

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE

*Université de Mohamed El-Bachir El-Ibrahimi - Bordj Bou Arreridj*

*Faculté des Sciences et de la Technologie*

*Département d'Électronique*

# **Mémoire**

*Présenté pour obtenir*

LE DIPLÔME DE MASTER

FILIÈRE : ÉLECTRONIQUE

Spécialité : Électronique des Systèmes Embarqués

Par

➤ GUITTOUM Mustapha Mohamed Amine

## **Intitulé**

Développement d'une application Android intelligente pour la détection et la gestion des chutes chez les personnes âgées malvoyantes

**Soutenu le : 12/06/2024**

**Devant Le jury composé de :**

<b>M. Mustapha SARRA</b>	<b>Président</b>	<b>Prof. - U. de Bordj Bou Arreridj</b>
<b>M. Abdelhakim LATOUI</b>	<b>Encadrant</b>	<b>Prof. - U. de Bordj Bou Arreridj</b>
<b>M. Anwar HAMADI</b>	<b>Co-Encadrant</b>	<b>Doctorant - U. de Bordj Bou Arreridj</b>
<b>M. Mohamed E. DAACHI</b>	<b>Examineur</b>	<b>Prof. - U. de Bordj Bou Arreridj</b>

**Année Universitaire 2024/2025**

# TABLE DES MATIÈRES

<b>Table des matières</b>	<b>2</b>
<b>Table des figures</b>	<b>4</b>
<b>Liste des tableaux</b>	<b>5</b>
<b>Introduction générale</b>	<b>12</b>
<b>1 Contexte et problématique de la détection des chutes chez les personnes âgées</b>	<b>14</b>
1 introduction . . . . .	15
2 Les chutes chez les personnes âgées : un enjeu majeur de santé publique	15
2.1 Définition de chute . . . . .	15
2.2 Les principales causes de chute chez Les personnes âgées mal- voyantes . . . . .	15
2.2.1 Les problèmes de perception visuelle . . . . .	15
2.2.2 Les troubles de l'équilibre et de la coordination . . . . .	16
2.2.3 Les facteurs environnementaux . . . . .	17
2.2.4 Les problèmes de santé associés . . . . .	17
2.2.5 Les facteurs psychologiques et sociaux . . . . .	18
2.2.6 Les déplacements à l'extérieur . . . . .	18
3 Les conséquences de ces chutes . . . . .	19
3.1 Blessures physiques et hospitalisations . . . . .	20
3.2 Effets psychologiques . . . . .	21
3.3 Conséquences sociales . . . . .	22
4 Approches préventives des chutes . . . . .	23
4.1 Amélioration de l'environnement domestique . . . . .	23
4.2 Programmes d'exercices physiques adaptés . . . . .	24
4.3 Intervention médicamenteuse et révision des traitements . . . . .	25
5 conclusion . . . . .	25

---

<b>2</b>	<b>Technologies et méthodes de détection des chutes adaptées aux smartphones</b>	<b>26</b>
1	Introduction	27
2	Les technologies de détection des chutes	27
3	Les méthodes de détection des chutes	28
3.1	Méthodes Basées sur des Seuils (Threshold-based)	28
3.2	Méthodes Basées sur l'Apprentissage Automatique (Machine Learning)	29
3.3	Méthodes Hybrides	29
4	Comparaison Des Methodes	30
5	conclusion	30
<b>3</b>	<b>Développement d'une Application Android Interactive pour la détection des chutes chez les personnes âgées</b>	<b>31</b>
1	Introduction	32
2	Système de Détection de Chute Basé sur l'Analyse des Accélérations	32
3	Android studio	34
3.1	Caractéristiques principales d'Android Studio	34
3.2	Les prérequis d'un système pour installer Android Studio	34
3.3	Configuration d'Android Studio et création de projets	37
4	Organigramme de Notre application	39
5	Interface d'utilisateur	41
6	Test de l'application Android	43
6.1	la réalisation de notre application	43
6.2	Les étapes de Configuration de notre smart phone	43
6.3	Analyse des Méthodes de Détection des Chutes	44
6.3.1	Chute antérieure	44
6.3.2	Chute postérieure	45
6.3.3	Chute latérale	45
7	Résultat est discussions	46
7.1	Points positifs :	47
7.2	Points négatifs :	48
8	Conclusion	48
	<b>Conclution générale</b>	<b>49</b>
	<b>Bibliographie</b>	<b>50</b>

## TABLE DES FIGURES

1.1	Un homme âgé confronté aux défis de la lecture sur smartphone. . . . .	16
1.2	Problèmes de coordination et de stabilité chez une femme âgée. . . . .	17
1.3	signes de troubles neurologiques chez les seniors. . . . .	18
1.4	Les chutes et leurs conséquences chez les personnes âgées de 65 ans et plus en France et au Québec . . . . .	19
1.5	Choc à la tête après une chute chez une femme âgée. . . . .	20
1.6	Consultation médicale pour une entorse du genou après une chute. . . . .	21
1.7	Souffrance émotionnelle et signes de dépression chez une femme âgée. . . . .	22
1.8	Activité physique : Tai Chi pour les seniors. . . . .	24
1.9	séance de renforcement musculaire pour seniors. . . . .	24
3.1	Système de coordonnées API (SensorEvent) . . . . .	32
3.2	Interface de SDK. . . . .	36
3.3	l'installation et lancement d'Android Studio. . . . .	37
3.4	Les modèles d'application disponibles. . . . .	37
3.5	Configuration de l'application Android à créer . . . . .	38
3.6	Activité main.Xml . . . . .	38
3.7	Classe principale ( <b>main</b> ) de notre application . . . . .	39
3.8	Organigramme de fonctionnement . . . . .	40
3.9	L'écran d'accueil de notre application . . . . .	41
3.10	les fonctionnalités principales de notre application . . . . .	42
3.11	installation de l'application sur notre smart phone. . . . .	44
3.12	Chute d'un senior en avant. . . . .	44
3.13	Chute d'un homme âgé en arrière dans les escaliers. . . . .	45
3.14	Un père âgé tombe à côté. . . . .	45
3.15	notification d'alerte audio . . . . .	46
3.16	Messages d'urgence pour le suivi de chute de p.malvoyante avec les détails de localisation. . . . .	47

## LISTE DES TABLEAUX

2.1	Tableau comparatif des méthodes De Détection Des Chutes. . . . .	30
3.1	Plages d'accélération pour Les trois scénarios des chutes. . . . .	46

## REMERCIEMENT

C'est avec un grand plaisir que je tiens à exprimer mes remerciements à toutes les personnes qui m'ont aidé, de près ou de loin, à la préparation de ce travail.

D'abord, je remercie chaleureusement mon directeur de thèse, **Dr. LATOUI Abdelhakim** pour son encadrement, ses conseils précis et son soutien tout au long de cette recherche.

Je tiens également à remercier mon co-encadreur, **M. HAMADI Anoir** pour son assistance et ses précieuses recommandations. Son expérience et sa bienveillance ont été une source d'inspiration et m'ont permis de mener ce projet avec douceur et honnêteté.

Je veux également remercier les membres du jury **M. Mohamed E.DAACHI** et **M. Mustapha SARRA** pour l'intérêt qu'ils ont porté à mon travail et pour leurs remarques constructives et bénéfiques qui m'ont aidé à mener cette recherche.

Un immense merci à mes collègues et amis de l'université pour les échanges stimulants, les moments de partage et l'entraide précieuse qui ont marqué ces années de thèse.

Je n'oublie pas non plus ma mère, mon père et mes frères qui m'ont toujours soutenu avec patience et encouragements, même dans les moments de doute. Leur présence à mes côtés a été essentielle et m'a permis d'avancer avec des pas surs. Enfin, je suis très reconnaissant à toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à cette aventure, par un mot, un geste ou un sourire. Merci à tous.

**À mes parents bien-aimés**

Vous avez été mon pilier, ma source inépuisable de motivation et de courage. Votre amour, vos sacrifices et votre soutien indéfectible ont illuminé mon chemin. Ce travail est le reflet de votre patience et de votre foi en moi. Merci pour tout ce que vous avez fait et continuez à faire pour moi.

**À mes frères et sœurs**

Votre présence, vos encouragements et vos mots réconfortants ont été une source de motivation constante. Vous avez su me rappeler que chaque effort compte et que la persévérance finit toujours par porter ses fruits.

**À mes amis proches**

Merci pour votre soutien, vos conseils et les moments de partage qui ont rendu ce parcours plus agréable et enrichissant. Votre amitié a été une véritable force dans les moments de doute et de fatigue.

**À mes enseignants et encadrants**

Votre savoir, vos conseils avisés et votre bienveillance ont grandement contribué à mon évolution. Ce travail est aussi le fruit de votre transmission et de votre patience. Merci pour votre accompagnement et votre confiance.

**À toute personne** qui m'a soutenu et inspiré Cette réussite est aussi la vôtre.

Dans cette mémoire de master, nous présentons le développement d'une application smartphone capable de détecter d'éventuel les chutes chez les personnes âgées malvoyantes. Les chutes chez les personnes âgées sont une préoccupation pour leurs familles ainsi que pour les professionnels de la santé. Les blessures dues aux chutes non traitées chez les adultes de 60 ans et plus peuvent entraîner des risques et des complications importants pour la santé. C'est la raison pour laquelle nous avons développé une application intelligente pour les personnes âgées, capable de détecter les chutes et d'envoyer des alertes contenant toutes les informations nécessaires. Les messages d'alerte contiennent des informations utiles et spécifiques sur les personnes à risque, telles que leur situation géographique et les directions correspondantes sur une carte. Grâce à l'application, nous pouvons détecter une chute potentielle grâce à une interface claire et simple d'utilisation. Nous pouvons également alerter un médecin ou une personne proche de la personne âgée pour qu'elle prenne soin d'elle lorsque cela se produit.

**Mots-clés :** déficience visuelle, blessures, chutes, Application Android, alerte.

## ABSTRACT

In this master's thesis, we present the development of a smartphone application capable of detecting potential falls in visually impaired elderly people. Falls in the elderly are a source of concern for their families as well as healthcare professionals. Untreated fall injuries in adults 60 years and older can lead to significant health risks and complications. This is the motivation behind developing a smartphone application specifically for the elderly to detect falls and send alerts containing all the necessary information to the elderly person. The alerts contain useful information, especially about those at risk, such as their geographic location and corresponding directions on a map. Through the application, we can detect potential falls through a clear and easy-to-use interface and alert a doctor or other caregiver to the elderly person when such a fall occurs.

**Keywords :** Visual Impairment, Injuries, Falls, Android app, Alert.

في هذا البحث لنيل درجة الماجستير، نقدم تطوير تطبيق هاتف ذكي قادر على كشف حالات سقوط المحتملة للمسنين ضعاف البصر. يشكل السقوط لدى كبار السن مصدر قلق لعائلاتهم وكذلك للعاملين في المجال الطبي. ويمكن أن تؤدي إصابات السقوط الغير المعالجة لدى البالغين ٦٠ عاما فما فوق إلى مخاطر ومضاعفات صحية كبيرة. هذا هو الدافع وراء تطوير تطبيق ذكي خاص لكبار السن لاكتشاف حالات السقوط وارسال رسائل تنبيهات تحتوي على جميع المعلومات اللازمة للشخص المسن. تحتوي رسائل التنبيه على معلومات مفيدة وخاصة حول الأشخاص المعرضين للخطر، مثلا الموقع الجغرافي له وكذلك الاتجاهات المقابلة على الخريطة، عبر التطبيق يمكننا اكتشاف حالة السقوط المحتملة من خلال واجهة واضحة وسهلة الاستخدام كما يمكن تنبيه الطبيب أو أي شخص قريب من كبير السن الاعتناء به عند حدوث ذلك.

الكلمات المفتاحية : إعاقة بصرية، إصابات سقطات ، تطبيق أندرويد، تنبيه، .

## LISTE DES ABRÉVIATIONS

**IDE** : Environnement de développement intégré (Integrated Development Environment)

**GPS** : Global Positioning System (GPS) "Système mondial de positionnement"

**ML** : Apprentissage automatique (Machine Learning)

**UI** : Interface utilisateur (User Interface)

**OMS** : Organisation Mondiale de la Santé

**InVS** : l'Institut de Veille Sanitaire

## INTRODUCTION GÉNÉRALE

Par nature et comme dit le Coran : Dans la sourate Ar-Rum, verset (54) " Allah est Celui qui vous a créés dans un état de faiblesse, puis Il a fait succéder à la faiblesse la force. Ensuite, Il a fait succéder à la force la faiblesse et la vieillesse. Il crée ce qu'Il veut et c'est Lui l'Omniscient, le Tout-Puissant ".

Après l'âge de 60 ans et plus, Cette classe de personnes âgées et malvoyantes et sujette à des nombreuses maladies (diabète, faiblesse des muscles, Arthrose, la surdité etc...). Toutes ces maladies altèrent la mobilité ou l'équilibre de ces personnes âgées, ce qui provoque leurs chutes et pouvant menacer leur vie.

D'après l'organisation mondiale de la santé (OMS)[1], presque la moitié des personnes âgées, chute à plusieurs reprises, donc la détection rapide de ces chutes est obligatoire afin de leur porter secours. De nombreux appareils électroniques sont conçus pour alerter la chute de ces personnes âgées à leur domicile ou dans leur établissement spécialisé.

**la télé-assistance** grâce à un bracelet ou médaillon porté par la personne concernée, l'appuie sur un bouton sur ces objets cités ci-dessus. L'alerte est donnée aux personnes choisies.

**Les capteurs de chute** ces capteurs dits aussi accélérométriques ont une capacité de découvrir les chocs de cette personne lors d'un mouvement d'accélération brusque, ou pertes d'équilibre.

Ces capteurs se trouvent sur leur téléphone portable qui déclenchent une alerte après un certain temps, si la personne ne se relève pas, ou ne donne pas de réponse en effectuant un appel ou en envoyant un message d'alerte automatiquement à la personne choisie dans ses contacts.

Nous avons choisi d'utiliser un smartphone qui contient une application mobile permettant de découvrir les mouvements grâce à des capteurs de mouvement intégrés dans ce dernier afin d'envoyer des messages d'alerte et de porter secours.

L'application combinera des technologies avancées de détection avec des fonc-

tionnalités adaptées aux besoins des utilisateurs malvoyants, notamment la synthèse vocale et les commandes vocales. Outre la détection des chutes, elle intégrera un système de géolocalisation et d'envoi d'alertes aux contacts préenregistrés, tout en offrant une interface simple, intuitive et accessible.

À travers ce projet, l'objectif est de contribuer à l'amélioration de la qualité de vie et de l'autonomie des personnes âgées malvoyantes, tout en répondant à un besoin croissant de solutions technologiques dans le domaine de la santé et de la sécurité. Ce mémoire s'articule autour de trois chapitre :

1. Une analyse du contexte et des enjeux liés à la détection des chutes chez les seniors : Ce chapitre explorera les statistiques et les conséquences des chutes, en mettant l'accent sur les défis spécifiques rencontrés par les personnes malvoyantes.
2. Une présentation des technologies et des méthodes employées sur smartphone : Ce chapitre passera en revue les capteurs et algorithmes utilisés pour la détection des chutes, ainsi que les solutions existantes et leurs limites.
3. Une description détaillée du processus de développement de l'application Android : Ce chapitre présentera les étapes de conception, les fonctionnalités clés de l'application, ainsi que les tests et évaluations réalisés pour garantir son efficacité et son accessibilité.

ce projet ajoute une solution innovante, accessible et adaptée aux besoins des personnes âgées malvoyantes. En exploitant les capacités des smartphones. Cette application a le potentiel de réduire les risques de chutes, d'améliorer la réactivité en cas d'accident et de renforcer l'autonomie des utilisateurs, contribuant ainsi à leur bien-être et à leur sécurité.

# CHAPITRE 1

## CONTEXTE ET PROBLÉMATIQUE DE LA DÉTECTION DES CHUTES CHEZ LES PERSONNES ÂGÉES

---

# 1 introduction

Les chutes chez les personnes âgées constituent un enjeu majeur de santé publique, étant responsables de nombreuses complications médicales et socio-économiques. En raison de la vulnérabilité accrue des individus vieillissants, ces incidents peuvent entraîner des blessures graves, une perte d'autonomie, ainsi que des effets psychologiques notables tels que la peur de chuter à nouveau. De plus, les conséquences sociales, notamment l'isolement et la dépendance, accentuent le fardeau sur les systèmes de santé. Ce chapitre s'efforce d'examiner les divers facteurs contributifs aux chutes chez les personnes âgées, en mettant en lumière les causes physiques, psychologiques et environnementales. En outre, il explore les approches préventives recommandées, y compris les modifications de l'environnement, les exercices physiques adaptés, ainsi que l'importance d'une prise en charge médicale proactive. L'objectif étant de fournir une analyse complète de cette problématique et de proposer des solutions efficaces pour réduire l'incidence des chutes et améliorer la qualité de vie des personnes âgées.

## 2 Les chutes chez les personnes âgées : un enjeu majeur de santé publique

### 2.1 Définition de chute

La chute est définie généralement comme l'action de tomber, c'est-à-dire de perte de son équilibre et d'être attiré vers le sol par son poids sous l'effet de la force de gravité. Il est essentiel de bien identifier les types des chutes. Afin d'apporter à la personne âgée, une prise en charge optimale. Il existe trois types de chute, une chute lourde, molle et syncopale. Les chutes représentent l'une des principales causes de blessures chez les personnes âgées. Selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS) [1], entre 28% et 35% des individus de plus de 65 ans sont victimes d'une chute chaque année, un pourcentage qui s'élève à 32% à 42% pour les plus de 70 ans .

### 2.2 Les principales causes de chute chez Les personnes âgées malvoyantes

Les personnes âgées malvoyantes sont plus vulnérables aux chutes en raison de divers facteurs, principalement liés à leur déficience visuelle qui perturbe leur capacité à percevoir correctement leur environnement. Plusieurs causes contribuent à ces chutes, et elles peuvent être regroupées en différentes catégories :

#### 2.2.1 Les problèmes de perception visuelle

peuvent augmenter considérablement le risque de chutes. On a :

## Chapitre 1. Contexte et problématique de la détection des chutes chez les personnes âgées

---

- **Réduction de la capacité de bien voir** En vieillissant, la capacité à distinguer les détails fins se réduit comme la lecture d’alertes ou des messages comme le montre la figure (1.1), Cela peut empêcher les personnes âgées malvoyantes de repérer des obstacles sur leur chemin, comme des fils électriques, de petits objets au sol ou des irrégularités sur le sol, augmentant ainsi le risque de chutes

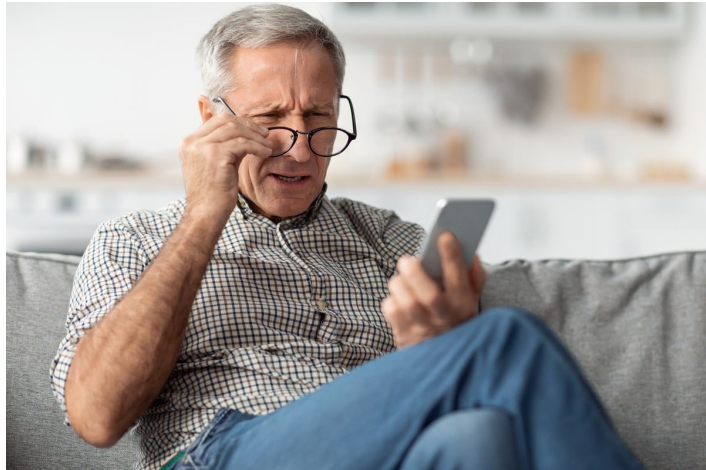


FIGURE 1.1 – Un homme âgé confronté aux défis de la lecture sur smartphone.

- **Problèmes de vision pendant la nuit** Les difficultés à voir dans des conditions de faible luminosité, surtout la nuit, sont courantes chez les personnes âgées, particulièrement en cas de cataractes ou de maladies rétinienne. Cela peut rendre dangereuses les déplacements dans des environnements mal éclairés, où les risques de chutes sont plus élevés.

### 2.2.2 Les troubles de l’équilibre et de la coordination

sont également des facteurs importants dans le risque de chutes

- **Problèmes de coordination** La perte de vision complique la coordination des mouvements et le maintien de l’équilibre. Les personnes malvoyantes doivent souvent s’appuyer davantage sur leur toucher et leur ouïe pour se déplacer, voir la figure (1.2). Cependant, ces compensations ne suffisent pas toujours à prévenir les chutes.



FIGURE 1.2 – Problèmes de coordination et de stabilité chez une femme âgée.

- **Mauvaise adaptation à l’environnement** Les personnes malvoyantes ont du mal à réagir rapidement aux changements dans leur environnement, comme les variations de terrain, les obstacles imprévus (marches, rampes, trous dans le sol) ou les objets en mouvement, ce qui augmente le risque de chutes.

### 2.2.3 Les facteurs environnementaux

jouent également un rôle crucial dans les chutes des malvoyantes

- **Aménagement du domicile non adapté** Beaucoup de logements de personnes âgées malvoyantes ne sont pas conçus pour répondre à leurs besoins de sécurité. L’absence de repères visuels, comme des contrastes de couleurs sur les marches, les seuils ou même dans l’agencement des pièces, peut compliquer les déplacements et rendre l’environnement risqué. De plus, des objets mal rangés ou mal placés peuvent facilement provoquer des chutes.
- **Mobilier et accessoires dangereux** les tapis mal disposés ou glissants, ou encore des accessoires comme des rideaux traînants peuvent créer des obstacles invisibles qui augmentent le risque de chutes.

### 2.2.4 Les problèmes de santé associés

augmentent également le risque de chutes

- **blessure musculaire et osseuse** Des troubles comme l’arthrose, la faiblesse musculaire ou d’autres problèmes de mobilité sont courants chez les personnes âgées. Ces affections peuvent aggraver les effets de la déficience visuelle. Par exemple, la difficulté à maintenir son équilibre pendant les déplacements

## Chapitre 1. Contexte et problématique de la détection des chutes chez les personnes âgées

---

ou à se relever après une chute peut rendre la situation encore plus dangereuse.

- **Prise de médicaments** Certaines personnes âgées prennent des médicaments qui affectent leur équilibre, comme les sédatifs, les antihypertenseurs ou les médicaments contre l'anxiété. Ces médicaments peuvent rendre les individus encore plus vulnérables aux chutes.
- **Maladies neurologiques** Des affections comme la maladie de Parkinson, qui touchent fréquemment les personnes âgées, peuvent provoquer des tremblements et des problèmes de coordination comme illustre dans la figure (1.3). Lorsqu'elles sont associées à une déficience visuelle, ces maladies aussi augmentent le risque de chutes.



FIGURE 1.3 – signes de troubles neurologiques chez les seniors.

### 2.2.5 Les facteurs psychologiques et sociaux

jouent un rôle important dans le risque de chutes

- **Perte de confiance** La déficience visuelle peut provoquer un sentiment d'insécurité et une perte de confiance en soi, ce qui pousse parfois les individus à réduire leurs activités physiques. Cette inactivité entraîne une perte de force musculaire et de coordination, augmentant ainsi les risques de chutes.
- **Isolement social** Les personnes malvoyantes, en particulier les aînées, peuvent se retrouver isolées socialement. Cela peut conduire à une diminution de l'activité physique et à un manque d'engagement dans des activités de réadaptation ou de prévention des chutes.

### 2.2.6 Les déplacements à l'extérieur

représentent également un défi important pour les malvoyantes

- **Obstacles imprévus** À l'extérieur, les personnes malvoyantes rencontrent des obstacles inattendus, tels que des trottoirs abîmés, des zones en construction, des véhicules garés sur les trottoirs ou des variations soudaines de niveau.

Sans aide, ces obstacles peuvent devenir des dangers importants.

- **Absence de repères auditifs** Les malvoyantes se fient souvent aux repères sonores, comme les bruits de la circulation ou d'autres sons environnementaux, pour s'orienter. Cependant, lorsque ces repères sont perturbés, par exemple en raison d'un environnement bruyant ou d'une perte partielle de l'audition, le risque de chutes augmente considérablement.

### 3 Les conséquences de ces chutes

Certaines chutes chez les personnes âgées sont qualifiées de « bénignes » car elles ne provoquent aucune conséquence nécessitant une intervention médicale ou une consultation aux urgences, représentant environ 35 % des chutes, selon l'Institut de Veille Sanitaire (InVS) en 2007 [2]. D'autres chutes, dites « graves », peuvent entraîner des traumatismes physiques plus ou moins graves, allant des lésions légères (hématomes, plaies, entorses, fractures costales) à des traumatismes sévères (traumatismes crâniens, fractures vertébrales ou des membres, notamment du col du fémur). Ces incidents peuvent conduire à une hospitalisation .

Les chutes graves engendrent également des répercussions psychologiques et sociales importantes, affectant le bien-être mental et l'intégration sociale de la personne âgée, et peuvent contribuer à une élévation du taux de mortalité. En outre, la gestion des chutes graves chez les seniors implique un coût économique considérable, en raison des soins médicaux et hospitaliers nécessaires, ainsi que des pertes de productivité associées ci-dessous. La figure (1.4) illustre le pourcentage de chutes sur l'année et de leurs conséquences chez les personnes âgées de 65 ans ou plus.

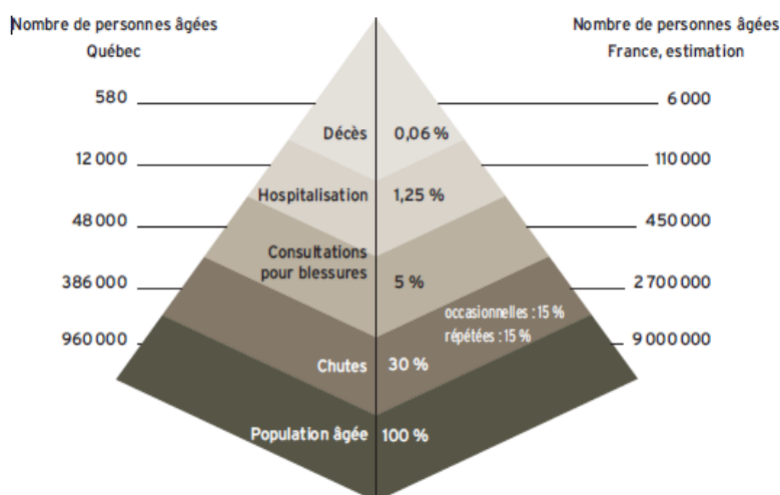


FIGURE 1.4 – Les chutes et leurs conséquences chez les personnes âgées de 65 ans et plus en France et au Québec .

Parmi les principales conséquences On cite :

### 3.1 Blessures physiques et hospitalisations

Les blessures résultant des chutes peuvent être graves et nécessiter des soins médicaux prolongés. Parmi les blessures les plus courantes, on trouve

- **Fractures osseuses** Les fractures, notamment des hanches, poignets ou bras, sont fréquentes et peuvent conduire à une hospitalisation longue. Les fractures de la hanche, par exemple, sont souvent à l'origine d'une perte d'autonomie durable.
- **Traumatismes crâniens** Les blessures à la tête, voir la figure (1.5), telles que les commotions cérébrales ou fractures du crâne, sont particulièrement préoccupantes chez les personnes âgées, pouvant provoquer des dommages cérébraux durables, notamment des troubles cognitifs.



FIGURE 1.5 – Choc à la tête après une chute chez une femme âgée.

- **Entorses et blessures aux ligaments** Les entorses des chevilles ou genoux comme illustre dans la figure (1.6), sont courantes après une chute. Bien que ces blessures puissent sembler moins graves, elles nécessitent souvent une rééducation et peuvent nuire à la mobilité.

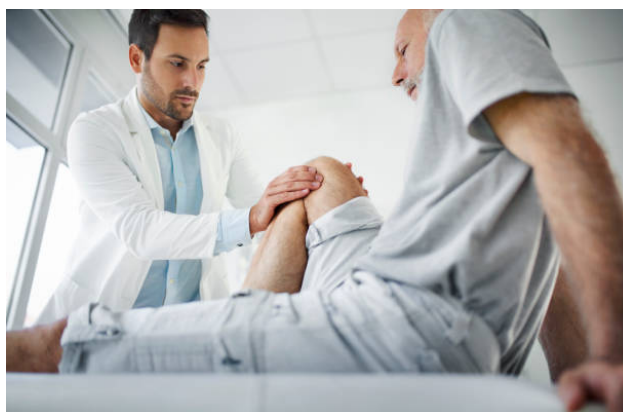


FIGURE 1.6 – Consultation médicale pour une entorse du genou après une chute.

- **Coût des soins médicaux et hospitalisation prolongée** Les chutes entraînent souvent des hospitalisations longues, parfois accompagnées de rééducation. Cela représente un coût important, tant pour les individus que pour les systèmes de santé. Dans certains cas, les blessures peuvent entraîner une dépendance aux soins à long terme.

### 3.2 Effets psychologiques

Les chutes ont aussi des effets significatifs sur la santé mentale des personnes âgées, modifiant leur comportement et détériorant leur qualité de vie.

- **Peur de tomber à nouveau** Après une chute, beaucoup de personnes âgées développent une peur intense de retomber, ce qui peut limiter leur mobilité et les amener à éviter certaines activités quotidiennes. Cela peut aussi entraîner une perte de confiance en soi et une réduction de l'indépendance.
- **Anxiété et stress** La peur constante de subir une nouvelle chute provoque souvent de l'anxiété, exacerbée par la douleur et la récupération des blessures. Cette anxiété peut aggraver la sensation de vulnérabilité.
- **Dépression** Les chutes peuvent entraîner un sentiment de perte de contrôle, menant parfois à la dépression. Ce sentiment peut être renforcé par la douleur physique, comme montre la figure (1.7). l'isolement social et la difficulté à accomplir des tâches quotidiennes.



FIGURE 1.7 – Souffrance émotionnelle et signes de dépression chez une femme âgée.

- **Perte d'autonomie** Les blessures graves peuvent rendre les personnes âgées incapables d'effectuer des tâches simples, comme se déplacer, s'habiller ou préparer les repas. Cela a un impact direct sur leur indépendance émotionnelle et sociale, les rendant plus dépendantes des autres.

### 3.3 Conséquences sociales

Les chutes influencent aussi les relations sociales et familiales, en limitant la participation à la vie sociale et augmentant la dépendance.

- **Isolement social** Par crainte de chuter à nouveau, les personnes âgées peuvent éviter de sortir, ce qui les conduit à un isolement social accru. Ce retrait peut entraîner un sentiment d'exclusion et aggraver des problèmes de dépression et de solitude.
- **Dépendance accrue** Les personnes âgées qui subissent des chutes graves deviennent souvent plus dépendantes des autres pour leurs soins quotidiens. Cette dépendance peut peser sur les relations familiales et sociales, en particulier lorsque les proches doivent assumer un rôle de soignant.
- **Impact sur les relations familiales** Les membres de la famille peuvent se retrouver à devoir fournir des soins constants, ce qui peut générer des tensions et du stress. Les responsabilités de soins peuvent aussi devenir une source de fatigue, affectant la dynamique familiale.
- **Réduction de la participation sociale** La peur de tomber et les blessures subies peuvent empêcher les personnes âgées de participer à des activités sociales. Cette réduction de la participation à des loisirs et événements communautaires peut entraîner une perte de contacts sociaux, ce qui altère leur réseau de soutien et leur satisfaction personnelle.

## 4 Approches préventives des chutes

La prévention des chutes chez les personnes âgées est essentielle pour préserver leur santé et leur indépendance. Ces chutes peuvent entraîner des blessures graves, des hospitalisations et une perte d'autonomie. Pour réduire ces risques, plusieurs approches préventives sont mises en place, en tenant compte de l'environnement, de la santé physique et mentale, ainsi que de l'éducation des personnes âgées et de leurs proches [8]. On a cité les principales stratégies

### 4.1 Amélioration de l'environnement domestique

L'adaptation de l'environnement domestique est cruciale pour sécuriser les déplacements des personnes âgées et limiter les risques de chutes [3]. Les actions à mettre en place incluent

- **Suppression des obstacles** Il est important d'enlever les objets laissés sur le sol, comme les câbles, les tapis ou les meubles mal placés. Ces éléments peuvent être particulièrement risqués pour les personnes ayant des problèmes de vision ou d'équilibre.
- **Installation de barres d'appui** Des barres d'appui dans les lieux à risque (salles de bain, toilettes, escaliers) sont essentielles pour soutenir la personne pendant ses déplacements.
- **Éclairage suffisant** Un bon éclairage dans toute la maison, surtout dans les escaliers, couloirs et autres zones sensibles, permet d'éviter les chutes dues à des obstacles invisibles. L'utilisation de capteurs de mouvement est également recommandée pour éclairer les pièces la nuit.
- **Revêtements de sol antidérapants** Remplacer les tapis glissants par des matériaux antidérapants ou ajouter des dispositifs antidérapants sur les surfaces glissantes peut réduire les risques de chutes.
- **Aménagement des escaliers** Les escaliers doivent être équipés de rampes solides et bien éclairées, avec des marches uniformes et sans irrégularités. Pour les personnes ayant des difficultés, l'installation d'ascenseurs ou de monte-escalier peut être envisagée.

## 4.2 Programmes d'exercices physiques adaptés

L'exercice physique est fondamental pour maintenir l'équilibre, la force musculaire et la flexibilité, éléments clés pour prévenir les chutes. Les programmes recommandés incluent

- **Exercices d'équilibre** Des activités spécifiques comme le Tai Chi illustrer dans la figure (1.8), qui favorise la coordination et la stabilité, sont particulièrement efficaces pour prévenir les chutes.



FIGURE 1.8 – Activité physique : Tai Chi pour les seniors.

- **Renforcement musculaire** Les exercices visant à renforcer les muscles des jambes, des hanches et des abdominaux contribuent à la stabilité corporelle. La marche, les exercices de résistance comme illustrer dans la figure (1.9), et les activités aquatiques sont bénéfiques.



FIGURE 1.9 – séance de renforcement musculaire pour seniors.

- **Amélioration de la flexibilité** Des programmes comme le yoga ou des étirements doux permettent de maintenir la mobilité, réduisant ainsi le risque de blessures en cas de perte d'équilibre.

- **Prévention de la sarcopénie** En luttant contre la perte musculaire liée à l'âge, ces exercices aident à maintenir la force physique et à diminuer les risques de chutes.

### 4.3 Intervention médicamenteuse et révision des traitements

La gestion des médicaments est un aspect crucial de la prévention des chutes. Certains médicaments peuvent augmenter le risque de chutes, notamment ceux qui affectent l'équilibre, la vigilance ou la pression artérielle. Les mesures préventives comprennent

- **Révision des prescriptions médicamenteuses** Les professionnels de santé doivent examiner régulièrement les médicaments prescrits pour identifier ceux pouvant accroître le risque de chutes, comme les sédatifs, tranquillisants ou antihypertenseurs.
- **Ajustement des traitements** Lorsqu'un médicament est nécessaire, il est important d'ajuster les doses pour minimiser les effets secondaires. Des alternatives moins risquées peuvent être envisagées pour maintenir la vigilance et la coordination des personnes âgées.

## 5 conclusion

Les chutes chez les personnes âgées sont un problème majeur de santé publique, entraînant des conséquences physiques, psychologiques et sociales importantes. La prévention passe par l'amélioration de l'environnement domestique, l'exercice physique et la sensibilisation. Cependant, la détection rapide des chutes reste essentielle. C'est pourquoi, dans le prochain chapitre, nous aborderons les technologies et méthodes de détection des chutes adaptées aux smartphones, offrant ainsi une réponse innovante à ce défi.

## CHAPITRE 2

# TECHNOLOGIES ET MÉTHODES DE DÉTECTION DES CHUTES ADAPTÉES AUX SMARTPHONES

# 1 Introduction

Autrefois, des dispositifs spécialisés étaient utilisés pour détecter les chutes, tels que des capteurs portés sur le corps, des bracelets ou des pendentifs reliés à des systèmes d'alerte. Ces appareils étaient souvent connectés à des centrales d'appel qui recevaient les alertes en cas de chute. Par exemple, certains dispositifs utilisaient des détecteurs de mouvement simples ou des bracelets équipés de boutons d'urgence à activer manuellement après un accident.

D'autres encore nécessitaient une surveillance constante par un personnel dédié, ce qui pouvait entraîner des délais d'intervention.

Cependant, avec l'avènement des technologies mobiles, les smartphones sont désormais devenus des outils essentiels dans ce domaine. Grâce à leurs capteurs intégrés (accéléromètres, gyroscopes, etc.) et leur capacité de traitement en temps réel, ces appareils offrent une solution pratique et accessible pour surveiller les mouvements des utilisateurs et émettre des alertes en cas de chute.

L'amélioration des algorithmes et de l'intelligence artificielle a permis de perfectionner ces systèmes, réduisant les fausses alertes et affinant la détection des chutes réelles. Aujourd'hui, ces technologies sont intégrées dans des applications mobiles et des dispositifs portables, permettant une couverture plus étendue et une réactivité renforcée. L'objectif est de garantir une intervention rapide, en informant immédiatement les services d'urgence ou les proches en cas d'incident.

## 2 Les technologies de détection des chutes

Les technologies de détection des chutes reposent sur l'utilisation de divers capteurs qui mesurent les mouvements et les changements dans l'environnement. Parmi ces capteurs

### — Accéléromètre

Un accéléromètre est un capteur électronique qui permet de mesurer les accélérations auxquelles un objet est soumis. Il se compose notamment d'une partie mobile en forme de peigne, constituée de fines tiges en silicium qui se déplacent entre des tiges fixes, espacées d'environ 1,3 micromètre. Lorsque le smartphone est en mouvement, la tige mobile oscille dans une direction, ce qui provoque une variation de la capacité électrique entre les tiges [4].

Cette variation permet de déterminer le sens et l'intensité du déplacement. Comme chaque accéléromètre ne mesure les accélérations que dans un seul plan, il en faut trois pour capter les mouvements selon les axes longitudinal, transversal et vertical. Les données recueillies sont ensuite analysées par un microprocesseur qui reconstitue le mouvement complet..

## Chapitre 2. Technologies et méthodes de détection des chutes adaptées aux smartphones

---

### — Gyroscope

Un gyroscope dans un smartphone est un capteur qui permet de mesurer l'orientation et la rotation du téléphone. Il travaille généralement en combinaison avec l'accéléromètre pour fournir des données sur la position du téléphone dans l'espace en trois dimensions[5].

### — Capteur de lumière (Light sensor)

Comme son nom l'indique, le capteur de lumière détecte la luminosité ambiante et permet à l'écran d'ajuster son éclairage lorsque le mode "ajustement automatique" est activé.

### — Magnétomètre

Le magnétomètre, bien que principalement utilisé pour la boussole, peut contribuer à la détection d'une chute en fournissant des données complémentaires pour la reconnaissance de la position.

### — Capteur de proximité

C'est grâce à ce capteur que l'écran de votre Smartphone s'éteint lorsque vous effectuez un appel par exemple. En d'autres termes, il détecte votre présence près de l'écouteur de l'appareil.

### — GPS

Le GPS est de plus en plus présent sur nos Smartphones et de plus en plus utilisé, ce dernier sert à vous géolocaliser, ou en d'autres termes à vous fournir votre position géographique exacte. Très utile lorsqu'on souhaite connaître l'itinéraire à suivre pour se rendre à un endroit qu'on ne connaît pas en utilisant Google Maps par exemple

## 3 Les méthodes de détection des chutes

Les méthodes de détection des chutes se divisent en trois catégories principales, Chacune de ces approches présente des caractéristiques distinctes en termes de précision, de complexité et de flexibilité.

### 3.1 Méthodes Basées sur des Seuils (Threshold-based)

Les méthodes basées sur des seuils exploitent des capteurs (accéléromètre/gyroscope.) Pour détecter les événements correspondant à une chute. L'idée principale est de définir un ou plusieurs seuils à partir des données des capteurs, et lorsque ces seuils sont dépassés, un événement de chute est supposé se produire [6].

Cette méthode présente des avantages, notamment : **Simplicité** , **Temps de réponse rapide**, **Faible consommation d'énergie**, et **Coût faible**. Cependant, malgré ces avantages, les méthodes basées sur des seuils présentent certaines limitations, telles que le risque de **faux positifs** , **la difficulté d'adaptation** à des

---

situations variées, ainsi qu'une **précision moindre** par rapport aux autres approches.

## 3.2 Méthodes Basées sur l'Apprentissage Automatique (Machine Learning)

Les méthodes d'apprentissage automatique reposent sur des algorithmes capables d'analyser les données des capteurs et de distinguer une chute d'un mouvement habituel. Ces algorithmes s'appuient sur des jeux de données comprenant à la fois des exemples de chutes et d'activités normales [7]. Les principales approches incluent :

**Méthodes supervisées :** Ces modèles utilisent des données annotées, où chaque enregistrement des capteurs est associé à une étiquette précisant s'il s'agit d'une chute ou non. Des algorithmes tels que les forêts aléatoires, les SVM (machines à vecteurs de support) ou les réseaux de neurones sont couramment employés.

### **Méthodes non supervisées :**

Ces techniques permettent de détecter des anomalies sans recourir à des données étiquetées, ce qui est utile lorsque l'annotation des données est complexe. Le modèle identifie alors les écarts par rapport aux comportements habituels.

**les avantages** de cette méthodes offrent une grande précision et peuvent s'adapter aux spécificités de chaque individu, tenant compte de la diversité des mouvements **au contraire** elles demandent un volume important de données pour l'entraînement et leur mise en œuvre est plus complexe que les méthodes basées sur des seuils fixes.

## 3.3 Méthodes Hybrides

Les méthodes hybrides combinent plusieurs techniques pour améliorer la précision de la détection des chutes, Elles peuvent également inclure la fusion de plusieurs capteurs pour renforcer la précision, en croisant les données provenant de l'accéléromètre, du gyroscope et du GPS.

ex ( un système hybride pourrait commencer par utiliser une méthode basée sur un seuil pour détecter une accélération brutale, puis appliquer un modèle d'apprentissage automatique pour valider si cet événement est effectivement une chute, en tenant compte des paramètres contextuels comme l'orientation et la vitesse de rotation ).

**l'avantage** de cette méthode, elle a une Meilleure précision en combinant la simplicité des méthodes basées sur des seuils avec la flexibilité des algorithmes d'apprentissage automatique, **au contraire** ces systèmes peuvent être plus gourmands en ressources (mémoire, calculs), et leur implémentation est plus complexe.

## 4 Comparaison Des Methodes

Le tableau suivant (2.1) nous montre les différents critères des trois méthodes de détection de chute adaptées aux smartphones.

Critère	Méthodes basées sur seuil	Apprentissage Automatique	Méthodes Hybrides
Simplicité d'implémentation	Simple	Complexe	Moyennement complexe
Consommation d'énergie	Faible	Élevée	Modéré
Précision	Haute (précision supérieure)	Moyenne (Faux positifs)	Haute (précision supérieure)
Temps de réponse	Rapide	Modéré	Modéré

TABLE 2.1 – Tableau comparatif des méthodes De Détection Des Chutes.

D'après la comparaison faite entre ces trois méthodes, on a opté pour la méthode basée sur le seuil, car elle est fiable, plus précise et plus rapide. Et c'est cette dernière qui en va utiliser dans notre application.

## 5 conclusion

Nous avons exploré les différentes technologies et méthodes utilisées pour la détection des chutes sur les smartphones. L'intégration de capteurs tels que l'accéléromètre, le gyroscope et le GPS, combinés à des algorithmes de traitement de données intelligentes, offrent une solution prometteuse pour détecter les chutes en temps réel. Cependant, bien que ces technologies aient fait des progrès significatifs, des défis restent à surmonter, notamment en ce qui concerne la précision, la consommation énergétique et la gestion des fausses alertes

Bien que des améliorations soient encore nécessaires, la détection des chutes via smartphone représente un domaine en forte évolution, avec un potentiel considérable pour améliorer la sécurité et la qualité de vie des utilisateurs.

## CHAPITRE 3

---

DÉVELOPPEMENT D'UNE APPLICATION ANDROID  
INTERACTIVE POUR LA DÉTECTION DES CHUTES  
CHEZ LES PERSONNES ÂGÉES

## 1 Introduction

Ce chapitre s'intéresse à la conception d'une application Android interactive dédiée à la détection des chutes chez les personnes âgées. Nous y explorerons l'ensemble du processus de développement de l'application, en commençant par la configuration de l'environnement de développement, à travers l'installation d'Android Studio, jusqu'à la création et la mise en œuvre des fonctionnalités de l'application. Nous étudierons également les caractéristiques techniques de l'outil Android Studio et les prérequis nécessaires pour le déploiement de cette solution.

L'objectif principal de ce chapitre est de présenter les étapes fondamentales permettant de réaliser une application robuste et fonctionnelle, en prenant compte les besoins spécifiques des utilisateurs, ainsi que les technologies nécessaires à sa conception. Nous verrons également comment ces outils peuvent contribuer à la création d'une application efficace dans la détection précoce des chutes, un enjeu crucial pour améliorer la sécurité et la qualité de vie des personnes âgées.

## 2 Système de Détection de Chute Basé sur l'Analyse des Accélérations

On utilise un accéléromètre qui fournit les valeurs d'accélération dans la direction des axes x, y et z. L'accélération se note en générale avec la lettre "a" (toujours en minuscule), elle s'exprime en mètre par seconde au carré dont le symbole est  $m/s^2$  ou  $m.s^{-2}$ .

Comme le montre la figure ci-dessous (3.1), l'axe des X est horizontal et pointe vers la droite, celui des Y est vertical et pointe vers le haut et l'axe des Z est dirigé vers l'extérieur de la face avant de l'écran.

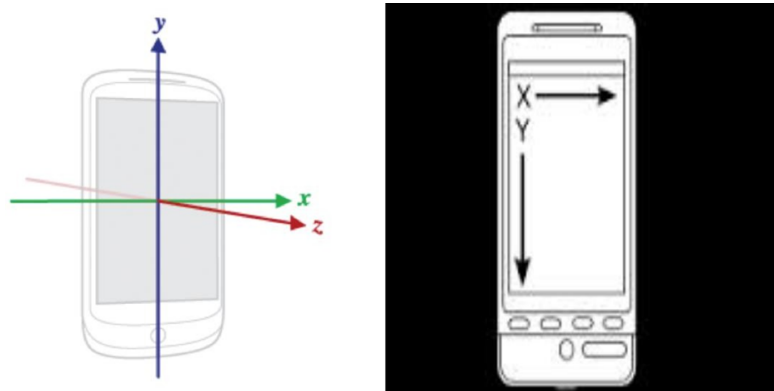


FIGURE 3.1 – Système de coordonnées API (SensorEvent)

L'accélération instantanée d'un système est définie comme la dérivée de la vitesse par rapport au temps (3.1) :

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} \quad (3.1)$$

Dans un repère orthonormé ( O,  $\vec{i}$ ,  $\vec{j}$ ,  $\vec{k}$  )

il exprimé en fonction des composants suivant les différents axes du repère (3.2) :

$$\vec{a} = a_x \hat{i} + a_y \hat{j} + a_z \hat{k} \quad (3.2)$$

Etant donné que l'accélération correspond à la norme du vecteur d'accélération elle peut être calculée à l'aide de la relation (3.3) :

$$a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2} \quad (3.3)$$

Ces composantes sont elles-mêmes les dérivées des composantes de la vitesse (3.4) :

$$a_x = \frac{dv_x}{dt}, \quad a_y = \frac{dv_y}{dt}, \quad a_z = \frac{dv_z}{dt} \quad (3.4)$$

La vitesse étant elle une dérivée du vecteur de position, les composantes du vecteur d'accélération peuvent s'exprimer sous forme de dérivées seconde des coordonnées du système (3.5) :

$$a_x = \frac{d^2x}{dt^2}, \quad a_y = \frac{d^2y}{dt^2}, \quad a_z = \frac{d^2z}{dt^2} \quad (3.5)$$

La valeur de l'accélération totale peut enfin être calculée, elle correspond à la norme du vecteur accélération et peut donc être obtenue grâce à la relation (3.6) :

$$a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2} \quad (3.6)$$

Les premières valeurs séparées de trois axes sont vérifiées à l'aide d'une valeur de seuil. Lorsque l'amplitude totale de l'accélération dépasse le seuil, nous comptabilisons une chute.

## Chapitre 3. Développement d'une Application Android Interactive pour la détection des chutes chez les personnes âgées

---

Grâce à ces données collectées par des capteurs d'accélération on a intégré ce système dans notre application mobile. Nous utilisons un environnement de développement intégré (IDE) nommé **Android Studio** qui permet de créer et de tester l'application en intégrant l'algorithme de détection des chutes. Android Studio nous permet ainsi de concevoir l'interface utilisateur, gérer les capteurs du téléphone et déployer l'application sur des appareils Android.

### 3 Android studio

Android, un système d'exploitation mobile, repose sur une version modifiée de Linux. À l'origine développé par une startup appelée Android, Inc., il a été acquis par Google en 2005. Google a alors poursuivi le développement d'Android dans le cadre de sa stratégie d'entrée sur le marché mobile.

Une caractéristique fondamentale d'Android est sa nature ouverte et gratuite, avec une grande partie de son code publié sous la licence open source Apache. L'adoption d'Android présente plusieurs avantages, notamment une approche unifiée du développement d'applications. Les développeurs peuvent se concentrer sur le développement pour Android en général, sachant que leurs applications seront compatibles avec de nombreux appareils pris en charge par ce système d'exploitation.

#### 3.1 Caractéristiques principales d'Android Studio

Android Studio intègre Gemini, un assistant AI qui aide à générer du code, à corriger le code et à répondre aux questions sur le développement d'applications Android.

#### 3.2 Les prérequis d'un système pour installer Android Studio

Pour installer Android Studio, le système doit répondre à certains prérequis. Les exigences minimales sont recommandées pour différentes plateformes en 2024. Ces spécifications sont susceptibles de changer avec le temps, donc il est toujours bon de vérifier les dernières informations sur le site officiel d'Android Studio avant de procéder à l'installation.

##### Environnement logiciel

Dans le cadre du développement de notre application interactive destinée au guidage des personnes malvoyantes sous Android, nous avons utilisé l'environnement de développement Android Studio, avec le langage de programmation Java.

## JAVA

**Généralités :** Java est un langage de programmation orienté objet, développé par Sun Microsystems et lancé en 1995. Il propose de nombreuses fonctionnalités permettant la création d'applications complètes. Java repose notamment sur l'utilisation de structures de données classiques telles que les tableaux et les fichiers, tout en mettant un fort accent sur l'allocation dynamique de mémoire pour la création et la gestion d'objets.[9]

Dans Java, le concept de structure de données est remplacé par celui de classe, qui sert de modèle pour créer des objets. Les classes définissent les attributs (propriétés) et les méthodes (comportements) des objets, ce qui permet une organisation claire et une modélisation efficace des entités au sein d'un programme. Java intègre également des outils pour développer des interfaces graphiques (GUI), facilitant ainsi la création d'applications interactives. Ces interfaces permettent aux utilisateurs d'interagir de manière intuitive avec le logiciel, en accédant aux données et fonctionnalités selon leurs besoins, sans suivre un enchaînement imposé. Cela contribue à offrir une expérience utilisateur plus souple et agréable.

### Les Fondamentaux de Java : Portabilité, Outils de Développement, Bibliothèques, Syntaxe et Évolution

1. **Portabilité :** Java est reconnu pour sa philosophie "écrire une fois, exécuter partout". Cela signifie que le code Java, une fois compilé en bytecode, peut être exécuté sur n'importe quelle machine équipée d'une Java Virtual Machine (JVM), sans nécessiter de modification du code source.
2. **Outils de développement (JDK et JRE) :**  
Le développement et l'exécution d'applications Java reposent sur deux éléments essentiels :
  - (a) **Le Java Development Kit (JDK)** qui comprend notamment le compilateur Java (javac) et divers outils pour développer des applications.
  - (b) **Le Java Runtime Environment (JRE)** indispensable pour exécuter les programmes Java sur une machine.
  - (c) **Bibliothèques standard :** Java met à disposition une riche bibliothèque standard, appelée :
    - i. **Java Class Library :** contenant un grand nombre de classes prêtes à l'emploi. Ces bibliothèques couvrent de nombreuses fonctionnalités utiles au développement, telles que la gestion des collections, les entrées/sorties, les interfaces graphiques, le réseau, etc.
    - ii. **Syntaxe :** La syntaxe de Java s'inspire fortement de celle du C++,

## Chapitre 3. Développement d'une Application Android Interactive pour la détection des chutes chez les personnes âgées

mais elle a été conçue pour être plus simple et plus sûre, en supprimant certaines complexités et particularités propres à C++.

- iii. **Sdk** : Les outils SDK sont nécessaires pour pouvoir utiliser Android Studio (voir la figure 3.2)

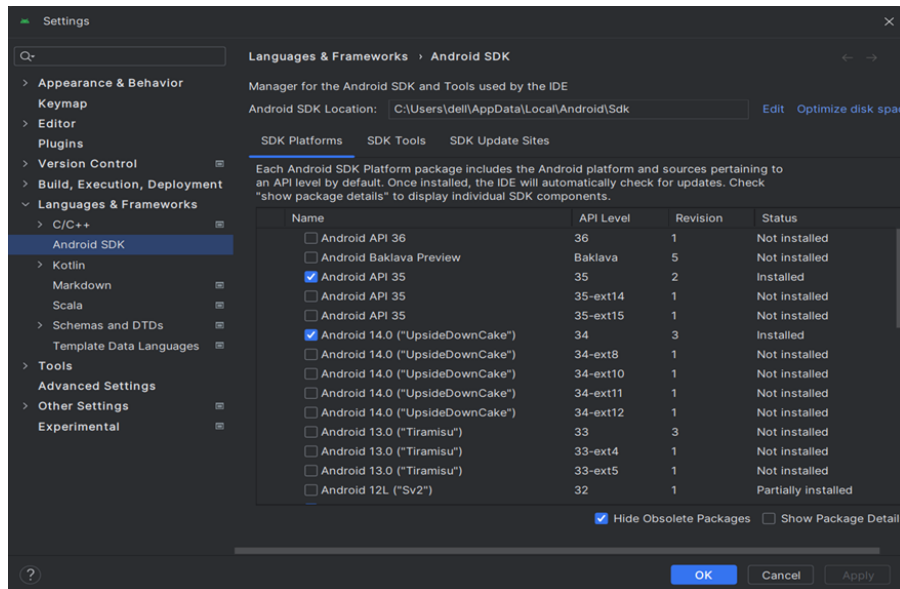


FIGURE 3.2 – Interface de SDK.

### iv. Évolution

Depuis son lancement, Java a connu de nombreuses évolutions. Parmi les ajouts majeurs, on peut citer :

- Les expressions lambda et les flux (streams) introduits avec Java 8
- Une nouvelle API pour la gestion des dates et heures
- Et le système de modules intégré à partir de Java 9, renforçant l'organisation et la modularité des applications

### 3.3 Configuration d'Android Studio et création de projets

Après l'installation d'Android Studio, Nous pouvons le démarrer et commencer la création d'un nouveau projet [10], comme indiqué dans la figure (3.3).



FIGURE 3.3 – l'installation et lancement d'Android Studio.

Pour préparer à l'avance des outils spécifiques à la nature d'application qu'on veut créer il nous propose de choisir un modèle (Template). La figure (3.4) suivante montre la proposition des modèles disponibles

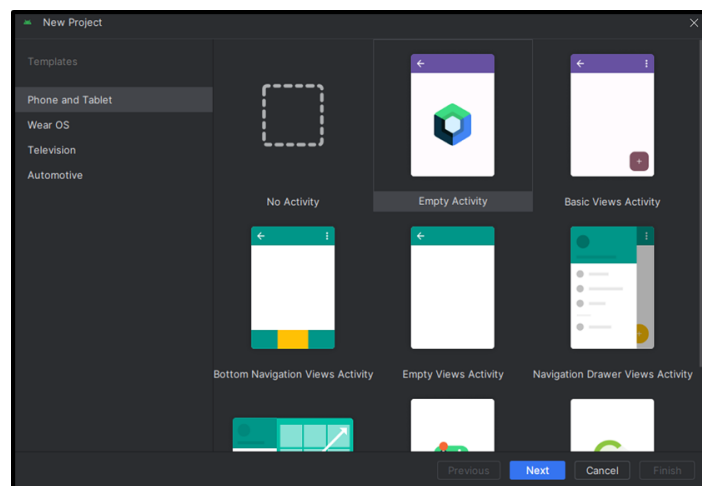


FIGURE 3.4 – Les modèles d'application disponibles.

## Chapitre 3. Développement d'une Application Android Interactive pour la détection des chutes chez les personnes âgées

Le reste de la configuration concerne les détails spécifiques de l'application à créer, notamment son nom, le nom de son package, l'emplacement de sauvegarde sur le disque dur, le choix du langage de programmation (Java ou Kotlin), ainsi que la version minimale du système d'exploitation Android prise en charge. La figure suivante (3.5) illustre les champs à renseigner pour configurer l'application à créer

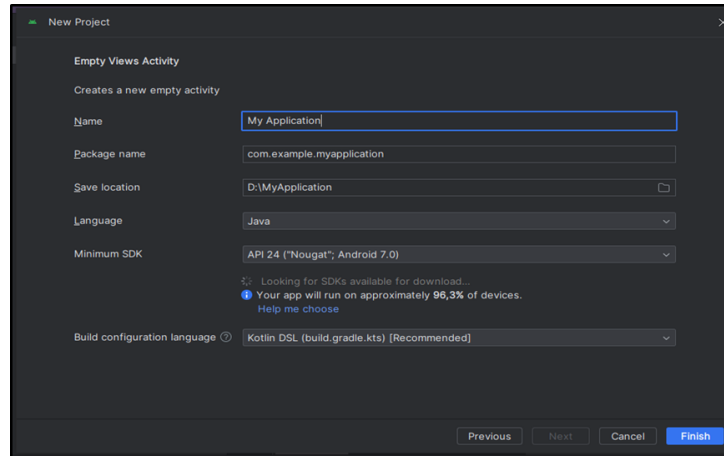


FIGURE 3.5 – Configuration de l'application Android à créer

L'interface de notre application sur Android studio est illustrée dans la figure suivante (3.6).

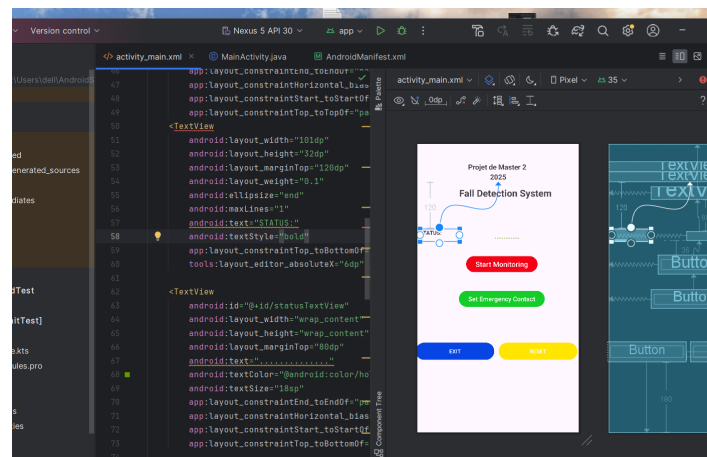


FIGURE 3.6 – Activité main.Xml

Dans la Figure (3.6), nous examinons le fichier "activity main.xml". Cette ressource XML joue un rôle important dans la conception de l'interface utilisateur de notre application Android. En analysant cette représentation, nous pouvons comprendre la disposition et la structure visuelle de notre interface principale

La figure (3.7) illustre la structure fondamentale de la classe principale (**main**), décrivant notre application et la manière dont elle interagit avec les différentes fonctionnalités et composants.

```

192 speak("Did you fall? Press Cancel if this is a mistake.");
193 showFallDetectedDialog();
194 }
195 }
196 }
197 }
198 }
199 }
200 }
201 }
202 }
203 }
204 }
205 }
206 }
207 }
208 }
209 }
210 }
211 }
212 }
213 }
214 }
215 }
216 }
217 }
218 }
219 }
220 }
221 }
222 }
223 }
224 }
225 }
226 }
227 }
228 }
229 }
230 }
231 }
232 }
233 }
234 }
235 }
236 }
237 }
238 }
239 }
240 }
241 }
242 }
243 }
244 }
245 }
246 }
247 }
248 }
249 }
250 }
251 }
252 }
253 }
254 }
255 }
256 }
257 }
258 }
259 }
260 }
261 }
262 }
263 }
264 }
265 }
266 }
267 }
268 }
269 }
270 }
271 }
272 }
273 }
274 }
275 }
276 }
277 }
278 }
279 }
280 }
281 }
282 }
283 }
284 }
285 }
286 }
287 }
288 }
289 }
290 }
291 }
292 }
293 }
294 }
295 }
296 }
297 }
298 }
299 }
300 }
301 }
302 }
303 }
304 }
305 }
306 }
307 }
308 }
309 }
310 }
311 }
312 }
313 }
314 }
315 }
316 }
317 }
318 }
319 }
320 }
321 }
322 }
323 }
324 }
325 }
326 }
327 }
328 }
329 }
330 }
331 }
332 }
333 }
334 }
335 }
336 }
337 }
338 }
339 }
340 }
341 }
342 }
343 }
344 }
345 }
346 }
347 }
348 }
349 }
350 }
351 }
352 }
353 }
354 }
355 }
356 }
357 }
358 }
359 }
360 }
361 }
362 }
363 }
364 }
365 }
366 }
367 }
368 }
369 }
370 }
371 }
372 }
373 }
374 }
375 }
376 }
377 }
378 }
379 }
380 }
381 }
382 }
383 }
384 }
385 }
386 }
387 }
388 }
389 }
390 }
391 }
392 }
393 }
394 }
395 }
396 }
397 }
398 }
399 }
400 }
401 }
402 }
403 }
404 }
405 }
406 }
407 }
408 }
409 }
410 }
411 }
412 }
413 }
414 }
415 }
416 }
417 }
418 }
419 }
420 }
421 }
422 }
423 }
424 }
425 }
426 }
427 }
428 }
429 }
430 }
431 }
432 }
433 }
434 }
435 }
436 }
437 }
438 }
439 }
440 }
441 }
442 }
443 }
444 }
445 }
446 }
447 }
448 }
449 }
450 }
451 }
452 }
453 }
454 }
455 }
456 }
457 }
458 }
459 }
460 }
461 }
462 }
463 }
464 }
465 }
466 }
467 }
468 }
469 }
470 }
471 }
472 }
473 }
474 }
475 }
476 }
477 }
478 }
479 }
480 }
481 }
482 }
483 }
484 }
485 }
486 }
487 }
488 }
489 }
490 }
491 }
492 }
493 }
494 }
495 }
496 }
497 }
498 }
499 }
500 }
501 }
502 }
503 }
504 }
505 }
506 }
507 }
508 }
509 }
510 }
511 }
512 }
513 }
514 }
515 }
516 }
517 }
518 }
519 }
520 }
521 }
522 }
523 }
524 }
525 }
526 }
527 }
528 }
529 }
530 }
531 }
532 }
533 }
534 }
535 }
536 }
537 }
538 }
539 }
540 }
541 }
542 }
543 }
544 }
545 }
546 }
547 }
548 }
549 }
550 }
551 }
552 }
553 }
554 }
555 }
556 }
557 }
558 }
559 }
560 }
561 }
562 }
563 }
564 }
565 }
566 }
567 }
568 }
569 }
570 }
571 }
572 }
573 }
574 }
575 }
576 }
577 }
578 }
579 }
580 }
581 }
582 }
583 }
584 }
585 }
586 }
587 }
588 }
589 }
590 }
591 }
592 }
593 }
594 }
595 }
596 }
597 }
598 }
599 }
600 }
601 }
602 }
603 }
604 }
605 }
606 }
607 }
608 }
609 }
610 }
611 }
612 }
613 }
614 }
615 }
616 }
617 }
618 }
619 }
620 }
621 }
622 }
623 }
624 }
625 }
626 }
627 }
628 }
629 }
630 }
631 }
632 }
633 }
634 }
635 }
636 }
637 }
638 }
639 }
640 }
641 }
642 }
643 }
644 }
645 }
646 }
647 }
648 }
649 }
650 }
651 }
652 }
653 }
654 }
655 }
656 }
657 }
658 }
659 }
660 }
661 }
662 }
663 }
664 }
665 }
666 }
667 }
668 }
669 }
670 }
671 }
672 }
673 }
674 }
675 }
676 }
677 }
678 }
679 }
680 }
681 }
682 }
683 }
684 }
685 }
686 }
687 }
688 }
689 }
690 }
691 }
692 }
693 }
694 }
695 }
696 }
697 }
698 }
699 }
700 }
701 }
702 }
703 }
704 }
705 }
706 }
707 }
708 }
709 }
710 }
711 }
712 }
713 }
714 }
715 }
716 }
717 }
718 }
719 }
720 }
721 }
722 }
723 }
724 }
725 }
726 }
727 }
728 }
729 }
730 }
731 }
732 }
733 }
734 }
735 }
736 }
737 }
738 }
739 }
740 }
741 }
742 }
743 }
744 }
745 }
746 }
747 }
748 }
749 }
750 }
751 }
752 }
753 }
754 }
755 }
756 }
757 }
758 }
759 }
760 }
761 }
762 }
763 }
764 }
765 }
766 }
767 }
768 }
769 }
770 }
771 }
772 }
773 }
774 }
775 }
776 }
777 }
778 }
779 }
780 }
781 }
782 }
783 }
784 }
785 }
786 }
787 }
788 }
789 }
790 }
791 }
792 }
793 }
794 }
795 }
796 }
797 }
798 }
799 }
800 }
801 }
802 }
803 }
804 }
805 }
806 }
807 }
808 }
809 }
810 }
811 }
812 }
813 }
814 }
815 }
816 }
817 }
818 }
819 }
820 }
821 }
822 }
823 }
824 }
825 }
826 }
827 }
828 }
829 }
830 }
831 }
832 }
833 }
834 }
835 }
836 }
837 }
838 }
839 }
840 }
841 }
842 }
843 }
844 }
845 }
846 }
847 }
848 }
849 }
850 }
851 }
852 }
853 }
854 }
855 }
856 }
857 }
858 }
859 }
860 }
861 }
862 }
863 }
864 }
865 }
866 }
867 }
868 }
869 }
870 }
871 }
872 }
873 }
874 }
875 }
876 }
877 }
878 }
879 }
880 }
881 }
882 }
883 }
884 }
885 }
886 }
887 }
888 }
889 }
890 }
891 }
892 }
893 }
894 }
895 }
896 }
897 }
898 }
899 }
900 }
901 }
902 }
903 }
904 }
905 }
906 }
907 }
908 }
909 }
910 }
911 }
912 }
913 }
914 }
915 }
916 }
917 }
918 }
919 }
920 }
921 }
922 }
923 }
924 }
925 }
926 }
927 }
928 }
929 }
930 }
931 }
932 }
933 }
934 }
935 }
936 }
937 }
938 }
939 }
940 }
941 }
942 }
943 }
944 }
945 }
946 }
947 }
948 }
949 }
950 }
951 }
952 }
953 }
954 }
955 }
956 }
957 }
958 }
959 }
960 }
961 }
962 }
963 }
964 }
965 }
966 }
967 }
968 }
969 }
970 }
971 }
972 }
973 }
974 }
975 }
976 }
977 }
978 }
979 }
980 }
981 }
982 }
983 }
984 }
985 }
986 }
987 }
988 }
989 }
990 }
991 }
992 }
993 }
994 }
995 }
996 }
997 }
998 }
999 }
1000 }

```

FIGURE 3.7 – Classe principale (**main**) de notre application

## 4 Organigramme de Notre application

L'organigramme de Notre application décrit un processus de détection de chutes et d'alerte d'urgence illustrer dans la figure (3.8).

Il commence par vérifier si la surveillance des boutons est activée. Si oui, les capteurs d'accéléromètre et de localisation sont activés pour détecter un mouvement anormal. Si le seuil de détection dépasse une certaine valeur ( $25\text{m/s}^2$ ), une notification est envoyée à l'utilisateur pour confirmer la chute. Si l'utilisateur ne répond pas dans les (**10 secondes**), un appel d'urgence est effectué et un SMS de localisation est envoyé automatiquement . Si l'utilisateur confirme la chute, un appel d'urgence est immédiatement lancé avec l'envoi des informations de localisation

### Chapitre 3. Développement d'une Application Android Interactive pour la détection des chutes chez les personnes âgées

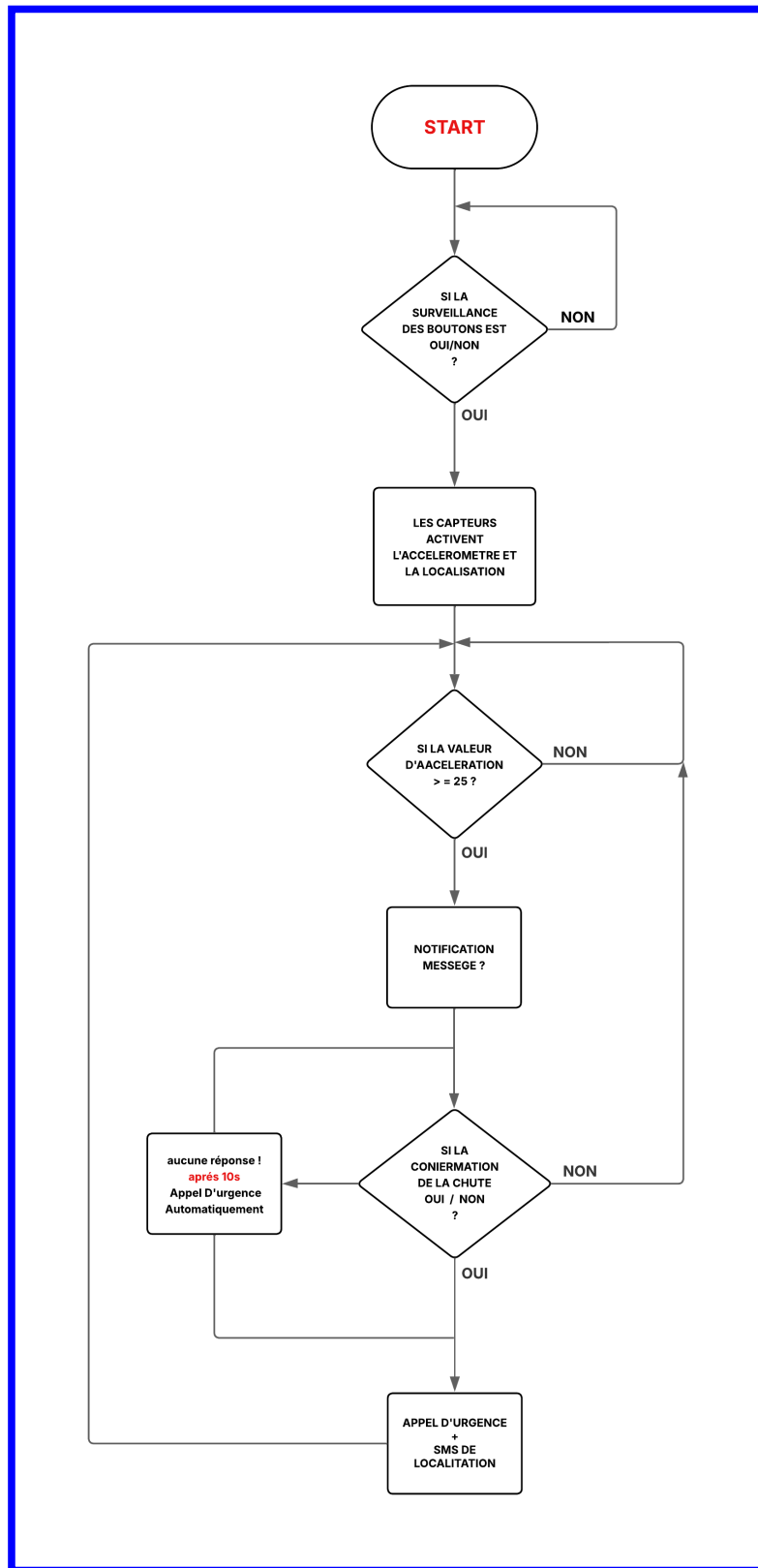


FIGURE 3.8 – Organigramme de fonctionnement

## 5 Interface d'utilisateur

On a crée une interface simple avec des boutons colorés très claires représentés par La figure (3.9)

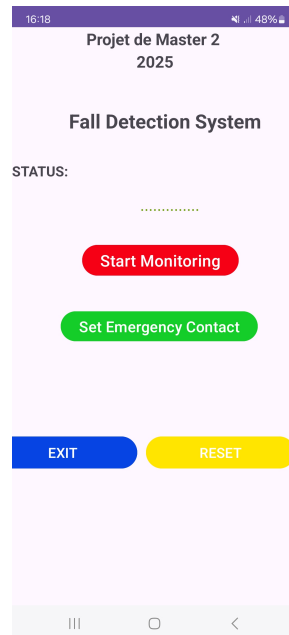


FIGURE 3.9 – L'écran d'accueil de notre application

Puis ensuite nous présentons les fonctionnalités principales de notre application dans la figure suivante (3.10).

### Chapitre 3. Développement d'une Application Android Interactive pour la détection des chutes chez les personnes âgées

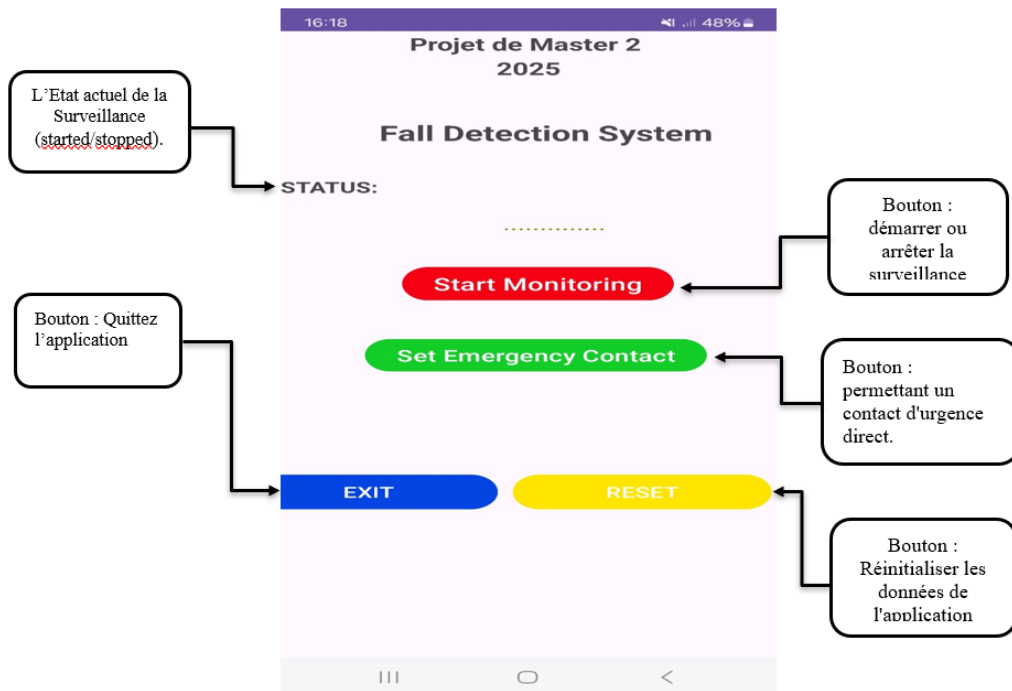


FIGURE 3.10 – les fonctionnalités principales de notre application

On explique le rôle de chaque bouton dans l'interface de notre application :

- **status** : Affichage de l'état de la surveillance si elle est activée ou non.
- **Start Monitoring** : en appuyant sur ce bouton on autorise le début de la détection de la chute chez le malvoyant.
- **Stop Monitoring** : ce bouton permet l'arrêt de la surveillance des chutes.
- **Set emergency Contact** : bouton pour configurer le contact d'urgence, permet de choisir la personne désirée par le malvoyant à venir en aide.
- **Reset** : remet l'affichage à zéro.
- **Exit** : ferme l'application.

---

## 6 Test de l'application Android

### 6.1 la réalisation de notre application

Nous avons déployé Un pc portable pour le développement ayant les caractéristiques suivantes

- Intel Core i5 - 12 Go de mémoire vive.
- Windows 11 - 64 bits.

Et on a utilisé Un Smartphone de la marque Samsung model Galaxy S21 5G pour réaliser les tests avec un processeur Exynos 2100 pour effectuer des calculs en temps réel avec ram de 8 Gb .

Ce processeur utilise la technologie de fabrication en 5 nm, offrant une meilleure efficacité énergétique et de meilleures performances par rapport aux générations précédentes.

Le smartphone fonctionne sous Android 14 avec la surcouche One UI 6.1, ce qui permet d'accéder facilement aux API liées aux capteurs

Avant de commencer à tester l'application Android, il est essentiel de configurer correctement le smartphone pour assurer un fonctionnement optimal de l'application.

### 6.2 Les étapes de Configuration de notre smart phone

Pour configurer notre smartphone, commencez par ouvrir les paramètres du téléphone. Ensuite, accédez à la section "À propos du téléphone" et cherchez l'option "Informations sur le logiciel". Cliquez plusieurs fois, au total sept fois, sur le "Numéro de version" pour activer les options de développement. Une fois cette étape terminée, retournez dans les paramètres et ouvrez les "Options de développement". Vous y trouverez une option pour activer le "Débogage USB", que vous devez activer pour permettre une meilleure gestion de votre appareil via un ordinateur.

Après ces étapes, Connecter le téléphone avec le pc pour Permettre la lecture et l'installation de l'application comme le montre la figure (3.11) :

## Chapitre 3. Développement d'une Application Android Interactive pour la détection des chutes chez les personnes âgées

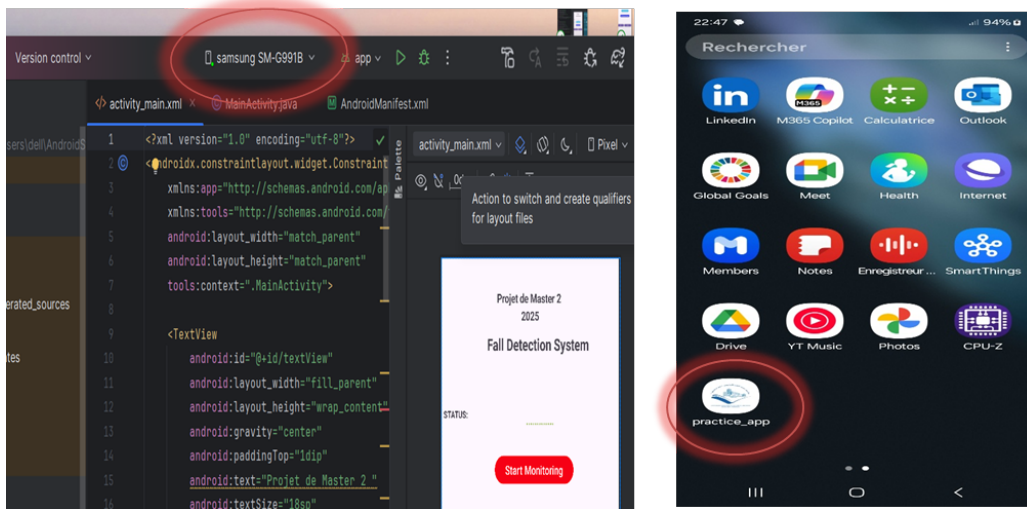


FIGURE 3.11 – installation de l'application sur notre smart phone.

### 6.3 Analyse des Méthodes de Détection des Chutes

Pour préciser la meilleure valeur de seuil nous avons effectué plusieurs études des chutes sur des personnes âgées malvoyantes d'après les data obtenues par l'accéléromètre qu'on va citer si dessous :

#### 6.3.1 Chute antérieure

La chute en avant se produit souvent lorsque la personne perd l'équilibre vers l'avant et n'est pas capable de se rattraper à temps. Par exemple, un objet qui dépasse ou un tapis mal fixé, comme c'est illustré dans la figure (3.12).

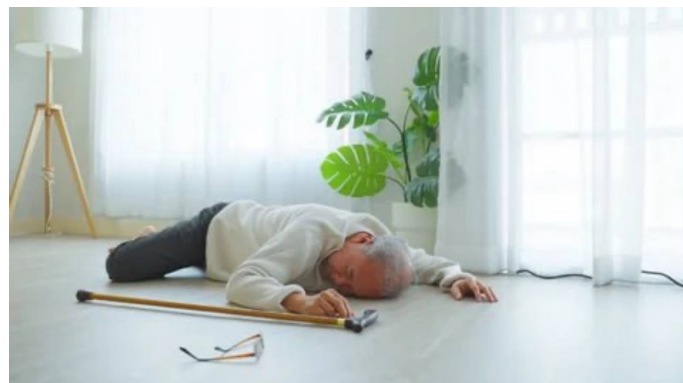


FIGURE 3.12 – Chute d'un senior en avant.

### 6.3.2 Chute postérieure

Les chutes en arrière se produisent lorsque quelqu'un perd son équilibre et tombe en arrière, souvent à cause de difficultés à s'ajuster à des conditions comme un sol accidenté, comme c'est illustré dans la figure (3.13).



FIGURE 3.13 – Chute d'un homme âgé en arrière dans les escaliers.

### 6.3.3 Chute latérale

Cela peut arriver si la personne perd son équilibre d'un côté, par exemple en se penchant trop pour attraper quelque chose ou éviter un obstacle. comme c'est illustré dans la figure (3.14).

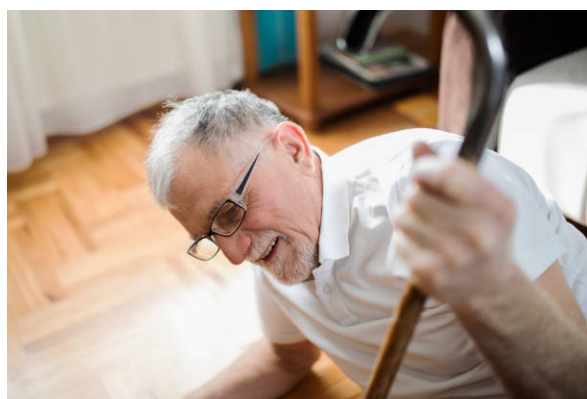


FIGURE 3.14 – Un père âgé tombe à côté.

## Chapitre 3. Développement d'une Application Android Interactive pour la détection des chutes chez les personnes âgées

Après plusieurs expériences en conditions réelles, dépassant dix fois sur les types de chutes montrés dans les figures ( 3.12, 3.13 et 3.14 ) Nous avons obtenu les valeurs d'accélération présentées dans le tableau suivant (3.1) :

Scénarios	Data d'accélération (m/s <sup>2</sup> )
chute antérieure	entre (24.5 - 25)
chute postérieure	entre (24.5 - 26)
chute latérale (G-D)	entre (24 - 24.80, 25.20 - 26)

TABLE 3.1 – Plages d'accélération pour Les trois scénarios des chutes.

## 7 Résultat est discussions

Un seuil très bas, tel que 15m/s<sup>2</sup> ou 18m/s<sup>2</sup>, augmente la sensibilité et provoque un grand nombre de fausses alarmes. Sur cette base, nous avons ajouté une notification d'alerte audio à l'application pour ces personnes âgées malvoyantes en cas de chute, grâce à laquelle il est possible de déterminer la validité de cette chute, qu'il s'agisse d'une chute réelle ou fausse, avec une période de 10 secondes, comme c'est illustré dans la figure (3.15).

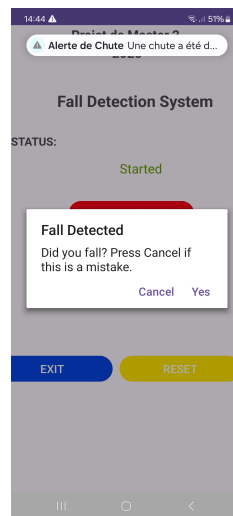


FIGURE 3.15 – notification d'alerte audio

Car certaines activités, comme s'asseoir rapidement ou trébucher sans tomber peuvent générer des valeurs d'accélération proches de 22m/s<sup>2</sup>.

Si la personne ne confirme pas la chute dans 10 secondes, l'application enverra un SMS au numéro d'urgence plus la localisation de la personne blessée automatiquement, comme c'est illustré dans la figure (3.16).

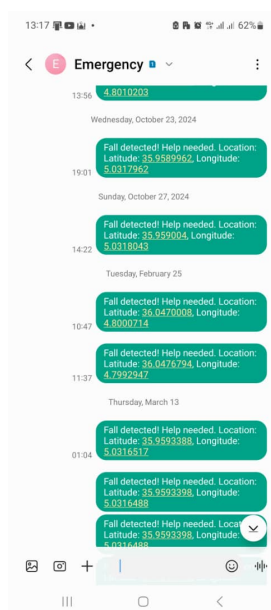


FIGURE 3.16 – Messages d’urgence pour le suivi de chute de p.malvoyante avec les détails de localisation.

À l’inverse, un seuil trop élevé réduira la capacité de l’application à détecter une chute réelle. Ainsi, une valeur de  $25\text{m/s}^2$  représente un compromis idéal entre sensibilité (détection correcte des chutes) et spécificité (réduction des fausses détections).

Ce dernier lui a permis d’atteindre une précision de détection de plus de **90 %**, de maintenir un faible taux de fausses alarmes et de correspondre aux profils de chute réels tout en filtrant efficacement les gestes du quotidien.

L’application avancée vise à fournir une solution intelligente pour la détection des chutes chez les personnes âgées malvoyantes et à leur fournir une assistance rapide en cas d’accident. L’efficacité de cette solution a été évaluée sur plusieurs axes : précision de détection, réactivité du système, expérience utilisateur et adéquation aux besoins spécifiques de la population ciblée.

## 7.1 Points positifs :

- Les chutes sont détectées en temps réel grâce à des capteurs intégrés (accéléromètre et gyroscope), permettant une réaction immédiate en cas d’accident.
- L’intégration avec Firebase permet une gestion centralisée des alertes et la livraison immédiate de notifications aux contacts d’urgence.
- L’interface est conçue avec une attention particulière à l’accessibilité, avec

### Chapitre 3. Développement d'une Application Android Interactive pour la détection des chutes chez les personnes âgées

---

des éléments visuels agrandis, une navigation simplifiée et des instructions audio, pour faciliter son utilisation pour les personnes malvoyantes.

- L'utilisateur ou un proche peut consulter l'historique des chutes, ce qui peut être utilisé comme un atout pour le suivi médical et l'évaluation des risques.

#### 7.2 Points négatifs :

- Les performances optimales du système dépendent fortement du fait que l'utilisateur porte son téléphone à tout moment, ce qui peut être un problème dans certaines situations quotidiennes (oublie du smartphone).
- L'activation constante des capteurs de mouvement peut augmenter la consommation de la batterie, réduisant ainsi la durée de vie de la batterie de votre smartphone, en particulier si l'appareil est ancien ou n'est pas chargé régulièrement.

## 8 Conclusion

le développement de cette application constitue une avancée majeure dans le domaine de la santé et de la sécurité des personnes âgées. En intégrant des technologies avancées de détection automatique, elle permet une identification rapide des chutes et une réponse immédiate, favorisant ainsi la protection et l'autonomie des utilisateurs. Malgré quelques limitations techniques, notamment en matière de fiabilité et de consommation énergétique, cette solution ouvre la voie à de nombreuses améliorations.

L'intégration future de l'intelligence artificielle permettra d'accroître la précision des détections et d'adapter les interventions aux profils individuels, renforçant ainsi l'efficacité du dispositif. Par ailleurs, l'adaptation aux objets connectés, tels que les montres intelligentes, offrira une surveillance continue et moins intrusive. Enfin, la conduite de tests rigoureux sera indispensable pour valider la robustesse et la pertinence de l'application en contexte réel.

Ce projet illustre parfaitement le potentiel des technologies mobiles intelligentes à transformer la prise en charge des risques liés au vieillissement, en alliant innovation technologique et amélioration tangible de la qualité de vie des seniors

## CONCLUSION GÉNÉRALE

Dans ce travail, nous avons exploré les possibilités offertes par les technologies modernes pour améliorer la sécurité et la qualité de vie des personnes âgées, en mettant l'accent sur la détection des chutes. Grâce à la conception et au développement d'une application Android interactive, nous avons montré que l'intégration des capteurs de smartphone et des systèmes de détection intelligents peut offrir une solution à la fois accessible et efficace pour prévenir et réagir rapidement en cas de chute.

Le premier chapitre nous donne les enjeux liés aux chutes chez les personnes âgées, en présentant les méthodes et technologies existantes pour les détecter. Nous avons aussi mis en évidence les limites des systèmes traditionnels et l'importance d'innover pour mieux gérer ces situations critiques. Le deuxième chapitre s'est penché sur les technologies adaptées aux smartphones, en soulignant leurs avantages et leur potentiel dans ce domaine. Dans le troisième chapitre, nous avons détaillé le développement de notre application Android, qui utilise les capteurs intégrés des smartphones pour détecter les chutes et alerter les proches ou les services d'urgence en temps réel.

Les résultats montrent que notre solution est non seulement réalisable, mais aussi prometteuse pour améliorer la sécurité des personnes âgées. Cependant, des défis demeurent, notamment en ce qui concerne la précision et l'adaptabilité du système aux différents types de chutes et aux divers utilisateurs. Des tests supplémentaires, des améliorations continues et des retours d'expérience des utilisateurs finaux seront essentiels pour perfectionner le système.

Ce travail contribue à l'avancement des technologies de détection des chutes et ouvre la voie à de futures innovations dans ce domaine clé. Nous espérons que ce projet pourra constituer un premier pas vers des solutions plus larges et accessibles, renforçant la sécurité et l'autonomie des personnes âgées tout en améliorant leur bien-être au quotidien.

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] World Health Organization (WHO). (2021). Falls in older adults : Fact sheet. 2) Lord, S. R., Dayhew, J. (2001). Visual risk factors for falls in older people. *Journal of the American Geriatrics Society*, 49(5), 508-515.
- [2] Mensah, Kouakou Attoh. Risques de chutes et de troubles cognitifs consécutifs à la consommation de certains médicaments chez les seniors : approche translationnelle. Diss. Normandie Université, 2020.
- [3] Steinman, B. A., Nguyen, A. Q. D., Pynoos, J., Leland, N. E. (2015). Falls-prevention interventions for persons who are blind or visually impaired. *Journal of the American Geriatrics Society*, 63(10), 2043-2051
- [4] Bagalà, F., Becker, C., Cappello, A., Chiari, L., Aminian, K., Hausdorff, J. M., Zijlstra, W., Klenk, J. (2012). Evaluation of accelerometer-based fall detection algorithms on real-world falls. *PloS one*, 7(5), e37062.
- [5] Allouch, A., Koubâa, A., Abbes, T., Ammar, A. (2017). Smartphone application to estimate road conditions using accelerometer and gyroscope. *IEEE Sensors Journal*, 17(13), 4231-4238.
- [6] Chaccour, K., Darazi, R., El Hassani, A. H., Andrès, E. (2017). From fall detection to fall prevention : A generic classification of fall-related systems. *IEEE Sensors Journal*, 17(3), 812-822.
- [7] Zigel, Yaniv, Dima Litvak, and Israel Gannot. "A method for automatic fall detection of elderly people using floor vibrations and sound—Proof of concept on human mimicking doll falls." *IEEE transactions on biomedical engineering* 56.12 (2009) : 2858-2867.
- [8] Steinman, Bernard A., et al. "Falls-prevention interventions for persons who are blind or visually impaired." *Insight (Lawrence, Kan.)* 4.2 (2011) :

83.

- [9] Dr, Yehya Belhadad, Support de cours (2024), "Java généralités" ,  
Université bordj bou arreridj
- [10] Rodriguez, Dima. "Tutoriel Android sous Android Studio." (2015).