principaux besoins fonctionnels de notre système sont :

1. La collecte continue de données ; le système doit rester tout le temps à l'écoute.
2. Le traitement des données reçus.
3. Le déclenchement d'alarme en cas de chute
4. L'envoi des SMS aux aides médicale si l'alarme n'est pas suspendue.

b. Les besoins non fonctionnels :

Ce sont des exigences qui ne concernent pas principalement le fonctionnement du système mais plutôt l'identification des contraintes internes et externes de ce dernier.

Les principaux besoins non fonctionnels de notre application sont résumés dans deux points à savoir :

- La clarté du code pour des fins d'amélioration et de mise à jour future.
- Convivialité et la simplicité de l'interface de l'application vue qu'elle est destinée à des personnes âgées.

Description globale du système de détection

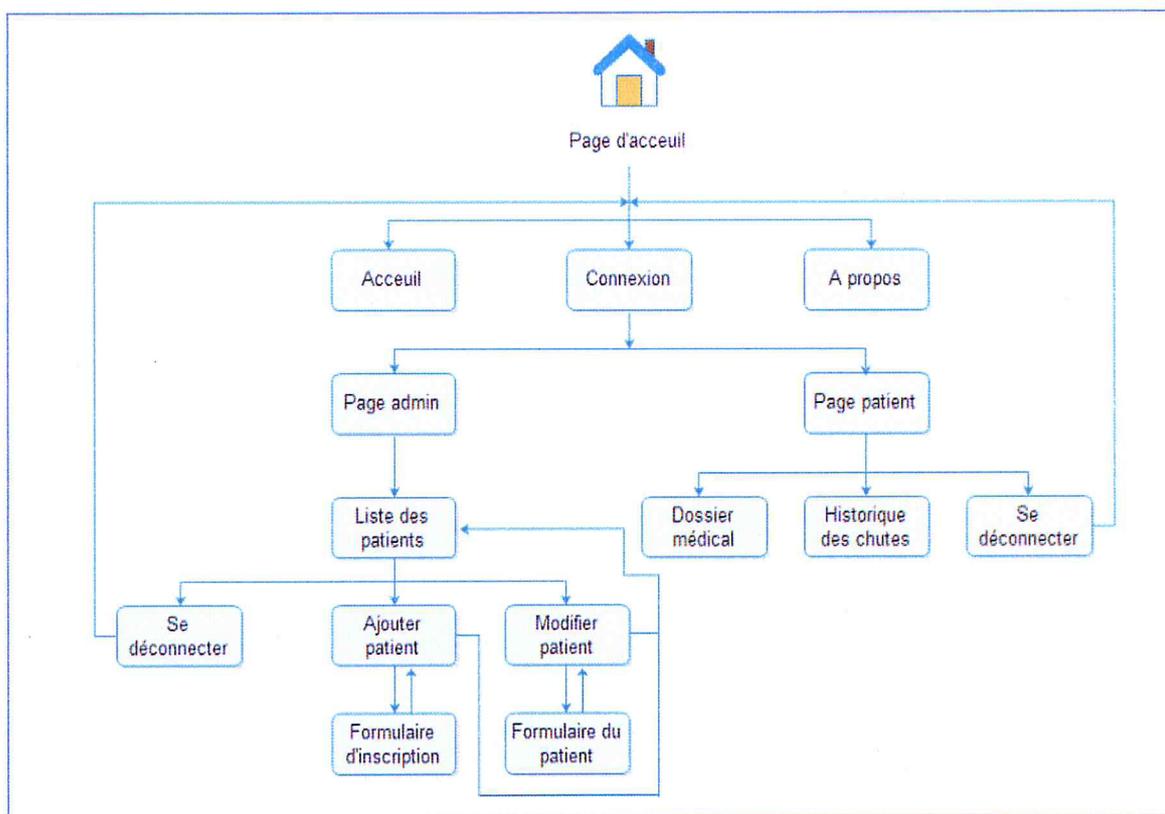


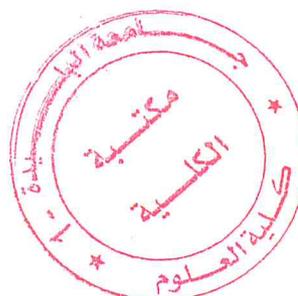
Figure 22 : Description globale du Site web

La page d'accueil est une vitrine accessible au grand public, le visiteur aura un accès aux informations générales du système ainsi que son principe de fonctionnement et dans un future ; des vidéos d'utilisation réelle.

Les inscriptions, la gestion du site web, la gestion d'erreurs et les mises à jour des bases de données sont des droits réservés aux administrateurs.

Après l'inscription, le patient ainsi que sa famille auront accès à sa page personnel, ils peuvent consultés à tout moment son dossier et/ou son historique de chutes.

Chaque chute enregistrée dans l'historique du patient est inscrite avec le type de la chute, la date et l'heure de sa production, ces informations et le dossier médical du patient seront à la porter des médecins traitante cas de nécessité.



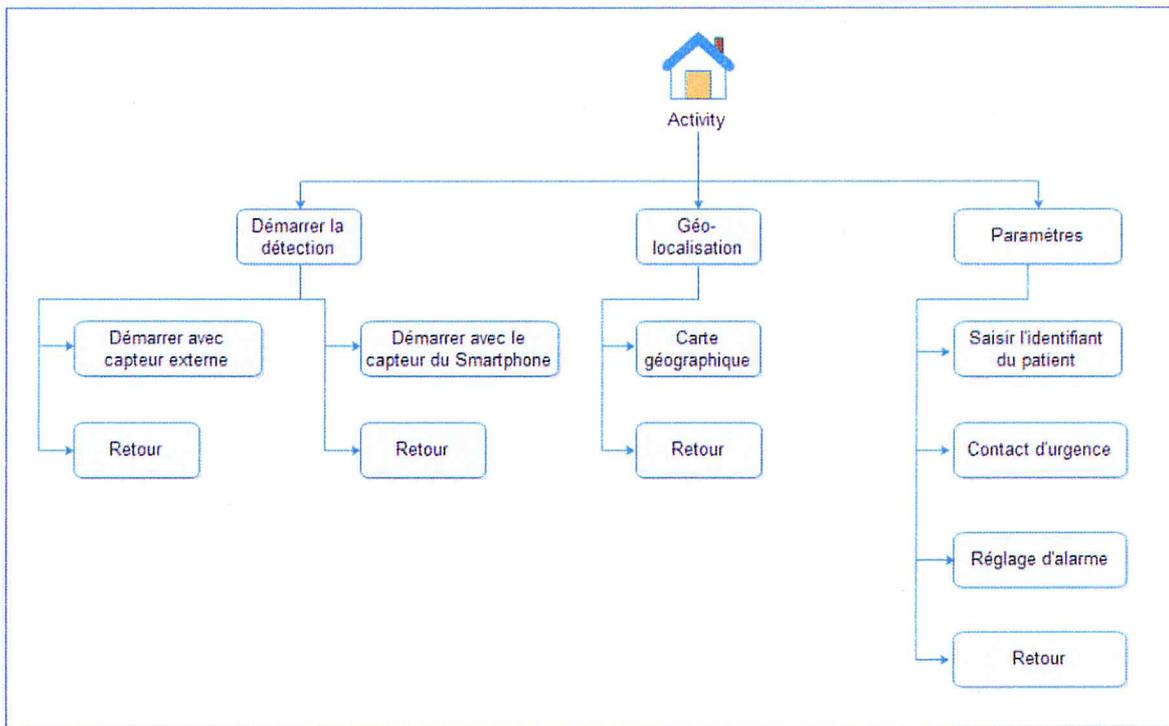


Figure 23 : Description globale de l'application mobile

L'administrateur aura aussi le rôle d'installer l'application Android sur le Smartphone du patient, l'inscrire et lui régler tous les paramètres nécessaires pour son bon déroulement.

L'utilisateur aura le choix entre l'utilisation du capteur intégré dans le Smartphone ou celui de la plateforme Shimmer sa géo localisation est aussi une option préférable.

Tout traitement de données sera fait en background, même si le patient ferme l'application cela n'affecte pas le traitement. Et au cas où le Smartphone s'éteint, il suffira au patient de 'cliquer' sur démarrer et l'application reprendra de nouveau, il ne risque en aucun cas d'endommager les paramètres déjà enregistrer, ni aune perte de données.

4 Identification des acteurs du système

Un acteur représente un rôle joué par une personne qui interagit avec le système. Par définition, les acteurs sont à l'extérieur du système et se recrutent parmi les utilisateurs du système et aussi parmi les responsables de sa configuration et de sa maintenance. Dans notre cas les acteurs potentiels interagissant avec le système sont :

Acteurs	Besoins
Administrateur	<ul style="list-style-type: none">• Gestion des accès• Gestion des patients (ajout et/ou modification)
Patient	<ul style="list-style-type: none">• Consulter son dossier médical.• Consulter l'historique de la chute.

Tableau 2 : Les acteurs qui interagissent avec le Site web

Acteurs	Besoins
Administrateur	<ul style="list-style-type: none">• Réglage des paramètres de l'application.• Lancer l'application mobile.
Patient	<ul style="list-style-type: none">• Stopper l'alarme si une fausse chute est détectée.

Tableau 3 : Les acteurs qui interagissent avec l'application mobile

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons entamé la réalisation de l'étude conceptuelle de la solution proposée tout en respectant les exigences imposées dès le départ. Notre système est capable d'acquiescer les données d'accélération depuis la plateforme Shimmer et d'éviter les fausses alarmes dû au événement semblable à une chute grâce à la méthode de classification choisie ainsi que les paramètres pertinents extraient de l'information initial.

Les besoins fonctionnels et non fonctionnels de l'application Android et du site web étaient aussi décrits.

Dans le chapitre suivant il sera question d'exposer les résultats et l'évaluation générale du système proposé.

Chapitre 4

« Mise en place, tests et validation »

Introduction

Après avoir achevé l'étape de conception de l'application mobile et du site web, nous entamerons dans ce chapitre la partie réalisation et implémentation dans laquelle nous présenterons l'environnement de développement qui nous a permis de concevoir notre application et le site web ainsi que les outils nécessaires à la réalisation de notre système, tout en évoquant ses différentes interfaces qui assisteront les utilisateurs dans leur quotidien.

1. Outils de développement

Plusieurs outils de développement ont été utilisés afin d'aboutir à l'objectif final de ce mémoire ; pour le développement de l'application Mobile nous avons utilisé Android studio tandis que pour monter le site web, PhpMyAdmin et l'éditeur dreamweaver étaient retenus.

Application mobile

Les outils de développement Android

Les différents outils de développement Android sont :

- **Le SDK Android**

Le Kit de développement logiciel Android (Android SDK) contient les outils nécessaires pour créer, compiler et déployer les applications Android. La plupart de ces outils sont en ligne de commande.

- **Le débogueur «ADB»**

Le SDK Android contient un débogueur appelé «Android debug bridge» ou aussi «adb», qui permet de connecter un appareil Android virtuel ou réel, dans le but de gérer le périphérique ou de déboguer votre application.

- **Les IDE «Android Developer Tools» et «Android Studio»**

Google propose deux environnements de développement intégrés (IDE) pour développer de nouvelles applications.

a) Eclipse

Les outils de développement Android sont basés sur l'IDE Eclipse. ADT est un ensemble de composants (plug-ins), qui étendent l'IDE Eclipse avec des capacités de développement Android.

b) Android Studio

Google propose également cet IDE appelé pour la création d'applications Android quel que soit le terminal sous-jacent (Smartphone, tablette, montre, TV...) et qui est basé sur l'IDE IntelliJ.

	Eclipse	Android studio
Facilité d'installation	Moyen	Simple
Langue	Nombreuse	Anglais
Performance	Peut être lourd	Rapide
Système de Built	Ant	Gradle
Génération de variante et de multiple APK	Non	Oui
Android Code completion et refactoring	Base	Avancé
Editeur d'interface Graphique	Oui	Oui
Signature d'APK et gestion de Keystore	Oui	Oui
Support NDK	Oui	A venir

Tableau 4 : Tableau comparatif entre Eclipse et Android Studio

Notre choix s'est porté sur Android studio pour les raisons suivantes:

- Android Studio permet d'avoir un IDE totalement dédié aux développements Android, par rapport aux autres environnements de développements JAVA tels qu'IntelliJ IDE ou Eclipse, Android Studio permet d'éviter la surcharge de l'IDE et les erreurs de compatibilités.
- Android Studio procède aussi une interface intuitive et simple à utiliser.
- Durant son téléchargement, il est inutile de chercher l'IDE et le SDK Android puisque il les intègre dans seul package.

Site Web :

PhpMyAdmin :

Nous avons choisi comme outil pour notre site web phpMyAdmin (PMA) qui est une application Web de gestion pour les systèmes de gestion de base de données MySQL réalisée en PHP et distribuée sous licence GNU GPL. Cette interface pratique permet d'exécuter, très facilement et sans grandes connaissances en bases de données, des requêtes comme les créations de table de données, insertions, mises à jour, suppressions et modifications de structure de la base de données, ainsi que l'attribution et la révocation de droits et l'import/export. Ce système permet de sauvegarder commodément une base de données sous l'extension de fichier « .sql » et d'y transférer ses données, même sans connaître SQL.

Intérêt :

Dans le cadre de notre projet, nous avons choisis « *phpMyAdmin* » pour stocker et gérer les données de notre application et du site web. Dans cette base on distinguera toutes tables et les requêtes nécessaires pour l'exécution de l'application.

Dreamweaver :

Dreamweaver est un éditeur de site web pour Microsoft Windows, et Mac OS X. Il offre la possibilité de concevoir des feuilles de style et les liaisons avec des bases de données ont également été améliorées, il propose en outre l'utilisation de modèles imbriqués de pages web, selon un format propriétaire. Il peut être utilisé avec des langages web dynamiques (ASP, PHP) à l'aide d'outils relativement simples d'utilisation. Il permet ainsi de développer des applications dynamiques sans connaissance préalable des langages de programmation.

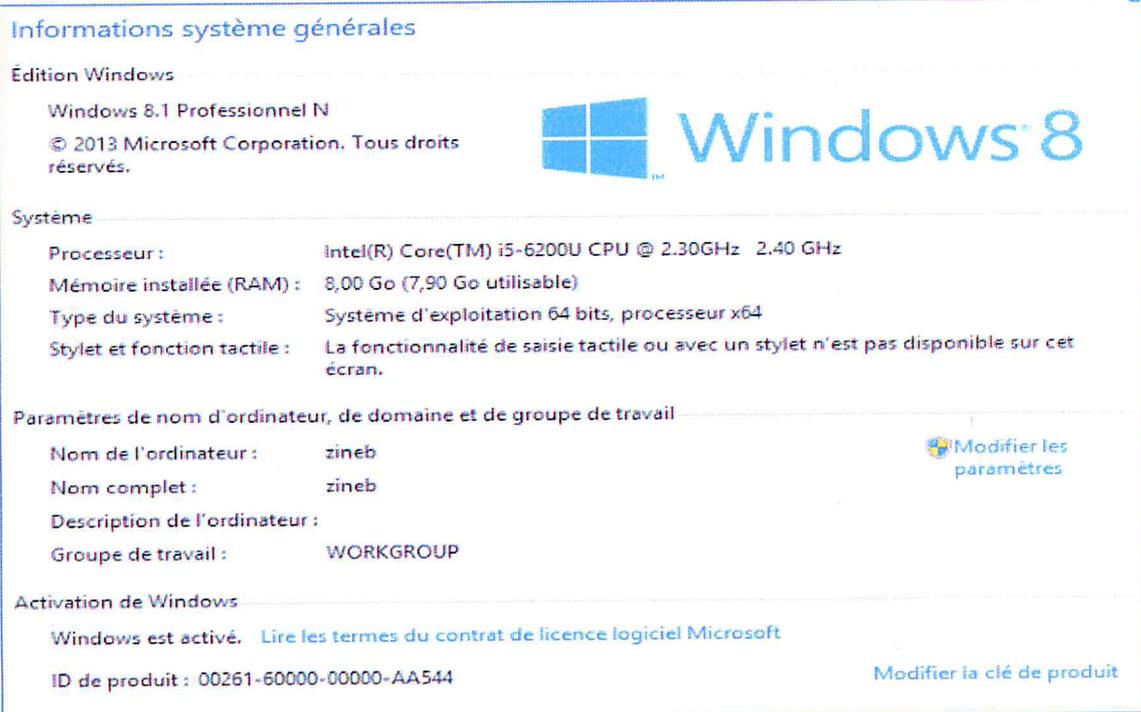
Intérêt :

Il offre une interface simple d'utilisation, l'utilisateur peut afficher et de modifier directement le code qui compose la page. On peut passer très facilement d'un mode d'affichage à l'autre, ou opter pour un affichage mixte. Cette dernière option est particulièrement intéressante

2. Outils de travail

Ce projet a été fait par un binôme, n'ayant pas le même modèle d'ordinateur, nous avons élaboré cette application avec deux systèmes et ressources différents :

Ordinateur 1



The screenshot shows the 'Informations système générales' window in Windows 8.1. It displays the following information:

- Édition Windows:** Windows 8.1 Professionnel N, © 2013 Microsoft Corporation. Tous droits réservés.
- Processeur:** Intel(R) Core(TM) i5-6200U CPU @ 2.30GHz 2.40 GHz
- Mémoire installée (RAM):** 8,00 Go (7,90 Go utilisable)
- Type du système:** Système d'exploitation 64 bits, processeur x64
- Stylet et fonction tactile:** La fonctionnalité de saisie tactile ou avec un stylet n'est pas disponible sur cet écran.
- Paramètres de nom d'ordinateur, de domaine et de groupe de travail:**
 - Nom de l'ordinateur: zineb
 - Nom complet: zineb
 - Description de l'ordinateur:
 - Groupe de travail: WORKGROUP
- Activation de Windows:** Windows est activé. Lire les termes du contrat de licence logiciel Microsoft. ID de produit: 00261-60000-00000-AA544.

Figure 24 : Information du système de l'ordinateur 1

Ordinateur 2:

The screenshot shows the Windows System Information window for 'Ordinateur 2'. It is divided into several sections:

- Informations système générales**
 - Édition Windows**: Windows 7 Édition Intégrale. Copyright © 2009 Microsoft Corporation. Tous droits réservés. (Accompanied by the Windows logo)
- Système**
 - Fabricant**: Acer (Accompanied by the Acer logo)
 - Évaluation**: 4,5 Indice de performance Windows
 - Processeur**: Intel(R) Pentium(R) CPU 2020M @ 2.40GHz 2.40 GHz
 - Mémoire installée (RAM)**: 2,00 Go (1,82 Go utilisable)
 - Type du système**: Système d'exploitation 32 bits
 - Stylet et fonction tactile**: La fonctionnalité de saisie tactile ou avec un stylet n'est pas disponible sur cet écran
- Acer - support**
 - Numéro de téléphone**: 1-800-571-2237
 - Site Web**: [Support en ligne](#)
- Paramètres de nom d'ordinateur, de domaine et de groupe de travail**
 - Nom de l'ordinateur**: Fika-PC (Accompanied by a 'Modifier les paramètres' link)
 - Nom complet**: Fika-PC
 - Description de l'ordinateur**:
 - Groupe de travail**: WORKGROUP
- Activation de Windows**
 - Windows est activé.
 - ID de produit**: 00426-OEM-8992662-00006 (Accompanied by a 'Microsoft original' logo and the text 'En savoir plus en ligne...')

Figure 25 : Information du système de l'ordinateur 2

Téléphone portable :

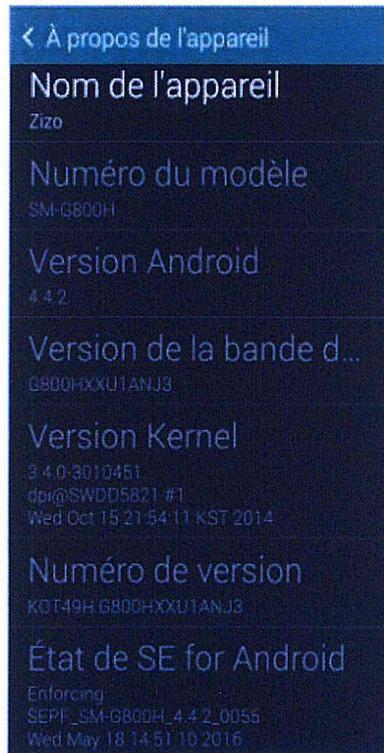


Figure 26 : Information du système du Smartphone

Intérêt :

Le choix a été porté sur Android parce qu'il peut supporter un vrai multitâche et un traitement en arrière-plan alors que le iOS Apple est encore insuffisant pour la détection continue.

Shimmer :

Pour le travail réalisé nous avons utilisé la plateforme **Shimmer** qui est une plateforme flexible ouverte destinée à la réalisation de recherches personnelles qualifiées dans les applications de capteurs portables.

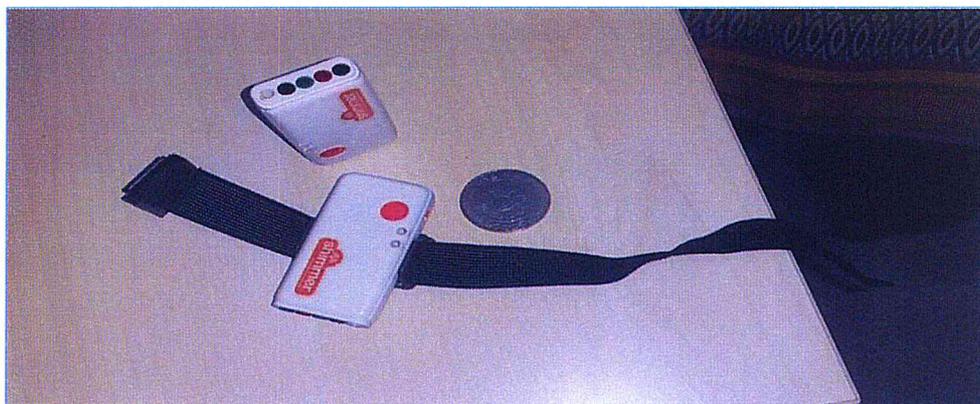


Figure 27 : Capteur Shimmer

3. Présentation du site web:

- Le site que nous avons créé est accessible au grand public, dont la page principale est divisée en trois parties, la première partie, qui est l'accueil, est une brève explication du site, comme ci-dessous :



Figure 28 : Page principale partie 1

- La deuxième partie intitulée « notre système », est une vue globale de notre système avec ses composants :

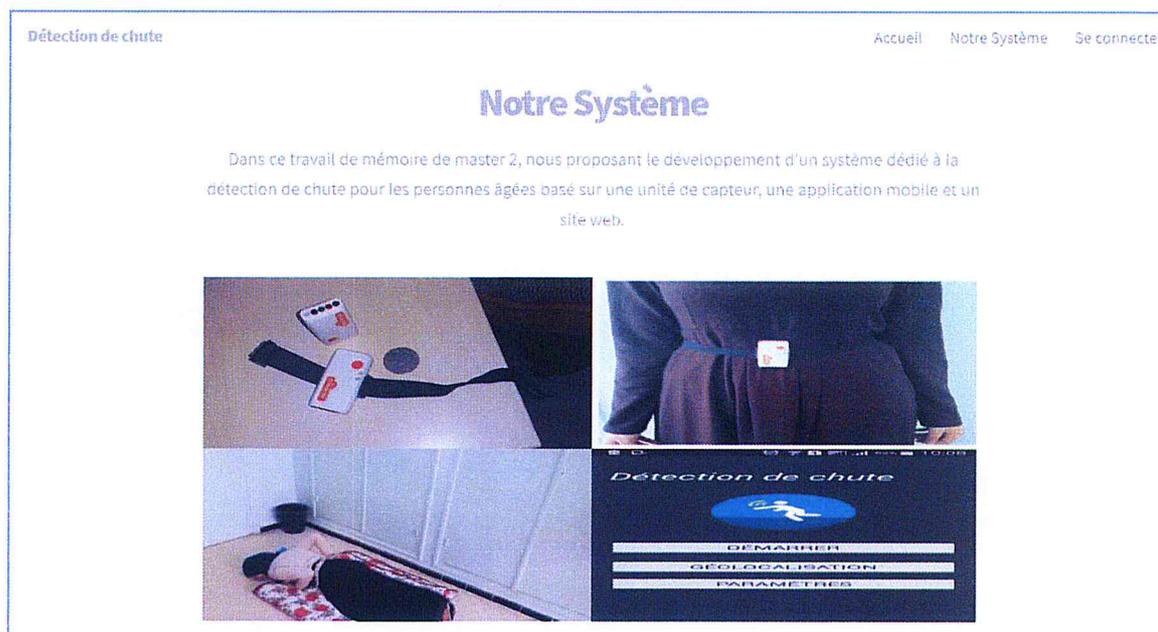


Figure 29 : Page principale partie 2

Chapitre IV: Mise en place, tests et validation

- La dernière partie, ci-dessous, permet d'accéder aux comptes des patients et/ou de les gérer, et cela dépendant de la catégorie de l'utilisateur (administrateur / patient), de cette façon les données des patients sont sécurisé et pour éviter tout accès illicite.

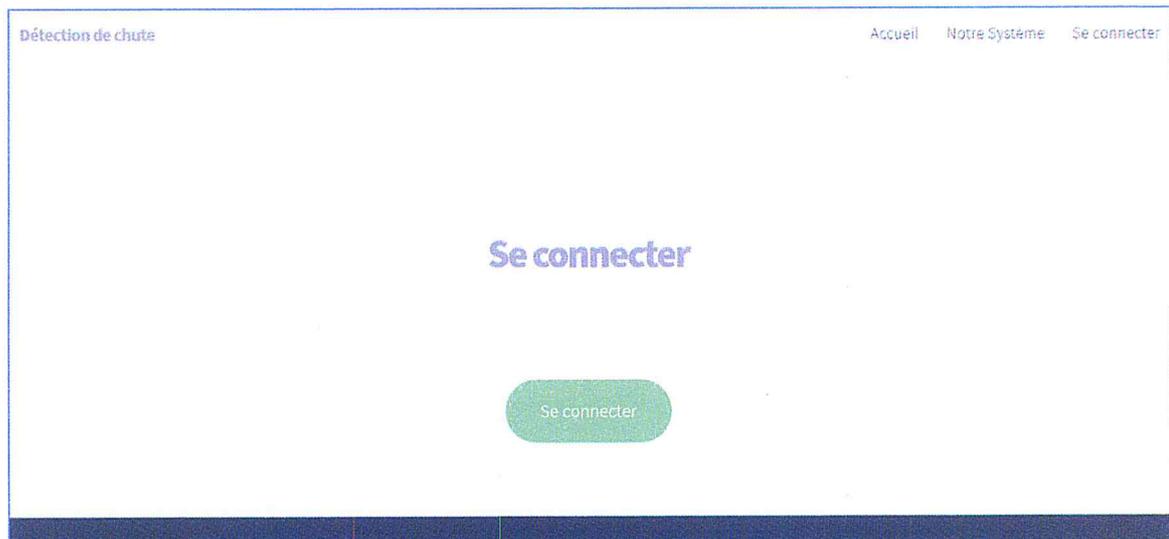


Figure 30 : Page principale partie 3

- Pour se connecter il suffit de s'authentifier avec un nom d'utilisateur et un mot de passe préalablement validé par l'administrateur.

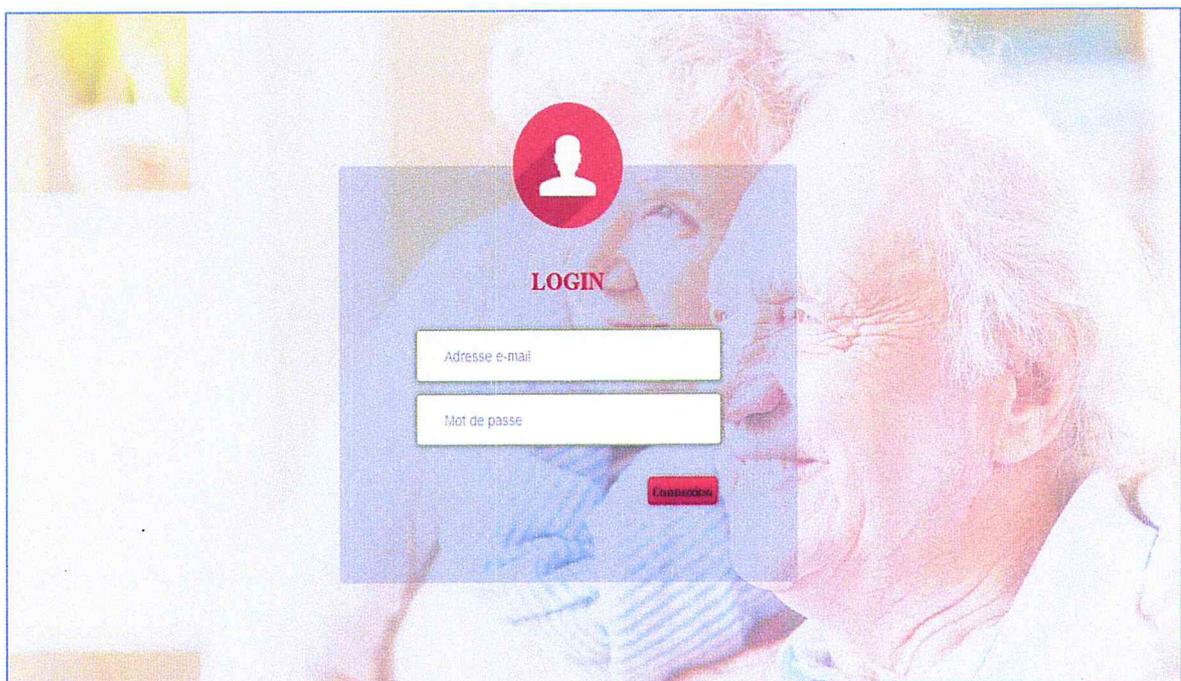


Figure 31 : Page authentification

Chapitre IV: Mise en place, tests et validation

- Dans le cas où le nom d'utilisateur et/ou le mot de passe sont incorrect, la fenêtre ci-dessous s'affiche :

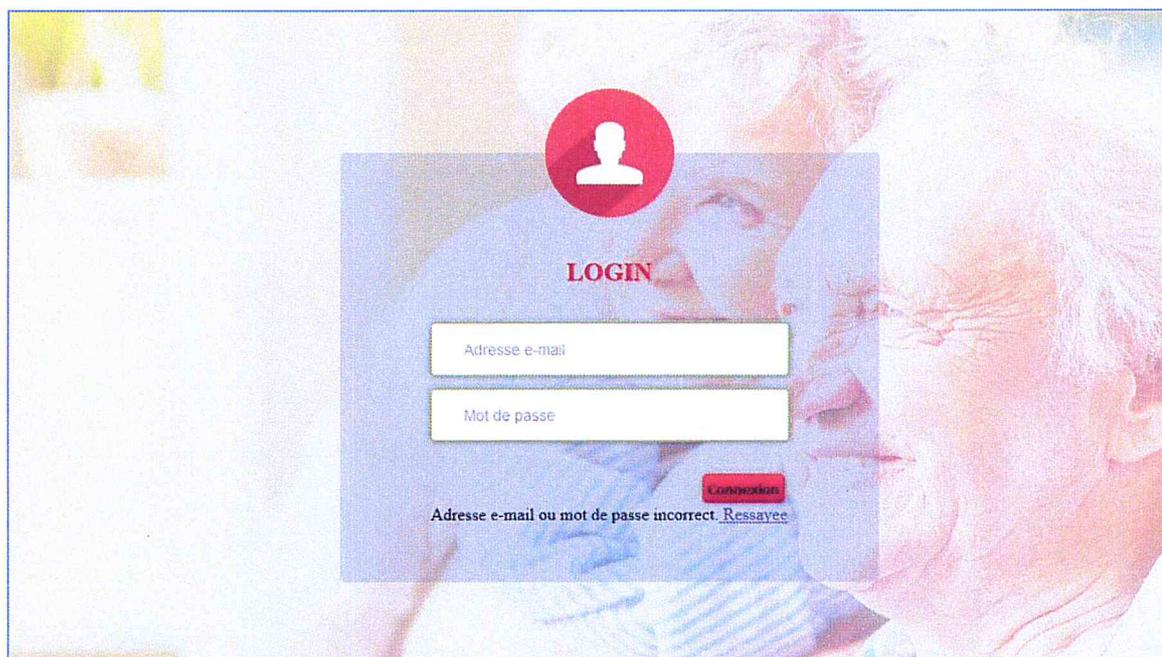


Figure 32 : Fenêtre de message d'erreur

- Une fois l'utilisateur connecté, toujours selon sa catégorie une des deux fenêtres de bienvenue s'affiche (ci-dessous).



Figure 33 : Page de bienvenue de l'administrateur

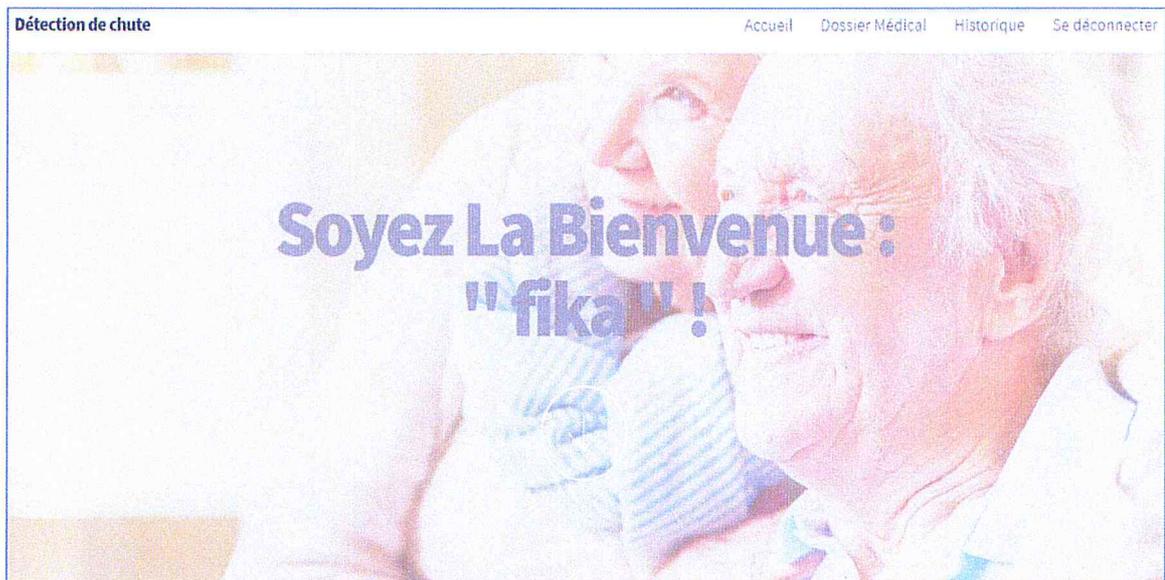
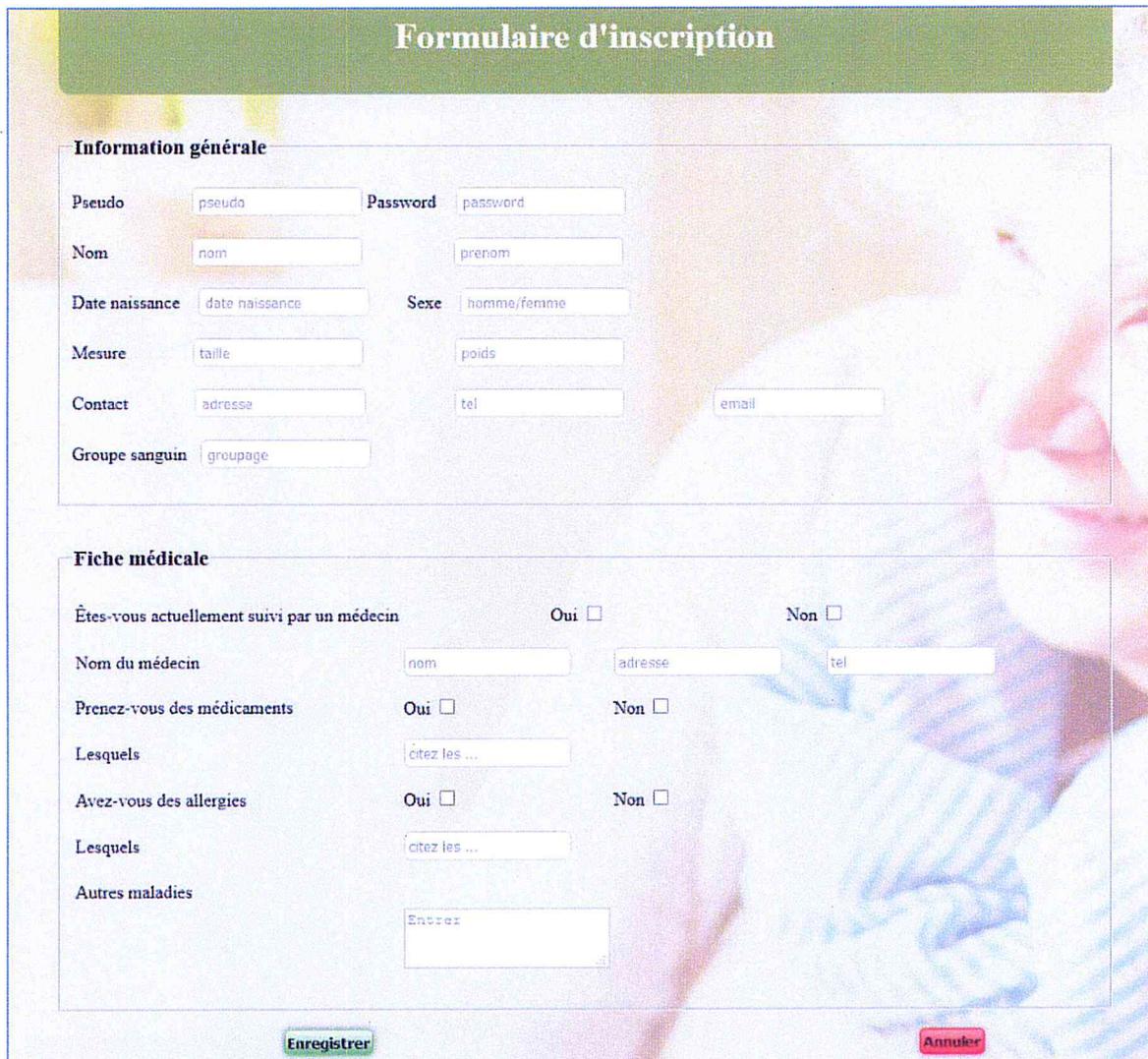


Figure 34 : Page de bienvenue du patient

Chapitre IV: Mise en place, tests et validation

- Pour l'ajout d'un nouveau patient un formulaire vide s'affiche comme suit:



The image shows a web-based registration form titled "Formulaire d'inscription". It is divided into two main sections: "Information générale" and "Fiche médicale".

Information générale

Pseudo	<input type="text" value="pseudo"/>	Password	<input type="text" value="password"/>
Nom	<input type="text" value="nom"/>	<input type="text" value="prenom"/>	
Date naissance	<input type="text" value="date naissance"/>	Sexe	<input type="text" value="homme/femme"/>
Mesure	<input type="text" value="taille"/>	<input type="text" value="poids"/>	
Contact	<input type="text" value="adresse"/>	<input type="text" value="tel"/>	<input type="text" value="email"/>
Groupe sanguin	<input type="text" value="groupage"/>		

Fiche médicale

Êtes-vous actuellement suivi par un médecin Oui Non

Nom du médecin

Prenez-vous des médicaments Oui Non

Lesquels

Avez-vous des allergies Oui Non

Lesquels

Autres maladies

Buttons: **Enregistrer** (green), **Annuler** (red)

Figure 35 : Formulaire d'ajout d'un patient

Chapitre IV: Mise en place, tests et validation

- Et pour la modification des informations d'un patient, l'administrateur aura d'abord accès à la liste des patients :

Identificateur	Nom	Prénom	Date de Naissance	Sex	Adresse	Téléphone	Modifier
1	madjour	zineb	11-06-1993	femme	rue bendar mohamed boufarik blida	0555431728	Modifier
2	naimi	rafika	04-12-1992	femme	chiffa blida	0549256895	Modifier
5	madjour	lina	10-09-1981	femme	rue des frères bouza	0554218795	Modifier
6	habchi	malika	06-07-1988	femme	rue boukhalfa zakaria 049	0560702154	Modifier
7	madjour	hamoud	05-06-1989	homme	rue des frères bouza 094	0552145685	Modifier

Accueil Ajouter Patient Modifier Patient Se déconnecter

©Détection de chute 2017. Tous Droits Réservés.

Figure 36 : Liste des patients

Puis il choisit le patient en question, la fenêtre suivante s'affiche :

Formulaire d'inscription

Information générale

Pseudo: fika Password: ●●●●

Nom: Naimi Rafika

Date naissance: 04061992 Sexe: femme

Mesure: 160 50

Contact: chiffa blida 0546321458 naimi@gmail.com

Groupe sanguin: o+

Fiche médicale

Étes-vous actuellement suivi par un médecin: Oui Non

Nom du médecin: beha chiffa blida 025417589

Prenez-vous des médicaments: Oui Non

Lesquels: paracetamol

Avez-vous des allergies: Oui Non

Lesquels: allergies au Poils de chat

Autres maladies: Le diabète

Enregistrer Annuler

Figure 37 : Formulaire de modification d'un patient

Chapitre IV: Mise en place, tests et validation

Il suffit de changer le champ souhaité et de sauvegarder, de cette manière la modification est prise en compte.

- Dans le cas où un patient se connecte (ou son médecin avec le nom d'utilisateur et mot de passe du patient), son dossier médicale s'affiche, mais aussi l'historique de chute qu'il a subi auparavant :

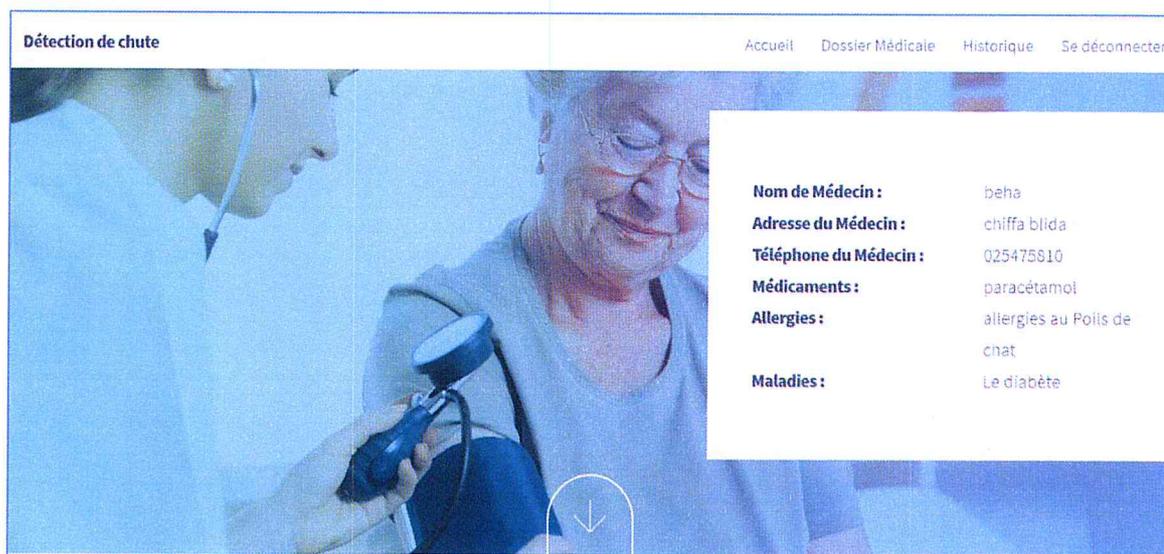


Figure 38 : Dossier médical du patient

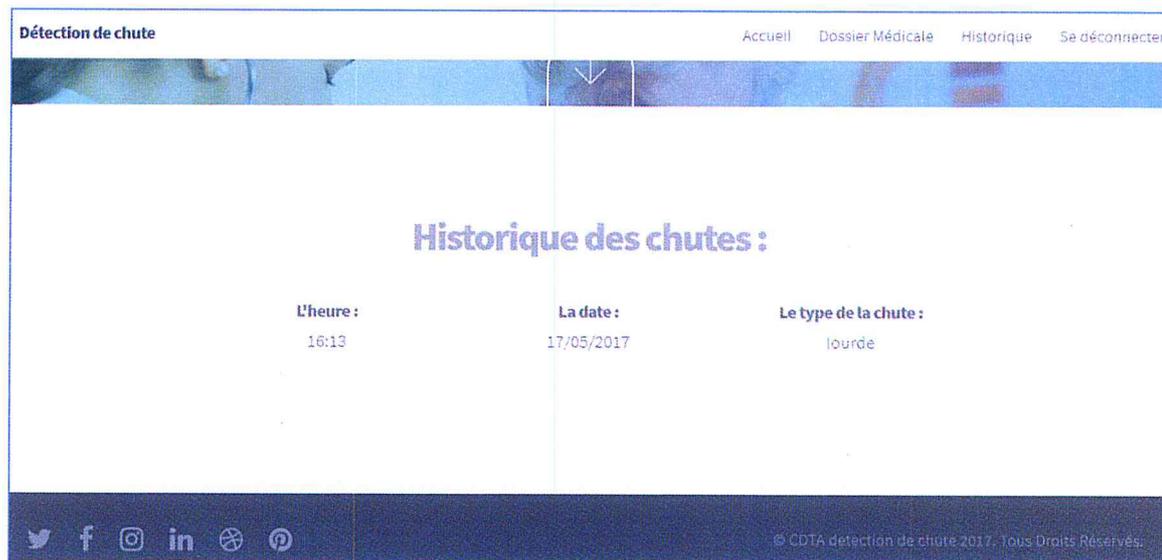


Figure 39 : Historique des chutes du patient

- Après déconnexion retour à la page principale.

4. Présentation de l'application mobile :

Pour l'application mobile, c'est l'administrateur qui s'occupe de l'installation et le réglage des paramètres nécessaire et aussi d'attribuer un identifiant (Id) au patient concerné. La console qui s'affiche dans ce cas :

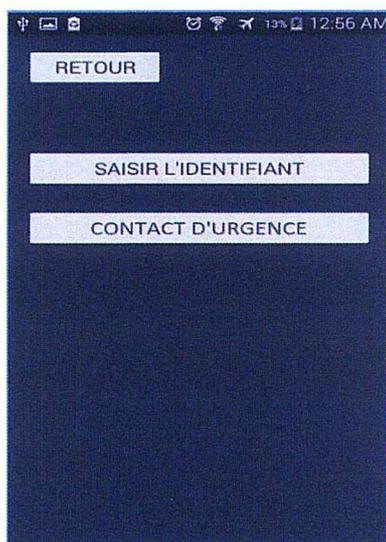
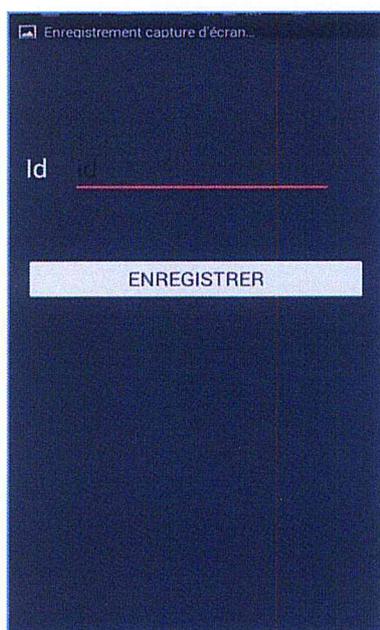


Figure 40 : Paramètres de l'application mobile

Pour saisir l'identifiant :



Pour les contacts d'urgence :



Figure 41 : Réglage des paramètres

Chapitre IV: Mise en place, tests et validation

Après l'enregistrement des informations par l'administrateur, le patient peut maintenant utiliser l'application. Après l'identification à l'aide de l'Id la console suivante s'affiche :



Figure 42 : Accueil de l'application mobile

- le client aura le choix entre démarrer la détection avec le capteur de son choix, interne (celui du Smartphone) ou externe (Shimmer sensor), et peut aussi activer sa géo localisation afin d'avoir l'information sur sa position en temps réel :

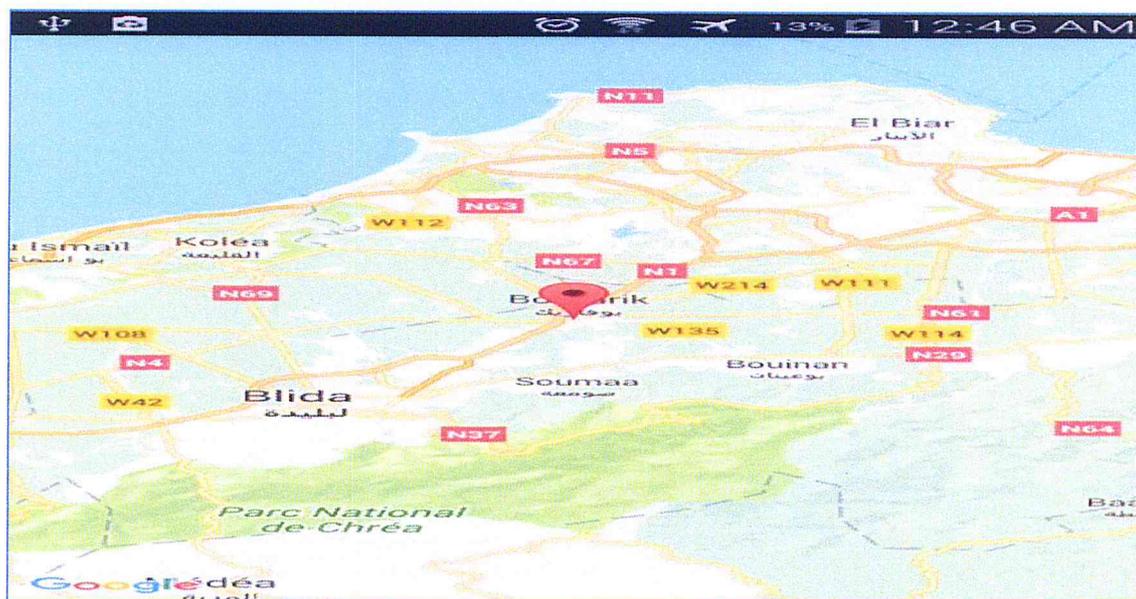


Figure 43 : Carte géographique

Chapitre IV: Mise en place, tests et validation

La carte géographique est importante dans le cas d'une vraie chute du patient, où l'envoi du SMS d'alerte accompagné des coordonnées géographiques pourra sauver plusieurs vies et éviter plusieurs blessures.

- Lorsque l'alarme se déclenche, la console suivante s'affiche :

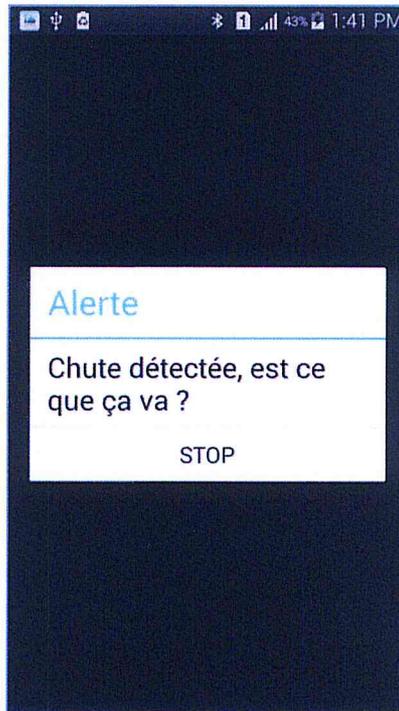


Figure 44 : Console d'alerte

5. Expérimentations :

Afin d'estimer plus largement la validité de notre système, nous allons montrer et analyser les résultats obtenus en appliquant le processus de classification et reconnaissance sur nos sujets.

Collectes de données

Nous avons recollecté des données sur 13 volontaires (5 de sexe féminin et 8 de sexe masculin), qui ont effectué des chutes et des activités de la vie quotidienne. Les fichiers de données sont enregistré sous le format "DAT" tableau des volontaires.

Nom	Sexe	Age
Sujet 1	Homme	77 ans
Sujet 2	Femme	69 ans
Sujet 3	Femme	78 ans
Sujet 4	Homme	62 ans
Sujet 5	Homme	66 ans
Sujet 6	Homme	50 ans
Sujet 7	Homme	49 ans
Sujet 8	Homme	48 ans
Sujet 9	Homme	27 ans
Sujet 10	Homme	20 ans
Sujet 11	Femme	49 ans
Sujet 12	Femme	25 ans
Sujet 13	Femme	25 ans

Tableau 5 : Liste des sujets de test

Extraction des paramètres

Après la récolte de données sur les différents sujets, nous avons extrait les paramètres significatifs (voir chapitre précédent).

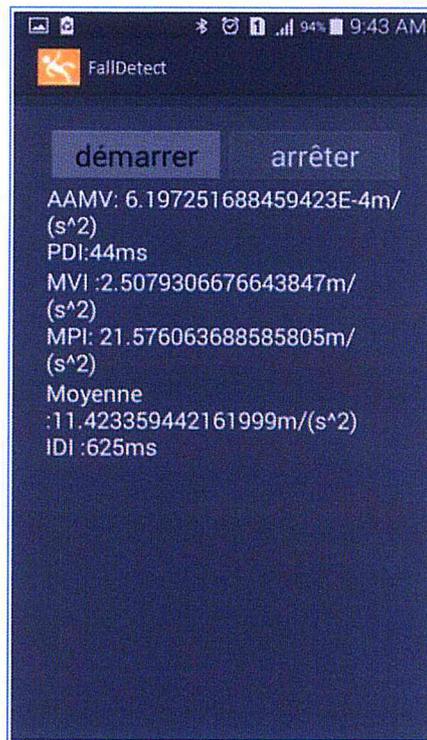


Figure 45 : Résultat des paramètres calculés

L'extraction de paramètres sur l'ensemble des données a permis de construire une base d'apprentissage utilisé pour construire le modèle afin de le tester et de le déployer dans notre système.

Classification et test :

Le comportement observé d'un système de détection de chute est représenté par quatre situations possibles:

Vrai positif (TP): une chute s'est produite et le système la détecte correctement.

Faux positif(FP): le système déclare un événement de chute, mais en réalité c'est une activité de vie quotidienne ADL.

Vrai négatif (TN) : le système classe un événement en forme de chute comme ADL;

Faux négatif(FN) : une chute s'est produite, mais le système ne le détecte pas.

La fiabilité du système peut être ensuite évaluée à l'aide des index suivants [26]:

Sensibilité = $TP / (TP + FN)$, utiliser afin de mesurer la capacité de détection tout type de chutes réelles.

Spécificité = $TN / (TN + FP)$, utiliser pour mesurer la capacité de détecter seulement des chutes réelles.

La précision = $(TP + TN) / (TP + FP + FN + TN)$, utiliser pour avoir la proportion de résultats réels dans l'ensemble de données considéré.

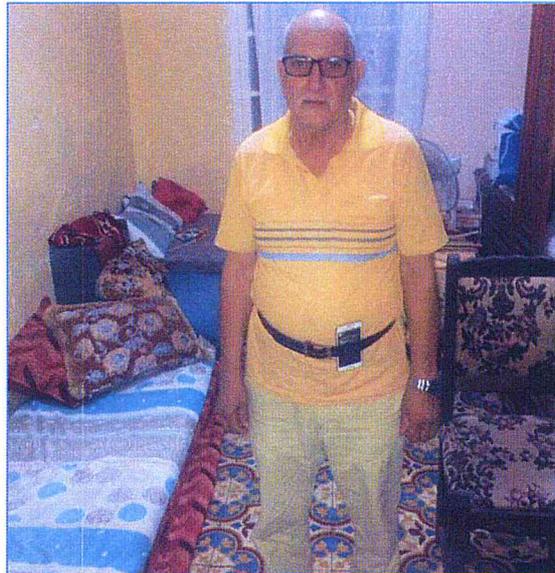


Figure 46 : Un des sujets de test



Figure 47 : Activité de chute par notre sujet

Après plusieurs tests effectués (25 tests) avec nos sujets, nous avons obtenu les résultats suivants :

	Sensibilité (%)	Spécificité (%)	Précision (%)
Tests avec un capteur interne et externe	88 %	57 %	80%

Tableau 6 : Performances des techniques pertinentes de détection des chutes.

Conclusion

En conclusion, on peut dire que nos résultats obtenus étaient satisfaisants et que le taux de reconnaissance de chute de l'ordre de 88% est acceptable pour un premier prototype cependant son amélioration s'avère possible si on prendra en compte une base de données plus élargie et des simulations de chute plus réelle et moins contrôlable et aussi en ajustant les intervalles de temps prédéfinis des différents paramètres distinctifs.

Notre cahier des charges était respecté puisque toutes les entités qui composent ce projet sont fonctionnelles et les résultats sont admissibles.

Conclusion générale

Le travail qui nous a été confié dans le cadre de notre projet de fin d'étude, consistait en le développement d'un système dédié à la détection de chute basé sur une unité de capture, une application mobile et un site web.

Conformément à notre cahier des charges établie au sein du Centre de Développement des Technologie Avancées CDTA où nous avons effectué notre période de stage, notre projet a été structuré en quatre parties différentes à savoir : l'étude des systèmes de détection trouvés soit sur le marché ou dans les laboratoires de recherche et tirer profit de l'existant afin de proposer une architecture propre à notre système, la conception et la définition des rôles de chaque entité constituant notre système de détection de chute, la réalisation et la programmation des différents étages et algorithmes indispensables pour le bon fonctionnement de l'application, et enfin les tests et résultats permettant sa validation.

L'adoption d'une solution à base de capteur externe a été motivée par deux raisons majeures à savoir la mise en surveillance permanente du sujet et la disponibilité d'une plateforme dédiée en l'occurrence la plateforme Shimmer de l'équipe « Communication Sans Fil CSF » du CDTA.

Durant sa conception, la robustesse, la précision, et la performance du système proposé étaient nos premières priorités ainsi que la simplicité et clarté de l'interface de l'application puisque non seulement notre projet a des fins médicales et donc il touche à un domaine sensible mais aussi la catégorie de population qu'il vise est assez spéciale.

Les tests effectués après la mise en marche de toutes les entités du projet ont montrés que les résultats étaient satisfaisants dans les limites des conditions dans lesquelles ils ont été réalisés. Pour pouvoir faire une vraie évaluation soit sur le plan de performance et fiabilité ou su le plan de design, il faudrait lancer un sondage au sein de la communauté des vieux puis procéder à des tests sur des volontaires dont le risque de chute est élevé.

Le travail qui nous a été confié était de proposer un système permettant la détection de chute chez les personnes âgées, nous pensons que ce but a été atteint, cependant, il faudrait apporter des améliorations surtout après l'accomplissement des tests dans des conditions plus au moins réelles.

Comme perspectives à ce travail, nous souhaitons qu'en plus de détecter les chutes, notre système pourra les prédire. Cette tache peut être effectuée soit au niveau du site web ou au niveau de l'application mobile à condition d'avoir l'accord du sujet au premier lieu

Conclusion générale

puisque l'historique de tout acte de sa vie quotidienne sera enregistré sous forme de données numérique et analysé par la suite.

Enfin, nous souhaitons que notre travail, aussi modeste soit-il, puisse trouver un écho favorable auprès des intéressés et que notre projet sera suivie par d'autre dans la même thématique qui touche à la santé public.

Bibliographie

- [1] Hormann, W. Kommunikations technologie imDienst am Menschen. In HAUSNOTRUFSYSTEME Kommunikations technologie imDienst am Menschen; Heilscher, W., Ed.; WirtschaftsverlagNW:Bremerhaven, Germany, 1980. (In German)
- [2] Hegde, R.; Sudarshan, B.; Kumar, S.P.; Hariprasad, S.; Satyanarayana, B. Technical Advances in Fall Detection System—A Review. *Int. J. Comput. Sci. Mob. Comput.* 2013, 2, 152–160.
- [3] Zecevicaa, salmoniaw, speechleym, vandervoortaa. Defining a fall and reasons for falling: comparisons among the views of seniors, health care providers, and there search literature. *Gerontologist*.2006; 6:367-376
- [4] HAUER K, LAMB SE, JORSTAD EC, TODD C, BECKER C, PROFANE-GROUP. Systematic review of definitions and methods of measuring falls in randomised controlled fall prevention trials. *Age Ageing* 2006, 35: 5-10
- [5] Tideiksaarr.Falls in older people: Prevention and management. Baltimore,MD: Health Professions Press; 2002.
- [6] M.J. Mathie, A.C.F. Coster, N.H. Lovell, B.G. Celler, Accelerometry: providing an integrated, practical method for long-term, ambulatory monitoring of human movement, *J. Physiol. Meas. (IOPScience)* 25 (2004).
- [7] F. Bianchi, S.J. Redmond, M.R. Narayanan, S. Cerutti, N.H. Lovell, Barometric pressure and triaxialaccelerometry based falls event detection, *IEEE Trans. Neural Syst. Rehabil. Eng.* 18 (2010) 619–627.
- [8] A.K. Bourke, J.V. O'Brien, and G.M. Lyons. Evaluation of a thresholdbased tri-axial accelerometer fall detection algorithm. *Gait & posture*, 26(2) :194–199, 2007.
- [9] Ge Wu. Distinguishing fall activities from normal activities by velocity characteristics. *Journal of Biomechanics*, 33(11) :1497–1500, 2000.
- [10] J.M. Kang, T. Yoo, H.C. Kim, A wrist-worn integrated health monitoring instrument with a tele-reporting device for telemedicine and telecare, *IEEE Trans. Instrum. Meas.* 55 (2006) 1655–1661.
- [11] Zhang, T.; Wang, J.; Liu, P.; Hou, J. Fall detection by embedding an accelerometer in cellphone and using KFD algorithm. *Int. J. Comput. Sci. Netw. Secur.* 2006, 6, 277–284.
- [12] D. Wild, U.S. Nayak, and B. Isaacs. How dangerous are falls in old people at home? *British Medical Journal (Clinical research ed.)*, 282(6260):266, 1981.

- [13] M. Alwan, P.J. Rajendran, S. Kell, D. Mack, S. Dalal, M. Wolfe, R. Felder, A Smart and Passive Floor-Vibration Based Fall Detector for Elderly, IEEE International Conference on Information & Communication Technologies (ICITA) (2006) 1003–1007. pp.
- [14] Derek Anderson, Robert H. Luke, James M. Keller, Marjorie Skubic, Marilyn Rantz et Myra Aud. Linguistic summarization of video for fall detection using voxel person and fuzzy logic. *Computer Vision and Image Understanding*, 113 (1):80–89, Janvier 2009.
- [15] C. Rougier, J. Meunier, A. St-Arnaud et J. Rousseau. "3D Head Trajectory Using a Single Camera", *International Journal of Future Generation Communication and Networking*, special issue "Image and Signal Processing", vol. 3, no. 4, pp. 43-54, Décembre 2010.
- [16] Habib M.A., Mohktar M.S., Kamaruzzaman S.B., Lim K.S., Pin T.M., Ibrahim F. Smartphone-Based Solutions for Fall Detection and Prevention: Challenges and Open Issues. *Sensors*. 2014; 14:7181–7208.
- [17] Büsching, F.; Post, H.; Gietzelt, M.; Wolf, L. Fall Detection on the Road. In *Proceedings of the IEEE 15th International Conference on e-Health Networking, Applications and Services (IEEE Healthcom 2013)*, Lisbon, Portugal, 9–12 October 2013..
- [18] Q. Li, J.A. Stankovic, M.A. Hanson, A.T. Barth, J. Lach, G. Zhou, Accurate, fast fall detection using gyroscopes and accelerometer-derived posture information, in: *Proceedings of the International Workshop on Wearable and Implantable Body Sensor Networks*, IEEE Computer Society, Berkeley, CA, USA, 2009, pp. 138–143.
- [19] N. Noury, P. Barralon, G. Virone, P. Boissy, M. Hamel, P. Rumeau, A smart sensor based on rules and its evaluation in daily routines, in: *Proceedings of the 25th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, EMBS*, vol. 4, pp. 3286–3289.
- [20] H. Gjoreski, M. Lustrek, M. Gams, Accelerometer placement for posture recognition and fall detection, in: *Proceedings of the 7th International Conference on Intelligent Environments (IE)*, pp. 47–54.
- [21] Frédéric LEMOINE. Programmation de capteurs sur dispositifs mobiles. *TECHNIQUES DE L'INGÉNIEUR*. Réf : H1595, 2013.
- [22] SHIMMER. Shimmer Wearable Wireless Sensor Platform, 2008. <http://www.shimmer-research.com/>
- [23] He, Y.; Li, Y.; Yin, C. Falling-incident detection and alarm by smartphone with Multimedia Messaging Service (MMS). *E-Health Telecommun. Syst. Netw.* 2012, 1, 1–5.
- [24] Kangas M, Konttila A, Winblad I, Ja'msa" T. Determination of simple threshold for coo

- [25] R. O. Duda and P. E. Hart. Use of the hough transformation to detect lines and curves in pictures. *Commun. ACM*, 15(1) :11–15, January 1972.
- [26] N. Noury, P. Rumeau, A. Bourke, G. Laighin, J. Lundy, A proposal for the classification and evaluation of fall detectors, *IRBM* 29 (2008) 340-349.
- [27] Abbate, S., Avvenuti, M., Bonatesta, F., Cola, G., Corsini, P., & Vecchio, A. (2012). A smartphone-based fall detection system. *Pervasive and Mobile Computing*, 8(6), 883-899.

