

**République Algérienne Démocratique et Populaire**

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

تلمسان-جامعة أوبكر بلقايد

Université ABOU BEKR BELKAID-TLEMEN

كلية علوم الطبيعة و الحياة ، وعلوم الأرض و الكون

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, et Sciences de la Terre et de  
l'Univers

Département de BIOLOGIE



**MÉMOIRE**

Présenté par: **Emtir Ghizlene houria**

*En vue de l'obtention du*

**Diplôme de MASTER**

**En Physiologie Et Physiopathologie Cellulaire**

Thème

**Evaluation Du Risque De Chute (Tinetti)  
et Corrélation Avec Les Teneurs Plasmatiques en  
Vitamine D et Calcium Chez Les Personnes âgées**

Soutenu le\*\*\*\*\* 2025 devant le jury composé de:

<b>Président</b>	Mme MERZOUK Hafida	Université de Tlemcen
<b>Encadrant</b>	Mme MERZOUK Amel Z	Université de Tlemcen
<b>Co-Encadreur</b>	Pr. BENMANSOUR Mohammed	Université de Tlemcen
<b>Examineur</b>	Mme SAKER Meriem	Université de Tlemcen

**Année universitaire 2024/2025**

# Remerciements

Je remercie Allah, le Tout-Puissant, de m'avoir donné la force et le courage d'achever ce travail.

Avec une profonde gratitude et sincérité, je tiens à exprimer mes remerciements les plus sincères à mon encadreuse, **Mme MERZOUK Amel Z**, pour ses précieux conseils tout au long de l'élaboration de ce projet, ainsi que pour son soutien constant.

Je souhaite également remercier mon co-encadreur, **Pr. BENMANSOUR Mohammed**, pour son accompagnement et son aide précieuse.

Je remercie **Pr. MERZOUK Hafida**, directrice du laboratoire PPABIONUT, pour ses orientations scientifiques et pour avoir accepté de présider le jury de soutenance.

Je remercie également **Pr. SAKER Meriem**, membre du jury, qui a accepté de juger ce modeste travail, et de consacrer de son temps pour l'évaluer avec attention.

J'exprime également ma reconnaissance à tous les enseignants qui ont contribué à ma formation, ainsi qu'à mes camarades qui m'ont fait profiter de leurs diverses expériences.

Un grand merci à mes parents et à toute ma famille, qui m'ont accompagné tout au long de mes études, m'offrant les meilleures conditions pour réussir, et qui m'ont soutenue et encouragée inconditionnellement.

# Dédicaces

Je dédie ce travail à mes **Parents**, qui  
m'ont couvert d'affection et de  
sacrifice durant toutes ces longues  
années d'études, je ne les remercierai  
jamais assez pour ça,

A tous mes **Frères** ainsi qu'à mes  
**Proches** qui n'ont pas cessé de croire  
en moi, me pousser à montrer  
toujours le meilleur de moi-même en  
qui je garderai les meilleurs souvenirs

## Table des matières

Thème .....	I
Remerciements .....	I
Dédicaces.....	II
Introduction.....	11
Introduction.....	11
Synthèse bibliographique.....	4
Chapitre 1 : Évaluation du Risque de Chute chez les Personnes Âgées.....	5
Chapitre 1 : Évaluation du Risque de Chute chez les Personnes Âgées .....	5
1.1 Définition de la chute.....	6
1.2 Caractéristiques des Chutes Répétées et des Chutes Graves .....	7
2. Conséquences des Chutes .....	7
2.1 Conséquences Traumatologiques .....	7
2.2 Conséquences Fonctionnelles .....	8
2.3 Conséquences Médicales .....	9
2.4 Conséquences Psychologiques .....	10
2.5 Impact sur l'Autonomie.....	10
3. Facteurs Intrinsèques des Chutes.....	11
3.1 Le déclin visuel .....	12
3.2 Diminution de la force musculaire .....	13
3.3 Vieillesse osseuse et de la supplémentation en vitamine D .....	14
3.4 Déclin cognitif.....	15
3.5 Troubles de l'humeur.....	16
3.6 Les médicaments .....	16
3.7 Les maladies chroniques .....	17
4. Facteurs Extrinsèques des Chutes.....	18
5. Outils d'Évaluation du Risque de Chute.....	19
5.1 Le test Timed Up and Go.....	20
5.2 Le test Get Up and Go .....	20
5.3 Le test d'équilibre en appui unipodal .....	20
5.4 Le test de Tinetti.....	20
5.5 L'échelle d'équilibre de Berg.....	22
5.6 L'échelle de chute de Morse .....	22

5.7 Le test de poussée sternale .....	23
5.8 Le test double tâche .....	23
5.9 Le test de Fukuda.....	23
6. Prévention des Chutes.....	24
6.1 Kinésithérapie et exercice .....	24
6.2 Dispositifs et accessoires fonctionnel .....	25
6.3 La prise en charge médicale .....	26
6.4 La gestion environnementale et situationnelle .....	26
Chapitre 2 : Corrélacion entre les Teneurs Plasmiques en Vitamine D, Calcium et le Risque de Chute.....	29
1. La Vitamine D : Rôle et Sources .....	30
1.1 Rôle de la vitamine D .....	30
1.2 Source de la vitamine D.....	30
2. Effets de la Carence en Vitamine D.....	31
3. Le Calcium : Importance et Sources.....	33
3.1 Importance du calcium.....	33
3.2 Sources du calcium.....	34
4. Conséquences de la Carence en Calcium.....	35
5. Mécanismes d'Interaction entre Vitamine D, Calcium et Santé Osseuse .....	36
5.1 Rôle du Calcium dans la Santé Osseuse .....	37
5.2 Régulation du Métabolisme du Calcium par la Vitamine D.....	37
5.3 Synergie entre Vitamine D et Calcium pour l'Absorption Intestinale .....	38
5.4 Impact de la Vitamine D sur la Minéralisation Osseuse.....	39
5.5 Effets des Apports Combinés sur la Santé Osseuse .....	39
5.6 Adaptation Métabolique en Cas de Faibles Apports en Calcium.....	39
5.7 Implications Cliniques et Recommandations.....	39
6. Corrélacion entre Vitamine D et Risque de Chute .....	40
6.1 Rôle de la vitamine D dans la fonction musculaire .....	40
6.2 Impact sur l'équilibre et la coordination.....	40
6.3 Effets sur la densité osseuse et les fractures .....	41
6.4 Interaction avec les marqueurs inflammatoires.....	41
6.5 Effets sur le système cardiovasculaire et l'hypotension orthostatique .....	41
7. Corrélacion entre Calcium et Risque de Chute .....	42

7.1 Rôle du calcium dans la fonction musculaire et l'équilibre .....	43
7.2 Impact du calcium sur la santé osseuse et la prévention des fractures .....	43
7.3 Interaction entre calcium et système nerveux dans le contrôle postural .....	43
7.4 Effets synergiques du calcium et de la vitamine D sur la prévention des chutes .....	44
7.5 Conséquences d'une carence en calcium sur la mobilité et l'autonomie .....	44
8. Implications pour la Prévention des Chutes .....	45
8.1 Supplémentation en Vitamine D et Calcium .....	45
8.2 Amélioration de la Fonction Musculaire .....	45
8.3 Dépistage et Correction des Carences .....	45
8.4 Éducation et Sensibilisation .....	45
8.5 Interventions Multifactorielles .....	46
Matériels et méthodes .....	47
Matériels et méthodes .....	47
1. Population étudiée .....	49
2. Détermination du statut nutritionnel .....	49
3. Evaluation du risque de chute .....	49
3.1. Test de Tinetti .....	49
3.2. Test Get up and go (TUG) .....	50
4. Prélèvements sanguins .....	50
5. Dosage des paramètres biochimiques .....	50
5.1. Dosage du magnésium .....	50
5.3. Dosage du calcium .....	51
5.4. Dosage de la vitamine D .....	51
6. Traitement statistique .....	52
Résultats et Interprétations .....	53
Résultats et interprétations .....	53
1. Caractéristiques de la population étudiée .....	54
2. Marqueurs de l'état nutritionnel et du risque de chute chez la population étudiée .....	54
3. Teneurs plasmatiques en minéraux et en vitamine D chez la population étudiée .....	55
4. Corrélations entre vitamine D et minéraux chez les personnes âgées .....	57
5. Corrélations entre vitamine D ou minéraux et les scores de l'état nutritionnel et du risque de chute chez les personnes âgées .....	57
Discussion .....	59

Discussion.....	59
Conclusion .....	63
Bibliographie.....	91
Le Score de Tinetti .....	104
Résultat .....	105

## Liste des figures

Figure 1 Nombre de décès liés à une chute selon l'âge .....	6
Figure 2 Activités liées aux chutes chez les 65 ans et plus.....	12
Figure 3 Différence entre un œil normal et un œil atteint de cataracte .....	13
Figure 4 Evolution de la force musculaire chez l'homme en bonne santé .....	14
Figure 5 Schéma du cerveau et des vaisseaux sanguins touchés par des infarctus multiples ..	15
Figure 6 Mécanismes des chutes et fractures .....	19
Figure 7 Dépistage du risque de chute .....	24
Figure 8 Schéma de la formation de la vitamine D Département fédéral de l'Intérieur .....	31
Figure 9 Effets de la Carence en Vitamine D .....	33
Figure 10 Lien entre la vitamine D et le calcium dans la régulation sanguine .....	38
Figure 11 Effet de la Vitamine D sur le Risque de Chute en Fonction de l'Historique des Chutes .....	42
Figure 12 Relation entre la carence en calcium, la fragilité osseuse et le risque de chute .....	44
Figure 13 Chromatogramme HPLC de vitamine D présente dans le standard et dans un échantillon de plasma .....	52
Figure 14 Teneurs plasmatiques en minéraux chez la population étudiée .....	56
Figure 15 Teneurs plasmatiques en vitamine D chez la population étudiée.....	57

## Liste des tableaux

Tableau 1 quelques médicaments qui contribuent au risque de chute .....	17
Tableau 2 Maladies qui contribuent au risque de chutes .....	18
Tableau 3 Définition du déficit et de l'insuffisance en vitamine D3 .....	32
Tableau 4 Tableau des valeurs normales du calcium dans le sang .....	35
Tableau 5 Caractéristiques de la population étudiée .....	54
Tableau 6 Marqueurs de l'état nutritionnel et du risque de chute chez la population étudiée.	55
Tableau 7 Matrice de corrélations entre vitamine D et minéraux chez les personnes âgées ....	57
Tableau 8 Matrice de corrélations entre vitamine D ou minéraux et les scores de l'état nutritionnel et du risque de chute chez les personnes âgées .....	58

## Liste des abréviations

Abréviation	Signification
<b>BPCO</b>	Bronchopneumopathie Chronique Obstructive
<b>EDTA</b>	Acide Éthylène Diamine Tétracétique
<b>HPLC</b>	High-Performance Liquid Chromatography (chromatographie liquide haute performance)
<b>IMC</b>	Indice de Masse Corporelle
<b>MNA</b>	Mini Nutritional Assessment
<b>NB</b>	Nota Bene (à noter)
<b>NS</b>	Non Significatif
<b>OH</b>	Hydroxy (forme 25(OH)D de la vitamine D)
<b>ORL</b>	Oto-Rhino-Laryngologie
<b>PTH</b>	Parathormone (hormone parathyroïdienne)
<b>SPINREACT</b>	Marque de réactifs biochimiques
<b>TNF-<math>\alpha</math></b>	Tumor Necrosis Factor alpha
<b>TRPV6</b>	Transient Receptor PotentialVanilloid 6
<b>TUG</b>	Test Get Up and Go
<b>UI</b>	Unité Internationale
<b>UV</b>	Ultraviolet
<b>UVB</b>	Ultraviolet B
<b>VDR</b>	Vitamin D Receptor



*Introduction*

## *Introduction générale*

---

Les chutes chez les personnes âgées constituent un enjeu majeur de santé publique, touchant environ 30 % des individus âgés de 65 ans et plus (Alexander, 1996 ; Tinetti, 2003). Ces événements sont souvent associés à des conséquences graves telles que des fractures, une morbidité et une mortalité accrues, ainsi qu'un fardeau financier considérable pour les systèmes de santé (Dargent-Molina et al., 1996). Face à cette problématique, la prévention des chutes s'impose aujourd'hui comme une priorité incontournable, nécessitant la mise en œuvre de stratégies à la fois efficaces, accessibles et durables.

Parmi les approches les plus étudiées, les interventions multifactorielles – reposant sur une collaboration interdisciplinaire et la promotion de l'activité physique – ont montré une réduction significative de l'incidence des chutes, avec des taux de réussite allant de 18 % à 25 %, selon les contextes (Oliver et al., 2000 ; Stenvall et al., 2007). Toutefois, leur mise en œuvre demeure complexe, notamment en raison de la nécessité d'une coordination rigoureuse entre les professionnels de santé et de la faible adhésion des personnes âgées aux programmes proposés (Crombie et al., 2004). Ces limites soulèvent des interrogations quant à la viabilité de ces approches à grande échelle.

Dans ce contexte, la supplémentation en vitamine D et en calcium apparaît comme une alternative prometteuse, en raison de sa simplicité, de son coût réduit et de son accessibilité (Chapuy et al., 1992). Si certaines études ont révélé des résultats contrastés (Latham et al., 2003 ; Lyons et al., 2007), plusieurs méta-analyses récentes soulignent une diminution significative des chutes et des fractures lorsque la supplémentation est adéquate (Bischoff-Ferrari et al., 2004, 2009). Ces données ouvrent la voie à une réflexion approfondie sur le rôle de ces micronutriments dans la prévention des chutes.

La présente recherche s'inscrit dans cette dynamique, en s'interrogeant sur le lien entre les concentrations plasmatiques de vitamine D et de calcium et le risque de chute, évalué à l'aide de l'échelle de Tinetti. En effet, bien que des déficits en ces nutriments soient souvent associés à une altération de la fonction musculaire et de l'équilibre, leur influence directe sur le risque de chute reste encore à élucider. Cette question est d'autant plus pertinente que les stratégies actuelles peinent à conjuguer efficacité, accessibilité et adhésion des bénéficiaires.

## *Introduction générale*

---

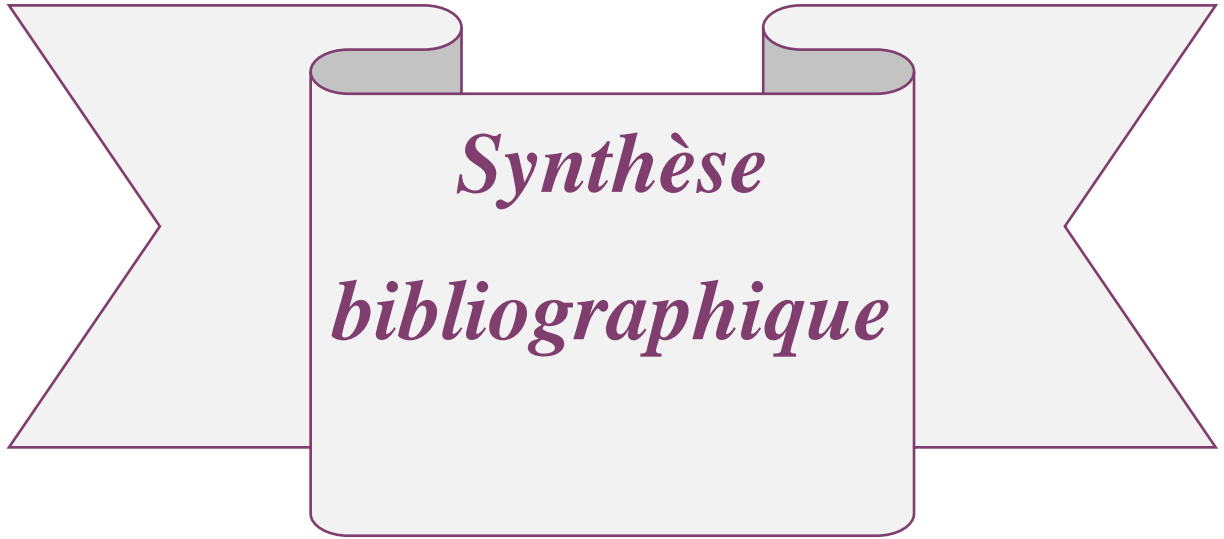
Dans ce contexte, il devient pertinent de s'interroger sur l'intérêt d'évaluer certains paramètres biologiques simples, comme la vitamine D et le calcium, pour anticiper le risque de chute chez les personnes âgées. **C'est dans cette optique que nous posons la problématique suivante : Le risque de chute chez les personnes âgées est-il corrélé aux taux plasmatiques de vitamine D et de calcium, tels qu'évalués par l'échelle de Tinetti ?**

L'hypothèse générale de cette étude est que des taux plasmatiques insuffisants en vitamine D et en calcium sont corrélés à un score Tinetti plus faible, traduisant un risque accru de chute chez les personnes âgées. Cette hypothèse repose sur les preuves scientifiques démontrant l'implication de la vitamine D dans la fonction neuromusculaire et la solidité osseuse (Bischoff-Ferrari et al., 2009). Trois hypothèses secondaires viennent enrichir cette réflexion :

1. Les personnes âgées présentant une carence en vitamine D obtiennent un score Tinetti significativement plus bas que celles ayant des taux normaux.
2. Il existe une corrélation positive entre les concentrations plasmatiques de calcium et les performances au test Tinetti.
3. La combinaison de faibles taux de vitamine D et de calcium accentue davantage le risque de chute que chacun de ces déficits pris isolément.

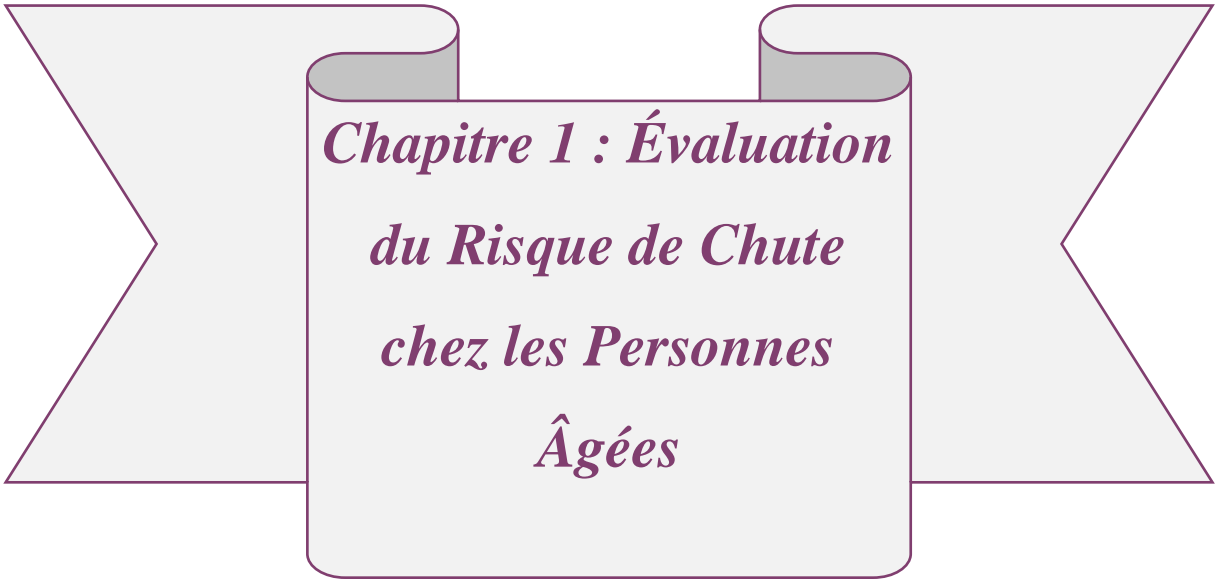
Ces hypothèses ont pour objectif d'éclairer les mécanismes sous-jacents aux chutes et d'identifier d'éventuels marqueurs biologiques simples, permettant une évaluation plus ciblée du risque.

Le but de cette étude est de déterminer la relation entre les taux plasmatiques de vitamine D et de calcium et le risque de chute mesuré par le test Tinetti, afin de proposer des stratégies de prévention ciblées et fondées sur des données biologiques. En identifiant des facteurs prédictifs simples et accessibles, cette recherche ambitionne de contribuer à la réduction de l'incidence des chutes et à l'amélioration de la qualité de vie des personnes âgées.



*Synthèse*

*bibliographique*



*Chapitre 1 : Évaluation  
du Risque de Chute  
chez les Personnes  
Âgées*

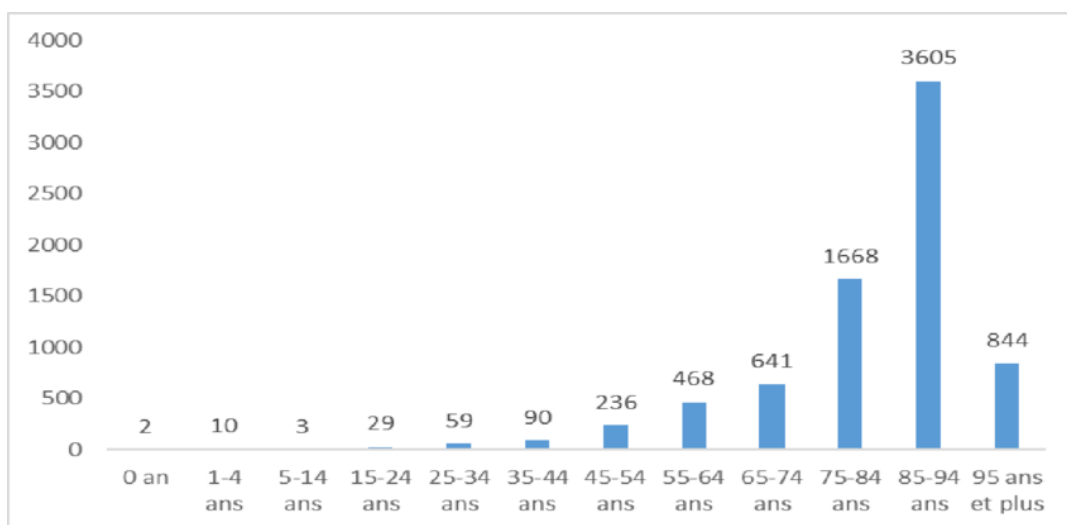
## 1. Introduction aux Chutes chez les Personnes Âgées

### 1.1 Définition de la chute

Une chute est un événement involontaire au cours duquel une personne perd l'équilibre et tombe au sol ou à un niveau inférieur. Dans certains cas, une partie du corps peut heurter un objet ou une surface, interrompant partiellement ou totalement la chute. Cependant, les événements résultant de troubles aigus, tels qu'un accident vasculaire cérébral ou des convulsions, ainsi que ceux causés par des facteurs environnementaux majeurs, comme être percuté par un objet en mouvement, ne sont généralement pas considérés comme des chutes (Stefanacci & Wilkinson, 2023).

La chute est « *une perte brutale et totalement accidentelle de l'équilibre postural lors de la marche ou de la réalisation de toute autre activité, faisant tomber la personne sur le sol ou toute autre surface plus basse que celle où elle se trouvait* » (Montero-Odasso et al., 2022).

Chez les personnes âgées de 65 ans et plus, les chutes constituent la principale cause de décès liés à des blessures et la septième cause de mortalité globale, soulignant leur prévalence et leur gravité dans ce groupe d'âge (Burns & Kakara, 2018).



**Figure 1** Nombre de décès liés à une chute selon l'âge - CepiDc France métropolitaine 2016

D'après la dernière enquête permanente sur les accidents de la vie courante réalisée par Santé Publique France en 2017, les chutes sont la principale cause de décès accidentels en France métropolitaine, représentant 54,3 % des décès. Ce taux est encore plus élevé chez les

personnes de 65 ans et plus : 67,2 % chez les 64-69 ans, 73,5 % chez les 70-74 ans et 89,2 % chez les 75 ans et plus (Santé Publique France, 2017).

### **1.2 Caractéristiques des Chutes Répétées et des Chutes Graves**

Les chutes répétées se caractérisent par la survenue d'au moins deux chutes au cours d'une période de 12 mois. Une chute grave est définie par plusieurs critères : (Haute Autorité de Santé et al., 2013)

- Une chute accompagnée d'au moins une autre chute dans l'année précédente (chutes répétées).
- Une chute nécessitant une hospitalisation ou une intervention médicale, notamment en cas de fracture ou de traumatisme sévère.
- Une chute entraînant une immobilité prolongée au sol de plus d'une heure, en raison de l'incapacité de la personne à se relever. Ce temps passé au sol après une chute représente un facteur de mauvais pronostic, doublant le risque de mortalité à six mois.
- Une chute survenant chez une personne fragile.
- Une chute sans cause apparente, suggérant une perte de connaissance.

## **2. Conséquences des Chutes**

Les chutes chez les personnes âgées peuvent entraîner de lourdes conséquences sur leur santé physique, fonctionnelle, médicale et psychologique. Dans cette section, nous examinerons en détail les différentes conséquences liées aux chutes, en abordant les traumatismes qui en résultent, les répercussions sur la mobilité et le bien-être psychologique des individus, ainsi que les impacts sur leur autonomie.

### **2.1 Conséquences Traumatologiques**

- Les chutes chez les personnes âgées entraînent des conséquences traumatiques significatives qui peuvent être classées en trois catégories principales : (Jensen et al., 2002)
- **Traumatismes mineurs** : Ceux-ci incluent des blessures superficielles telles que les hématomes sous-cutanés ou les excoriations de l'épiderme. Ces types de blessures sont fréquents et généralement moins graves en termes de conséquences à long terme.

- **Traumatismes modérés** : Cette catégorie englobe des blessures telles que les tassements vertébraux et les fractures de côtes. Bien qu'elles soient plus sérieuses que les traumatismes mineurs, elles ne mettent pas nécessairement en danger la vie du patient
- **Traumatismes sévères** : Les traumatismes sévères incluent des fractures fémorales, des hématomes sous-duraux, des contusions cérébrales, et des traumatismes crâniens qui nécessitent souvent une hospitalisation et peuvent sérieusement compromettre le pronostic vital du patient.

Selon les études, la fréquence des traumatismes physiques liés aux chutes varie considérablement. Les traumatismes majeurs, tels que les fractures, peuvent survenir dans environ 5 à 10 % des cas chez les personnes âgées de 65 ans et plus, avec un risque accru dans les établissements de soins où les chutes sont trois fois plus fréquentes qu'à domicile. Plus particulièrement, les fractures du col fémoral sont notées comme étant les plus graves. En effet, environ 15 % des personnes à qui on a diagnostiqué une fracture du col fémoral décèdent à l'hôpital, et environ un tiers des patients décèdent au cours de l'année suivant la fracture (Haute Autorité de Santé, 2009).

Ces conséquences traumatologiques montrent non seulement l'impact physique des chutes sur les individus, mais aussi les implications considérables en matière de soins de santé et de qualité de vie, en soulignant la nécessité d'interventions de prévention efficaces.

### **2.2 Conséquences Fonctionnelles**

Les chutes chez les personnes âgées peuvent également entraîner des conséquences fonctionnelles significatives, notamment :

#### **❖ Mobilisation Réduite et Incapacité Motrice**

Après une chute, de nombreuses personnes âgées peuvent éprouver une réduction de leur capacité à se déplacer. Cette réduction de mobilisation se manifeste souvent par des incapacités motrices qui peuvent affecter leur autonomie et leur qualité de vie (Tinetti et al., 1995). Ces limitations physiques peuvent entraîner un cercle vicieux, rendant les individus plus vulnérables à de futures chutes et à des complications associées.

### ❖ **Syndrome de Désadaptation Psychomotrice**

Ce syndrome, également décrit sous le terme de "syndrome post-chute", se caractérise par une désadaptation posturale et une phobie de la station debout, souvent due à une chute précédente. Les personnes affectées peuvent montrer des signes tels qu'une hypertonie extrapyramidale ou une abolition des réflexes de posture, ce qui complique encore plus leur capacité à se relever sans assistance. Ce syndrome se manifeste principalement chez les personnes ayant des conditions préexistantes comme un syndrome démentiel ou des troubles neuropsychologiques, et peut entraîner une aggravation de l'isolement social et de la dépendance (Manckoundia et al., 2007).

Ces conséquences fonctionnelles soulignent l'importance de la réhabilitation et des interventions préventives pour aider les personnes âgées à maintenir leur autonomie et à réduire le risque de chutes futures.

### **2.3 Conséquences Médicales**

Les chutes chez les personnes âgées peuvent également donner lieu à des conséquences médicales graves, notamment :

Lorsqu'une personne âgée tombe et ne parvient pas à se relever, cela peut entraîner une série de complications médicales. Parmi les pathologies les plus courantes liées à cette incapacité, on trouve :

- **Rhabdomyolyse** : Cette condition résulte de la destruction des cellules musculaires, souvent causée par un traumatisme musculaire par écrasement lors d'un séjour prolongé au sol. La rhabdomyolyse massive peut entraîner des complications sévères, comme une hyperkaliémie, qui peut provoquer des troubles du rythme cardiaque et, dans les cas extrêmes, un arrêt cardiaque (Tinetti et al., 1993; Huerta-Alardin et al., 2005).
- **Hypothermie** : Lorsqu'une personne reste au sol longtemps après une chute, surtout dans un environnement frais, elle peut développer une hypothermie, qui est une baisse anormale de la température corporelle. Cette condition peut être dangereuse et nécessite souvent une intervention médicale rapide (Tinetti et al., 1993; Rivara et al., 1997).

- **Pneumopathies d'inhalation** : Une chute prolongée au sol peut également augmenter le risque de pneumopathies d'inhalation, en particulier si la personne est inconsciente ou incapable de protéger ses voies respiratoires, ce qui peut entraîner des infections pulmonaires sévères (Tinetti et al., 1993; Huerta-Alardin et al., 2005).

Ces pathologies montrent l'importance de la prise en charge et de la prévention des chutes chez les personnes âgées pour éviter des conséquences médicales potentiellement graves.

### **2.4 Conséquences Psychologiques**

Les chutes chez les personnes âgées peuvent également avoir des répercussions importantes sur leur bien-être psychologique, notamment :

Après avoir subi une chute, de nombreuses personnes âgées développent une anxiété accrue concernant le risque de tomber à nouveau. Cette peur peut devenir si intense qu'elle limite leur participation à des activités de la vie quotidienne, engendrant un cercle vicieux où la personne évite les mouvements et les situations perçues comme risquées (Tinetti et al., 1995). La peur de tomber peut également conduire à une réduction de l'activité physique, ce qui peut à son tour accroître la faiblesse musculaire et diminuer l'équilibre, augmentant ainsi le risque de chutes futures.

La phobie du mouvement, souvent associée à cette peur, se manifeste par des comportements d'évitement, ce qui peut entraîner une diminution de la qualité de vie. Les personnes touchées peuvent se sentir isolées socialement, car elles évitent de sortir ou de participer à des activités récréatives (Manckoundia et al., 2007). Ce phénomène contribue à l'aggravation de l'isolement socio familial, qui est lui-même un facteur de risque supplémentaire pour des conséquences traumatiques graves (Jensen et al., 2002; Jensen et al., 2003).

Ces conséquences psychologiques soulignent l'importance d'un soutien psychologique et d'interventions pour aider les personnes âgées à surmonter la peur de tomber, afin de favoriser leur réinsertion et leur bien-être général.

### **2.5 Impact sur l'Autonomie**

Les chutes chez les personnes âgées ont un impact significatif sur leur autonomie, notamment :

### ❖ **Perte d'Indépendance**

Suite à une chute, les personnes âgées peuvent faire face à une perte d'indépendance qui affecte leur capacité à mener une vie autonome. Cette perte peut se traduire par la nécessité d'une assistance pour des activités quotidiennes essentielles, telles que se lever, marcher, ou réaliser des tâches ménagères. Par exemple, 50 % des personnes âgées ayant subi une chute sont incapables de se relever sans aide (Tinetti et al., 1993), ce qui peut contraindre l'individu à faire appel à des services d'aide ou à se déplacer vers une institution spécialisée, diminuant ainsi leur autonomie.

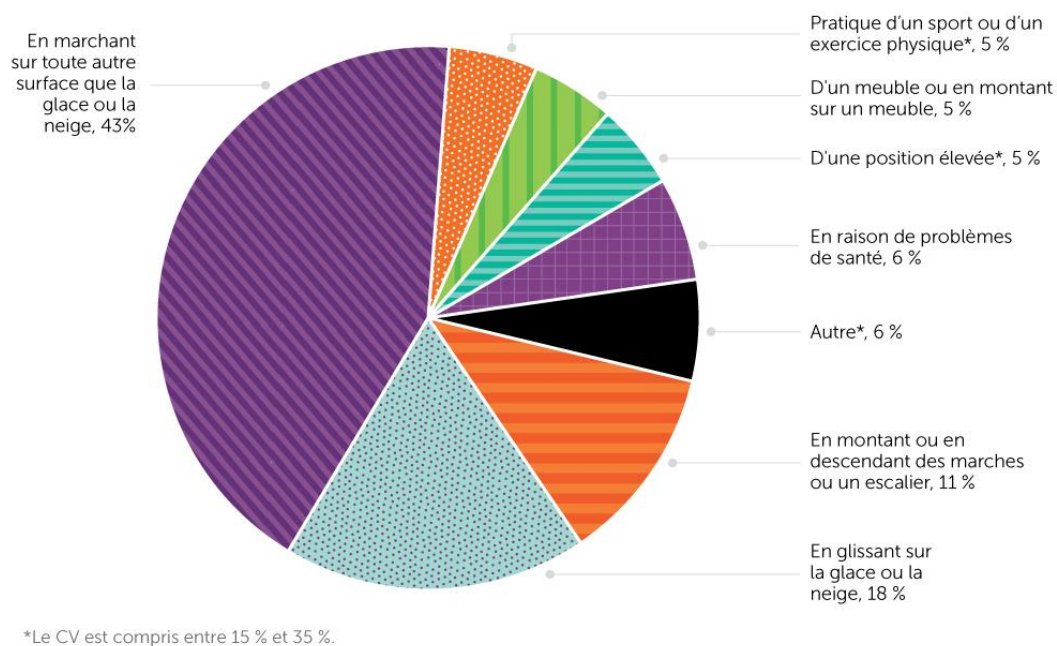
### ❖ **Impacts sur le Quotidien**

Les répercussions de la chute ne se limitent pas uniquement à la mobilité, mais touchent également le quotidien des personnes âgées. La peur de tomber à nouveau peut les amener à éviter de sortir, à réduire leur participation à des activités sociales et à s'engager moins dans des interactions communautaires (Tinetti et al., 1995). Cela peut conduire à un isolement social, aggravant encore plus la situation, et réduire leur qualité de vie globale. De plus, cette perte d'autonomie peut entraîner des défis émotionnels, tels que la dépression et l'anxiété, en raison de l'impuissance ressentie face à leur condition (Manckoundia et al., 2007).

Ces impacts sur l'autonomie démontrent l'importance d'interventions préventives et de programmes de réhabilitation pour aider les personnes âgées à préserver leur indépendance et à améliorer leur qualité de vie.

## **3. Facteurs Intrinsèques des Chutes**

Les facteurs de risque intrinsèques sont directement liés à l'état de santé de l'individu et constituent les principaux éléments responsables des chutes chez les personnes âgées. Leur impact sur le risque de chute augmente proportionnellement au nombre de facteurs présents. Des études, comme celle menée par Salgado et al. auprès d'une population âgée d'environ 80 ans, ont révélé que le taux de chutes était de 35 % chez les individus présentant un seul facteur de risque, tandis qu'il atteignait 88 % chez ceux exposés à deux facteurs ou plus (Barrett-Connor et al., 2010).



**Figure 2 Activités liées aux chutes chez les 65 ans et plus (Agence de la santé publique du Canada, 2022)**

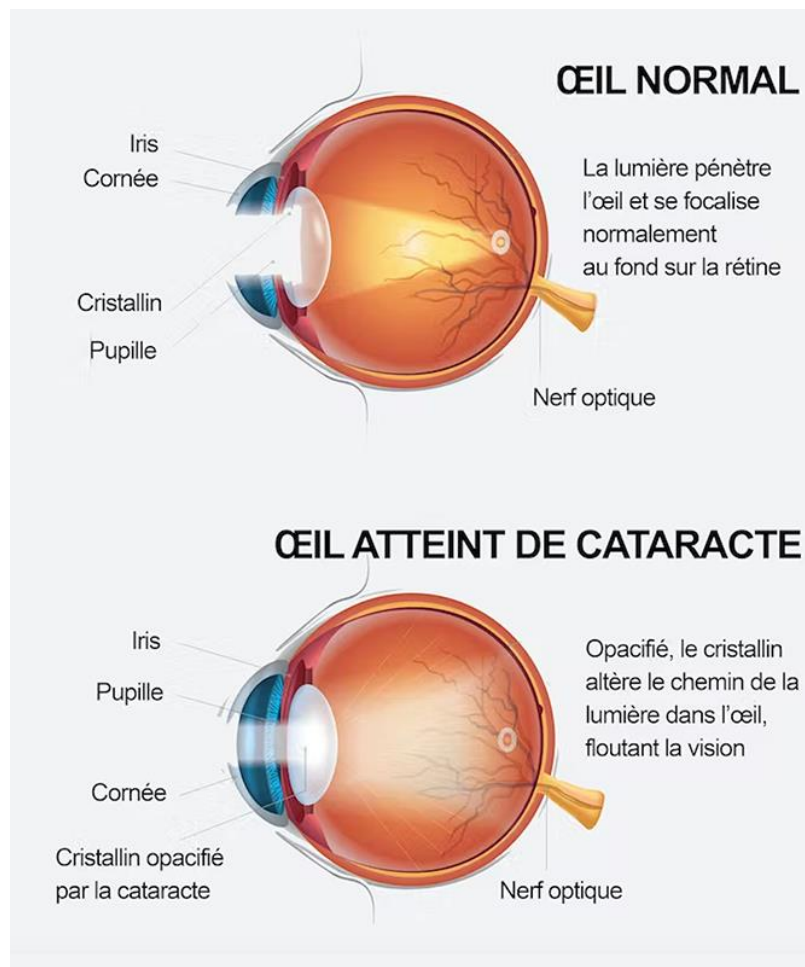
Une autre étude a montré que les activités associées aux blessures auto-déclarées résultant d'une chute chez les personnes âgées de 65 ans ou plus vivant à domicile varient selon les circonstances (figure ci-dessous). La marche sur une surface autre que la glace ou la neige représente la principale cause de chute (43 %), suivie des glissades sur la glace ou la neige (18 %). Monter ou descendre des escaliers est également une cause fréquente (11 %), tandis que des activités comme la pratique d'un sport, les chutes depuis une position élevée ou en montant sur un meuble représentent chacune 5 % des cas. Environ 6 % des chutes sont attribuées à des problèmes de santé ou à d'autres causes diverses. Ces résultats soulignent la diversité des situations à risque et l'importance d'adapter les environnements et les habitudes de vie pour prévenir les chutes chez les aînés (Agence de la santé publique du Canada, 2022).

Il existe plusieurs facteurs de risque contribuant aux chutes, que nous détaillons ci-dessous :

### 3.1 Le déclin visuel

Le déclin de la vision est fréquemment impliqué dans les chutes des personnes âgées, particulièrement lors de la marche. Une baisse de l'acuité visuelle à distance et une vision

réduite des contrastes augmentent considérablement le risque de chute. En plus du vieillissement naturel, certaines pathologies peuvent entraîner une détérioration de la vue et doivent être prises en compte, notamment celles qui peuvent être traitées. La cataracte, par exemple, est la plus courante, avec une prévalence de 63 % chez les personnes de plus de 65 ans. La dégénérescence maculaire liée à l'âge touche environ 20 % de cette population, tandis que le glaucome affecte environ 7 % des individus (Rubenstein et al., 2006).



**Figure 3** Différence entre un œil normal et un œil atteint de cataracte (Tous Ergo, 2023)

### 3.2 Diminution de la force musculaire

Les études sur l'excrétion urinaire de la créatine chez les personnes âgées, de 20 à 80 ans, ont révélé une perte progressive de la masse musculaire, à raison de 0,4 % par an chez les hommes et 0,35 % chez les femmes. Des recherches histologiques ont également montré que dès 70 ans, le nombre de fibres musculaires diminue et que les motoneurones, qui diminuent

jusqu'à 30 % de leur quantité initiale à 90 ans, réinnervent les fibres musculaires restantes. Cette réorganisation entraîne une perte de précision dans les mouvements fins. La force musculaire isométrique reste relativement stable jusqu'à 50 ans, mais entre 60 et 90 ans, la diminution s'accélère, particulièrement au niveau des membres inférieurs, avec une perte moyenne de 1,3 % par an, augmentant ainsi l'instabilité motrice chez les personnes âgées (Saich et al., 2008).

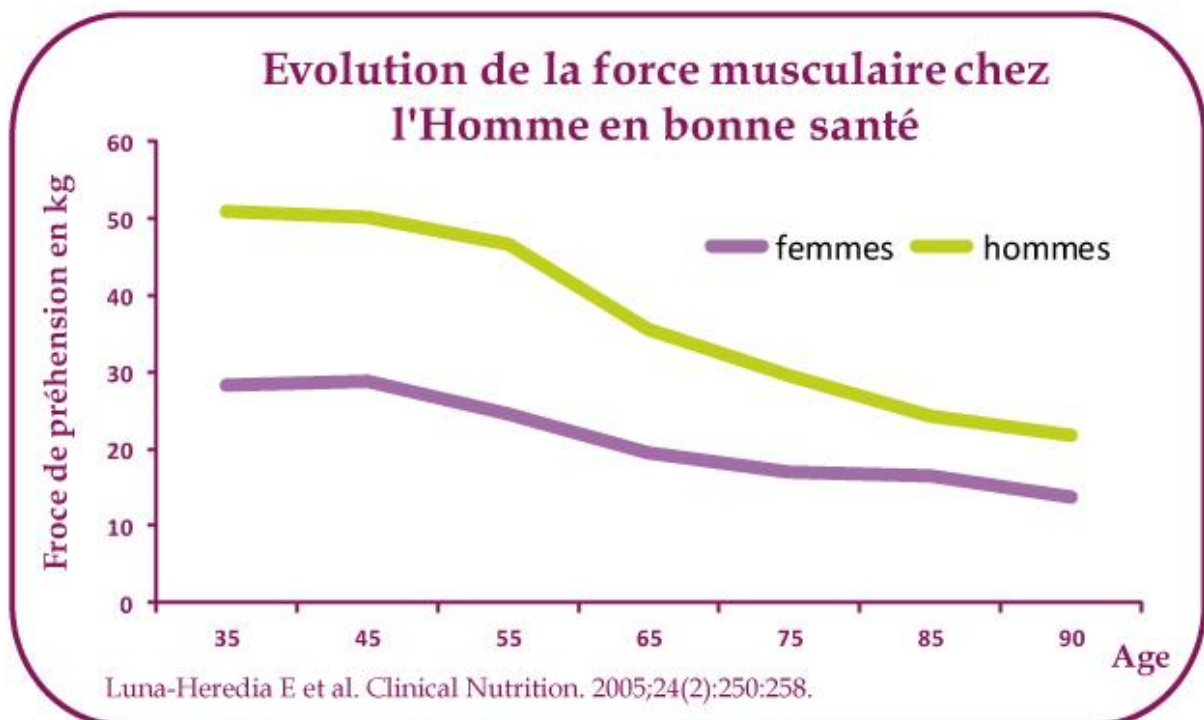


Figure 4 Evolution de la force musculaire chez l'homme en bonne santé (Citragre, 2023)

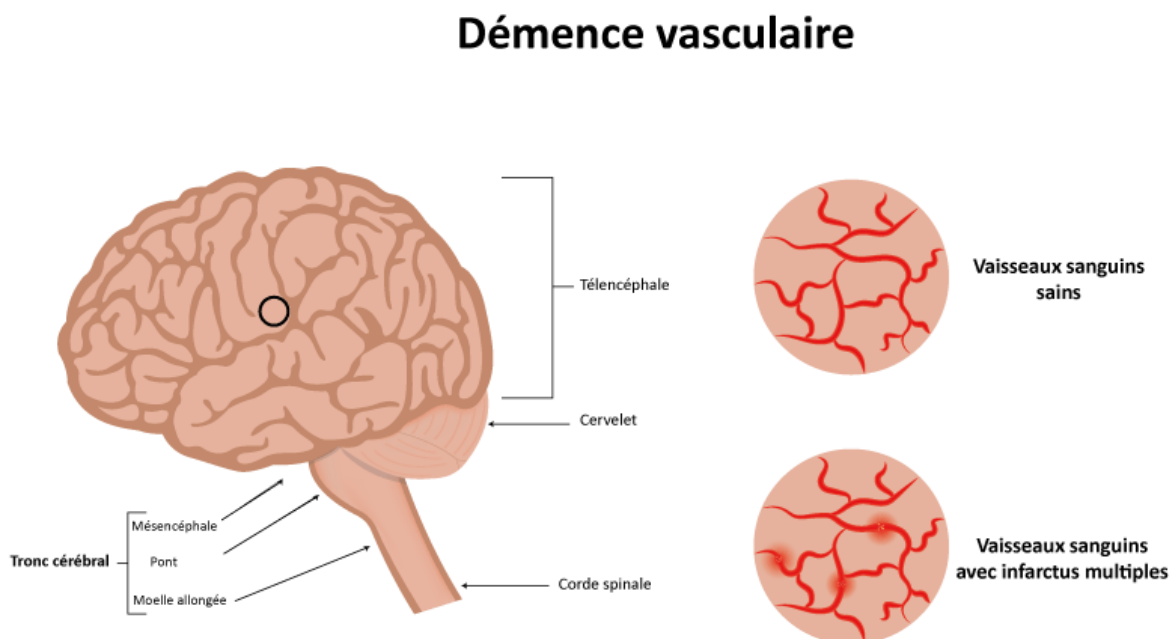
### 3.3 Vieillesse osseuse et de la supplémentation en vitamine D

Le vieillissement osseux entraîne une fragilité accrue, mais plusieurs études ont montré que la prise de vitamine D (800 UI/j), associée ou non au calcium (500-1 200 mg/j), réduit considérablement le nombre de chutes. Ce taux peut diminuer de jusqu'à 50 % chez les individus. Une étude réalisée sur 124 personnes âgées de 89 ans en moyenne, en institution, a révélé une réduction notable du nombre de chutes et un Incidence Rate Ratio 72 % plus bas chez celles prenant quotidiennement 800 UI de vitamine D par rapport au groupe placebo. En revanche, les doses inférieures de vitamine D (200, 400 ou 600 UI/j) n'ont pas montré de différence significative par rapport au placebo. De plus, l'effet est plus marqué lorsque la

supplémentation inclut à la fois de la vitamine D et du calcium, plutôt que du calcium seul (Broe, 2007).

### 3.4 Déclin cognitif

La démence, même à un stade précoce et sans autres troubles neurologiques, représente un facteur de risque majeur pour les chutes chez les personnes âgées, indépendamment de leur environnement de vie. L'incidence des chutes est nettement plus élevée chez les personnes âgées atteintes de démence, étant souvent doublée, voire triplée, par rapport à celles de même âge sans déclin cognitif. Cependant, cette variation est influencée par la gravité de la démence. En effet, à mesure que le déclin cognitif progresse, il s'accompagne souvent de troubles neurologiques supplémentaires, tels que le syndrome extrapyramidal, ce qui explique une augmentation significative du risque de chutes (Saich & Szekely, 2018).



**Figure 5 Schéma du cerveau et des vaisseaux sanguins touchés par des infarctus multiples (Cap Retraite, 2023)**

### **3.5 Troubles de l'humeur**

Les patients souffrant de dépression, par rapport aux individus en bonne santé, présentent une vitesse de marche réduite, une longueur de pas plus courte, ainsi qu'un temps de double appui et un cycle de marche prolongés (Gillespie et al., 2003). De plus, des études ont révélé qu'à la différence des témoins sains, chez les personnes dépressives, il existe une corrélation entre la diminution de la vitesse de marche et la réduction de la cadence du pas. Ce type de dysfonctionnement a également été observé chez les patients atteints de la maladie de Parkinson (Robbins et al., 1989).

### **3.6 Les médicaments**

D'après plusieurs études, le risque de chute chez la personne âgée augmente significativement lorsqu'elle prend plus de quatre médicaments par jour. La polymédication, au-delà d'être un indicateur d'un état de santé dégradé cumulant des facteurs de risques intrinsèques de chutes, peut également augmenter ce risque en raison des effets primaires et secondaires des médicaments, ainsi que de leurs interactions.

L'utilisation de psychotropes, qu'ils soient pris seuls ou en combinaison, multiplie par trois le risque de chutes chez les personnes âgées vivant à domicile. Ce risque semble davantage associé à des troubles posturaux qu'à une hypotension orthostatique. Une étude comparant l'arrêt des psychotropes à un programme de musculation et de rééducation de l'équilibre a révélé que l'arrêt des psychotropes était bénéfique pour la prévention des chutes. Une méta-analyse de Hartikainen et al. confirme que les benzodiazépines sont la classe de médicaments la plus fortement associée à un risque accru de chutes et de fractures, que leur prescription soit récente ou ancienne (Bloch et al., 2011).

Concernant les médicaments cardiovasculaires, les antihypertenseurs ont longtemps été suspectés d'augmenter le risque de chutes chez les personnes âgées. Dans une étude prospective récente portant sur 9 682 patients de plus de 60 ans, Gribin et al. ont observé un risque accru de chutes chez les patients prenant des diurétiques thiazidiques, particulièrement durant les trois premières semaines de traitement. En revanche, les bêtabloquants réduisent ce risque, bien que leur effet hypotenseur soit modéré et qu'ils soient principalement prescrits pour leur effet chronotrope. Le risque associé aux diurétiques thiazidiques semble lié à une

## Chapitre 1 : Évaluation du Risque de Chute chez les Personnes Âgées

hypotension qui survient généralement lors de la première semaine de traitement, due à l'hypovolémie. L'hyponatrémie, un effet secondaire de ces médicaments, constitue également un facteur de risque de chute, mais elle peut être évitée par un suivi régulier de la natrémie.

D'autres médicaments tels que la digoxine, les anti-arythmiques de classe 1A, l'amiodarone, les dérivés nitrés, le dextropoxiphène, les anticonvulsivants, la L-dopa, les corticoïdes, les antidiabétiques et les laxatifs sont également associés aux chutes chez les personnes âgées (Gribbin et al., 2010).

**Tableau 1 quelques médicaments qui contribuent au risque de chute (Stefanacci & Wilkinson, 2023)**

<i>Médicaments</i>	<i>Mécanisme</i>
<i>Aminosides</i>	Lésions vestibulaires directes
<i>Antalgiques (en particulier opiacés)</i>	Réduction de l'attention ou ralentissement des processus centraux
<i>Anti-arythmiques</i>	Diminution de la perfusion cérébrale
<i>Anticholinergiques</i>	Confusion
<i>Antihypertenseurs (particulièrement vasodilatateurs)</i>	Diminution de la perfusion cérébrale
<i>Antipsychotiques</i>	Syndromes extrapyramidaux, autres effets antiadrénergiques, vigilance réduite ou ralentissement des processus centraux
<i>Diurétiques (en particulier lorsque les patients sont déshydratés)</i>	Diminution de la perfusion cérébrale
<i>Diurétiques de l'anse (à fortes doses)</i>	Lésions vestibulaires directes
<i>Médicaments psychotropes (en particulier antidépresseurs, antipsychotiques et benzodiazépines)</i>	Réduction de l'attention ou ralentissement des processus centraux

### 3.7 Les maladies chroniques

Les maladies chroniques, telles que le diabète, les maladies cardiovasculaires, l'hypertension, ou encore les pathologies neurologiques, peuvent également augmenter le risque de chutes en affectant divers systèmes du corps, comme le système cardiovasculaire,

## Chapitre 1 : Évaluation du Risque de Chute chez les Personnes Âgées

musculaire ou neurologique. Elles entraînent souvent des limitations fonctionnelles, une mobilité réduite, des déséquilibres métaboliques, ou des troubles sensoriels, augmentant ainsi le risque de chutes.

**Tableau 2 Maladies qui contribuent au risque de chutes (Stefanacci & Wilkinson, 2023)**

<i>Catégorie</i>	<i>Troubles contribuant au risque de chutes</i>
<i>Régulation de la pression artérielle</i>	Anémie, Troubles du rythme cardiaque, Hypersensibilité sinocarotidienne cardio-inhibitrice, Bronchopneumopathie chronique obstructive (BPCO), Déshydratation, Infections (p. ex., pneumonie, sepsis), Troubles métaboliques (p. ex., diabète, troubles thyroïdiens, hypoglycémie, états hyperosmolaires), Syncope mictionnelle, Hypotension orthostatique (posturale), Hypotension postprandiale, Valvulopathies cardiaques
<i>Pathologie du système nerveux central</i>	Confusion, Démence, Accident vasculaire cérébral
<i>Marche</i>	Arthrites, Déformations du pied, Faiblesse musculaire
<i>Fonction posturale et neuromotrice</i>	Dégénérescence cérébelleuse, Myélopathie (p. ex., rétrécissement du canal médullaire cervical ou lombaire), Maladie de Parkinson, Neuropathie périphérique, Accident vasculaire cérébral, Insuffisance vertébrobasilaire
<i>Proprioception</i>	Neuropathie périphérique (p. ex., diabète sucré), Carence en vitamine B12
<i>Fonction ORL</i>	Labyrinthite aiguë, Vertige paroxystique positionnel bénin, Surdité, Maladie de Ménière
<i>Vision</i>	Cataracte, Glaucome

### 4. Facteurs Extrinsèques des Chutes

Les facteurs extrinsèques ou environnementaux jouent également un rôle important dans les chutes. Cela inclut des éléments tels que l'encombrement des pièces, la présence d'obstacles ou d'objets traînant sur le sol, ainsi qu'un mauvais éclairage. Les vêtements mal

ajustés ou inadaptés, tout comme des chaussures inappropriées ou même être pieds nus, peuvent aussi être des facteurs déclencheurs de chutes. De plus, certains comportements à risque, tels que la consommation d'alcool, de drogues, la sédentarité, ainsi qu'une mauvaise évaluation du danger, doivent être pris en compte. En général, chez les personnes âgées, ces facteurs de risque intrinsèques et extrinsèques se cumulent, augmentant ainsi la probabilité de chuter (Bloch et al., 2015).

L'image suivante résume les facteurs de chute que nous avons évoqués précédemment. Elle illustre les différents éléments intrinsèques (vieillesse, maladies chroniques, fragilité posturale), comportementaux (activités à risque, médicaments, dénutrition) et extrinsèques (sol glissant, éclairage insuffisant, obstacles) qui peuvent entraîner une chute. Ces facteurs, combinés à une fragilité osseuse, augmentent le risque de fractures. Ce mécanisme met en évidence l'importance de la prévention à travers une gestion des causes individuelles, comportementales et environnementales.

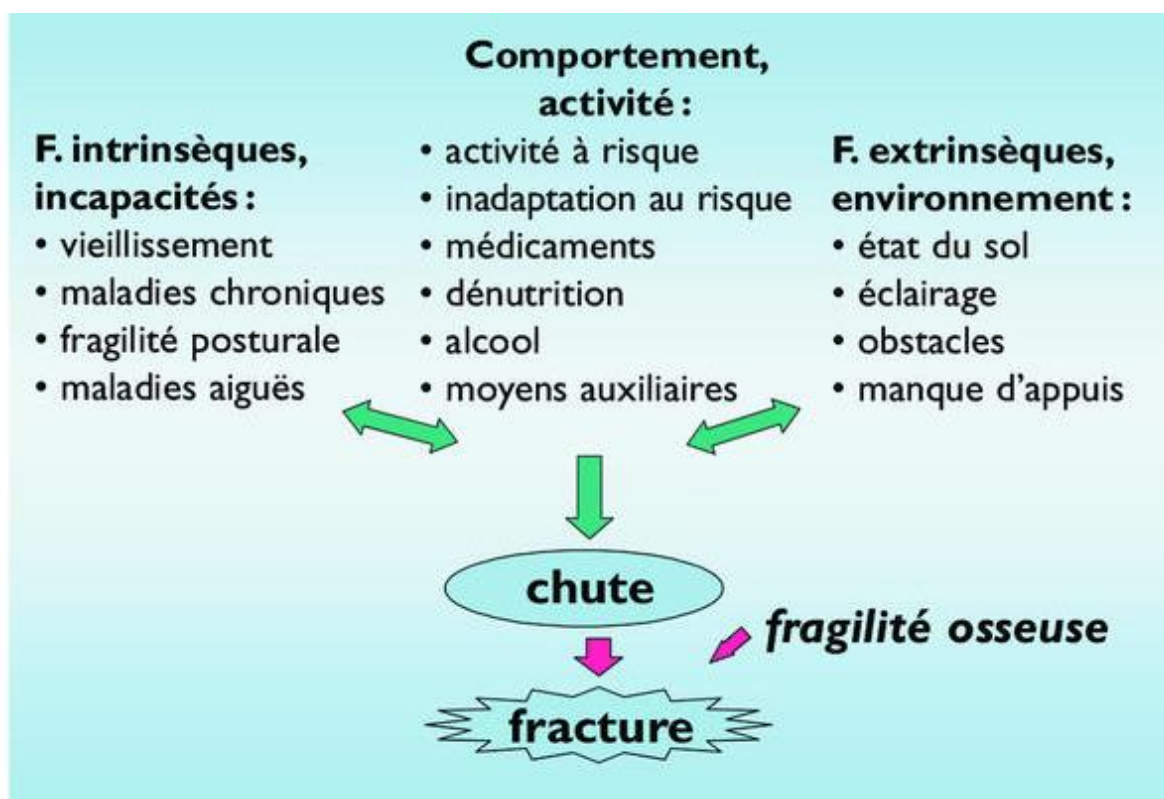


Figure 6 Mécanismes des chutes et fractures (Loew et al., 2005)

### 5. Outils d'Évaluation du Risque de Chute

### **5.1 Le test Timed Up and Go**

Ce test est une version chronométrée du test "Get Up and Go". Il consiste à demander au sujet de se lever d'une chaise, de marcher sur 3 mètres, de faire demi-tour, puis de revenir à la chaise et de s'asseoir. Le temps mis pour réaliser cette tâche est mesuré, et le score est donné en secondes. Un test est considéré normal si le temps est inférieur à 14 secondes (ou 20 secondes selon certaines études). Ce test est connu pour sa bonne reproductibilité dans le temps et entre différents observateurs. Il présente une sensibilité et une spécificité de 87 %, et a été validé auprès de personnes âgées vivant à domicile (Haute Autorité de Santé, 2012).

### **5.2 Le test Get Up and Go**

Ce test est également rapide et facile à réaliser. Le sujet doit se lever d'un fauteuil avec accoudoirs, marcher sur une distance de 3 mètres, faire demi-tour, revenir vers le fauteuil, le contourner et se rasseoir. Les résultats sont exprimés selon une échelle de 1 à 5 : (Haute Autorité de Santé, 2012)

- aucune instabilité ;
- légèrement anormal, avec une lenteur dans l'exécution ;
- modérément anormal, avec hésitation ou mouvements compensatoires ;
- anormal, avec trébuchement ;
- très anormal, indiquant un risque permanent de chute. Un score égal ou supérieur à 3 prédit un risque significatif de chute.

### **5.3 Le test d'équilibre en appui unipodal**

Ce test évalue la capacité d'un individu à tenir sur une jambe (station unipodale) le plus longtemps possible. Si le temps de maintien est inférieur à 5 secondes, il est considéré comme anormal et prédit un risque très élevé de chute. En revanche, un temps supérieur à 30 secondes est associé à un faible risque de chute. Ce test présente une sensibilité de 37 % et une spécificité de 76 %, ce qui permet d'évaluer l'équilibre et la stabilité de la personne (Haute Autorité de Santé, 2012).

### **5.4 Le test de Tinetti**

## *Chapitre 1 : Évaluation du Risque de Chute chez les Personnes Âgées*

---

Le test de Tinetti se divise en deux sections : une évaluation de l'équilibre à travers 9 situations posturales et une analyse de la marche. Le score final varie de 0 à 28 points : un score de 28 indique une absence de risque de chute, un score entre 24 et 27 indique un risque faible, entre 20 et 23 un risque élevé, et en dessous de 20 un risque très élevé. Ce test permet d'évaluer les anomalies de l'équilibre et de la marche chez les personnes âgées dans des situations courantes de la vie quotidienne. Bien qu'il soit un peu long et nécessite une bonne coopération du patient, il offre une évaluation précise (Haute Autorité de Santé, 2012).

### **Partie Équilibre**

- Équilibre en position assise sur une chaise sans accoudoirs : le patient peut se pencher sur le côté, glisser de la chaise, ou rester stable.
- Se lever sans s'appuyer sur les accoudoirs : impossible sans aide, possible avec l'aide des bras, ou possible sans bras.
- Tentative de se lever : impossible sans aide, possible après plusieurs essais, ou possible dès le premier essai.
- Équilibre immédiat debout (dans les 5 premières secondes) : instable, nécessite une aide, ou stable sans aide.
- Test de provocation de l'équilibre (pieds joints) : instable, stable mais avec pieds écartés ou aide, ou stable avec pieds joints.
- Test de provocation par poussées (poussées légères sur le sternum) : chute, chancelant et s'agrippe, ou stable.
- Yeux fermés : instable ou stable.
- Pivotement de 360° : déséquilibré, instable, ou stable.
- S'asseoir : jugement incorrect des distances, utilisation des bras, ou mouvement fluide et sécuritaire.

### **Partie Marche**

Le patient doit marcher sur 3 mètres, faire demi-tour, et revenir vers la chaise, avec son aide technique si nécessaire :

- **Initiation de la marche** : hésitation ou plusieurs essais pour démarrer, ou pas d'hésitation.
- **Pied droit** : ne dépasse pas le pied gauche, dépasse-le en appui, ou ne décolle pas complètement du sol.
- **Pied gauche** : ne dépasse pas le pied droit, dépasse-le en appui, ou ne décolle pas complètement du sol.
- **Symétrie de la marche** : pas égaux en longueur, ou longueur identique.
- **Continuité des pas** : marche discontinuer, ou continue.
- **Écartement du chemin** : déviation nette, légère déviation, ou pas de déviation.
- **Stabilité du tronc** : balancement notable, utilisation d'une aide, ou absence de balancement et de besoin d'appui.
- **Largeur des pas** : largeur du polygone de marche trop grande, ou les pieds se touchent presque.

### **5.5 L'échelle d'équilibre de Berg**

L'échelle de Berg (Berg Balance Scale) évalue l'équilibre en observant la réalisation de 14 mouvements courants dans la vie quotidienne. Ces mouvements comprennent : rester assis sans aide d'un dossier ou d'accoudoirs, se lever, se rasseoir, passer d'un siège à un autre, rester debout sans soutien, tenir l'équilibre debout les yeux fermés, maintenir l'équilibre debout avec les pieds joints, tenir une position debout avec les pieds en tandem, se tenir sur une seule jambe, effectuer une rotation du tronc, ramasser un objet au sol, faire un tour complet sur soi-même, monter sur un tabouret, et se pencher en avant. Chaque mouvement est noté sur une échelle de 0 à 4, où 0 indique un mauvais résultat et 4 un bon résultat. Le score maximal possible est de 56 points. Un score supérieur ou égal à 45 est associé à un faible risque de chute (Haute Autorité de Santé, 2012).

### **5.6 L'échelle de chute de Morse**

L'échelle de Morse (Morse FallsScale) permet de prédire 80 % des chutes à partir de 6 composantes : 1) Chutes : absence d'antécédents, chutes antérieures, ou une ou plusieurs chutes récentes ; 2) Comorbidités : présence ou absence de comorbidités ; 3) Marche : sans

aide, avec béquilles ou canne, appui sur les meubles, fauteuil roulant, ou alité ; 4) Perfusion : absence ou présence d'une perfusion ; 5) Démarche : observation de la posture, de l'appui et de la stabilité, incluant des signes comme la tête droite, les bras qui se balancent librement, ou une démarche hésitante, des appuis sur les meubles ou une posture penchée ; 6) État mental : la perception des capacités motrices, incluant la reconnaissance ou la surestimation de ces capacités(Haute Autorité de Santé, 2012).

### **5.7 Le test de poussée sternale**

Les personnes âgées présentent des altérations dans leurs capacités de prévision posturale, ce qui entraîne un déséquilibre accru lors des mouvements. Ce test évalue la réponse à trois poussées sternales légères sur un patient debout, les pieds aussi rapprochés que possible. Un déséquilibre sous l'effet de ces poussées est un indicateur du risque de chute. La sensibilité du test est de 38 %, et la spécificité est de 94 %. Une variante de ce test, le test de Weiner, consiste à observer le nombre de pas effectués en arrière après une poussée sternale(Haute Autorité de Santé, 2012).

### **5.8 Le test double tâche**

Le test double tâche, également appelé "walking and talking", repose sur l'idée que les individus à risque de chutes ont des difficultés à maintenir une conversation tout en marchant. Cela leur demande de concentrer leur attention sur la conversation, ce qui perturbe leur équilibre et les pousse à interrompre leur marche. Ce test présente une sensibilité de 48 % et une spécificité de 98 % (Haute Autorité de Santé, 2012).

### **5.9 Le test de Fukuda**

Le test de Fukuda évalue les déviations et les déplacements du corps lors d'une épreuve de piétinement aveugle. Le patient doit effectuer 50 pas les yeux fermés, les bras tendus en avant. Ce test permet de détecter des anomalies dans la stabilité et l'alignement postural du patient(Haute Autorité de Santé, 2012).

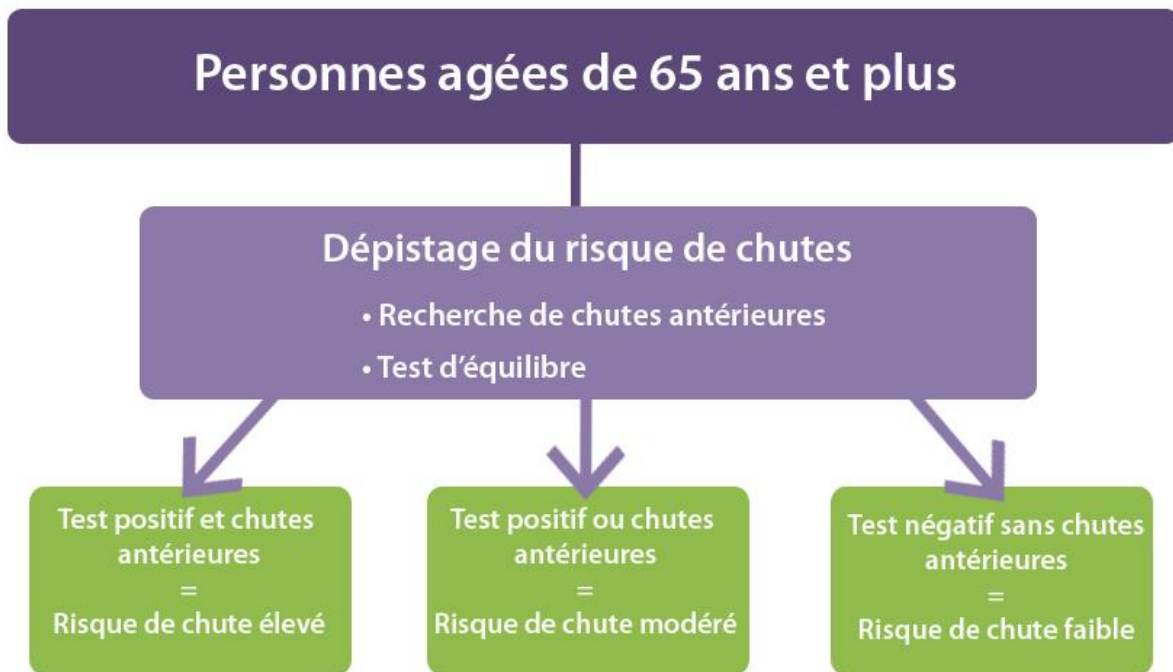


Figure 7 Dépistage du risque de chute (De Créteil, 2018)

## 6. Prévention des Chutes

### 6.1 Kinésithérapie et exercice

Les patients ayant subi plusieurs chutes ou éprouvant des difficultés lors des évaluations initiales de l'équilibre et de la marche devraient bénéficier d'une prise en charge rééducative adaptée. La kinésithérapie, ainsi que les programmes d'exercice physique, peuvent être réalisés à domicile pour les patients ayant une mobilité réduite.

Les kinésithérapeutes élaborent des programmes d'exercices individualisés visant à améliorer l'équilibre, la marche, et à traiter les problèmes spécifiques ou les pathologies sous-jacentes augmentant le risque de chute, telles que la maladie de Parkinson (Allen et al., 2011).

Par ailleurs, des programmes d'exercices non personnalisés peuvent être mis en place dans des structures communautaires ou des établissements de santé pour favoriser l'équilibre et la marche. Par exemple, le tai-chi a démontré son efficacité, qu'il soit pratiqué en groupe ou individuellement. Les programmes les plus efficaces pour réduire les risques de chute présentent généralement les caractéristiques suivantes :

- Ils sont adaptés aux besoins spécifiques du patient.
- Ils sont encadrés par un professionnel qualifié.
- Ils incluent une composante substantielle visant à challenger l'équilibre.
- Ils sont réalisés sur une période prolongée (par exemple,  $\geq 4$  mois).

De nombreuses structures telles que des centres pour personnes âgées, des YMCA ou d'autres clubs de santé offrent des cours d'exercices adaptés aux seniors, souvent gratuits ou peu coûteux. Ces initiatives permettent une accessibilité accrue, et les économies réalisées grâce à la prévention des chutes surpassent les coûts de ces programmes (Sherrington et al., 2020).

### **6.2 Dispositifs et accessoires fonctionnel**

L'utilisation d'aides techniques à la marche peut être bénéfique pour certains patients, comme les cannes ou les déambulateurs. Les cannes sont généralement adaptées aux patients présentant une faiblesse musculaire ou articulaire légère et unilatérale. En revanche, les déambulateurs, notamment ceux équipés de roues, conviennent mieux aux patients à risque élevé de chute en raison d'une faiblesse bilatérale des membres inférieurs ou d'une altération de la coordination. Toutefois, les déambulateurs à roues peuvent présenter un danger pour les patients incapables de les contrôler correctement.

Il est essentiel d'utiliser une canne à la hauteur appropriée. Une canne mal ajustée, qu'elle soit trop longue ou trop courte, peut entraîner des douleurs lombaires, des postures inadéquates et un manque de stabilité. Elle doit être tenue du côté opposé au membre affecté (Stefanacci & Wilkinson, 2023).

Pour positionner correctement une canne, elle doit être tenue dans la main opposée à la jambe fragilisée par une blessure ou une douleur. Si les deux jambes sont douloureuses et qu'une seule canne est disponible, il est préférable de la tenir du côté où le bras est le plus fort, afin de compenser l'appui douloureux (Skala & Leignadier, 2017).

Lors des déplacements, il faut garder le coude près du corps et avancer simultanément la jambe douloureuse avec la canne permet un mouvement équilibré. Éviter les gestes excessifs aide à maintenir une démarche naturelle. Marcher avec un rythme régulier et des pas de longueur constante contribue à une meilleure stabilité (Skala & Leignadier, 2017)

Il est recommandé de monter et descendre les escaliers marche par marche.

- **Pour monter** : commence par placer la jambe valide sur la première marche. En même temps, incline-toi légèrement en avant et amène la canne et la jambe douloureuse sur cette marche. Répète le mouvement pour monter les marches suivantes.
- **Pour descendre** : commence par te placer en haut des escaliers et dépose la canne sur la première marche. Place ensuite la jambe fragilisée sur cette marche, puis mets la jambe saine. Appuie bien sur la canne pour t'aider à faire descendre la jambe fragilisée.

### **6.3 La prise en charge médicale**

La prise en charge médicale des risques de chutes inclut la réévaluation des médicaments pouvant augmenter ce risque, en arrêtant leur utilisation ou en réduisant leur dose à un niveau minimal efficace. Il est également essentiel d'évaluer les patients pour l'ostéoporose, et si celle-ci est diagnostiquée, de les traiter afin de diminuer le risque de fractures en cas de chute.

Pour les troubles spécifiques identifiés comme facteurs de risque, des interventions ciblées sont nécessaires. Par exemple, les médicaments et la kinésithérapie peuvent réduire le risque chez les patients atteints de la maladie de Parkinson. Le traitement de la douleur, la kinésithérapie, ainsi que la chirurgie de remplacement articulaire, peuvent également réduire les risques chez les patients arthrosiques. Pour les patients ayant des déficiences visuelles, un ajustement des corrections optiques (passage de verres simples à des verres à foyers multiples) ou une intervention chirurgicale, notamment pour la cataracte, peuvent être utiles (Les éditions Inserm, 2014).

Bien que les recherches antérieures n'aient pas soutenu l'utilisation de la supplémentation en vitamine D pour la prévention des chutes, une méta-analyse récente des essais contrôlés randomisés a montré que cette supplémentation pouvait réduire de manière significative l'incidence des chutes (Thanaplueti Wong et al., 2020; U.S. Preventive Services Task Force, 2018).

### **6.4 La gestion environnementale et situationnelle**

## *Chapitre 1 : Évaluation du Risque de Chute chez les Personnes Âgées*

---

La gestion environnementale et situationnelle joue un rôle clé dans la réduction du risque de chutes. La correction des dangers environnementaux à domicile, comme l'élimination des tapis glissants, l'amélioration de l'éclairage, l'ajout de barres d'appui et de mains courantes, ainsi que la réduction de l'encombrement, peut diminuer de manière significative les risques (Gill et al., 1999).

Les patients doivent également être sensibilisés aux risques liés à des facteurs situationnels. Par exemple, il est recommandé de porter des chaussures à talons plats, avec un maintien suffisant de la cheville, une semelle antidérapante et une bonne fermeture. Pour les patients ayant une mobilité réduite de manière chronique, comme ceux souffrant de formes graves d'arthrose ou de parésie, une approche multifactorielle intégrant des interventions médicales, rééducatives et environnementales s'avère bénéfique. Les adaptations du fauteuil roulant, telles que des repose-pieds amovibles pour éviter les accrochages, ou des barres pour empêcher le basculement en arrière, sont également des mesures utiles pour prévenir les chutes chez les patients ayant un mauvais équilibre ou une faiblesse importante en position assise (Les éditions Inserm, 2014).

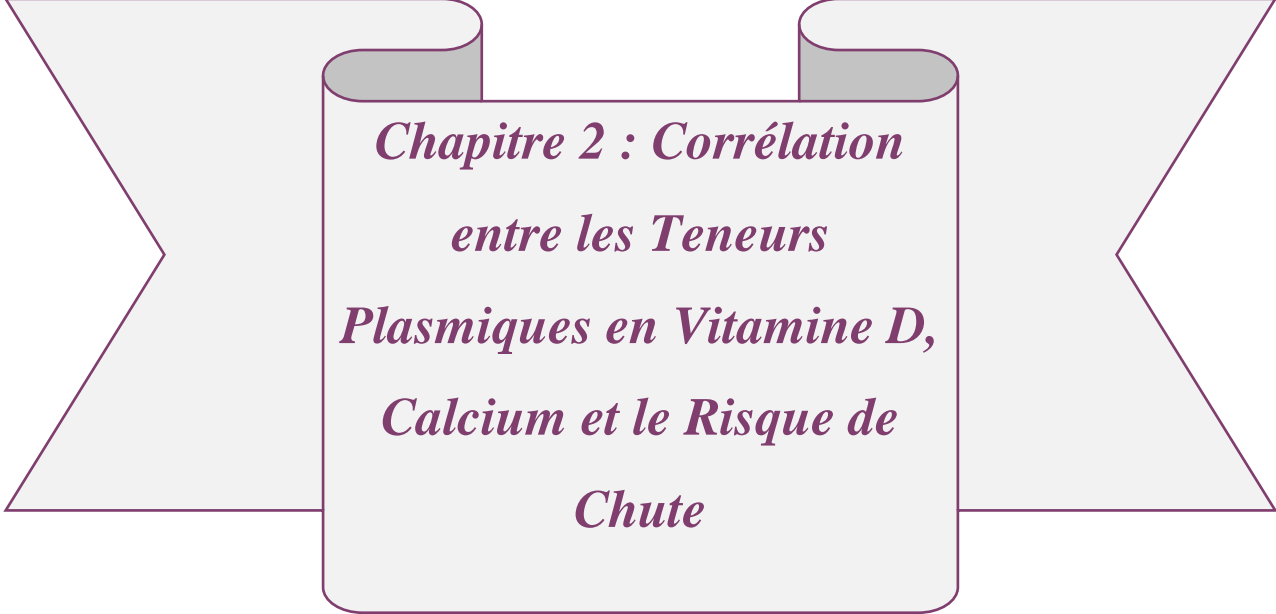
Les contentions physiques sont généralement contre-indiquées, car elles peuvent aggraver les risques de chutes et entraîner d'autres complications. Il est donc préférable de privilégier la surveillance par un soignant ou un compagnon, qui peut réagir rapidement en cas de besoin. Les détecteurs de mouvement peuvent être utilisés en complément, mais doivent toujours être associés à la présence d'un soignant pour garantir une intervention rapide (Les éditions Inserm, 2014).

Les protecteurs de hanche, insérés dans des sous-vêtements spéciaux, ont prouvé leur efficacité pour réduire les fractures de la hanche chez les patients à haut risque, mais leur efficacité est moindre chez les personnes âgées vivant en milieu urbain. De plus, de nombreux patients sont réticents à porter ces protections en permanence. L'utilisation de revêtements de sol souples, comme du caoutchouc ferme, peut aussi dissiper la force d'impact des chutes, bien qu'un sol trop souple (par exemple, de la mousse) puisse entraîner une perte de stabilité pour certains patients.

Il est également essentiel d'informer les patients sur les techniques pour se relever après une chute, surtout s'ils se retrouvent seuls. Apprendre à passer du décubitus dorsal au ventral, puis à la position à quatre pattes, peut les aider à se déplacer vers un appui stable,

pour redresser le tronc, dégager un pied et se tracter pour se relever. Pour réduire le temps passé au sol après une chute, plusieurs mesures préventives sont recommandées, telles que maintenir des contacts fréquents avec la famille ou des amis, disposer d'un téléphone accessible depuis le sol, ou d'un dispositif d'alerte portable.

Les nouvelles technologies, telles que les montres intelligentes, les systèmes d'alerte médicale mobiles et les détecteurs de mouvement à domicile, peuvent détecter les chutes automatiquement et déclencher un appel à l'aide. De plus, des systèmes de surveillance à commande vocale, comme des enceintes intelligentes ou des caméras à intelligence artificielle, permettent de suivre les personnes âgées à domicile et d'alerter les aidants en cas de chute potentielle. La combinaison de la surveillance humaine, des dispositifs portables et des technologies de surveillance à domicile maximise la rapidité de la réponse en cas de chute (Les éditions Inserm, 2014).



*Chapitre 2 : Corrélation  
entre les Teneurs  
Plasmiques en Vitamine D,  
Calcium et le Risque de  
Chute*

## **1. La Vitamine D : Rôle et Sources**

La vitamine D est un élément clé pour le bon fonctionnement de l'organisme et peut être obtenue de différentes manières.

### **1.1 Rôle de la vitamine D**

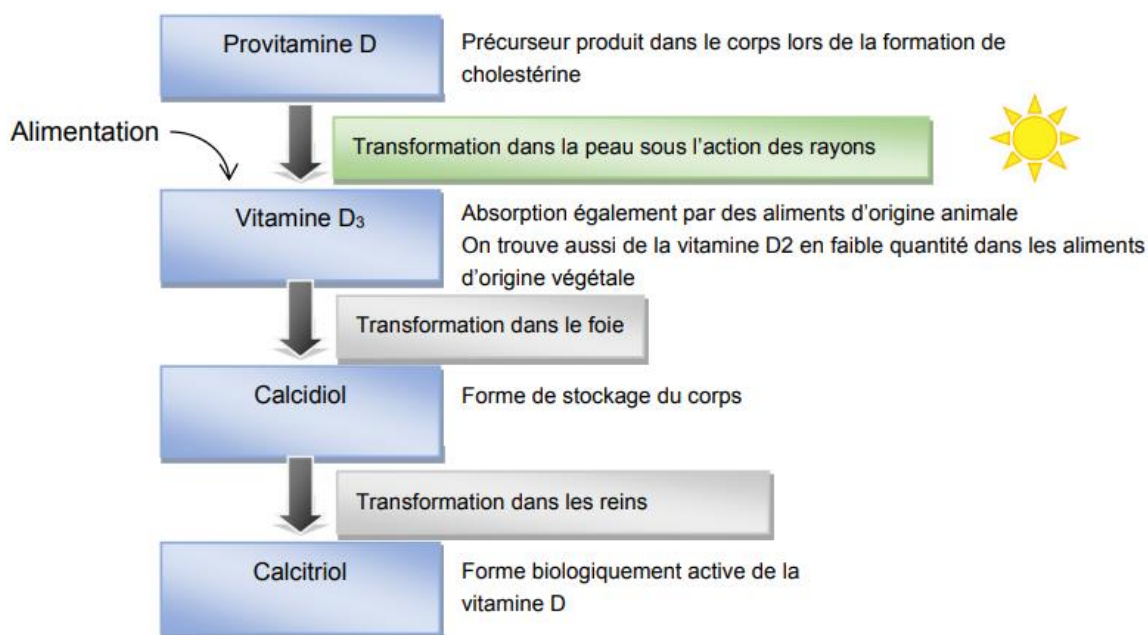
La vitamine D joue un rôle essentiel dans le maintien de l'équilibre phosphocalcique de l'organisme. Elle favorise l'absorption intestinale du calcium et du phosphore, limite leur élimination urinaire et contribue à la minéralisation osseuse. En plus de son impact sur la santé osseuse, elle intervient dans la régulation du système immunitaire, la différenciation et la prolifération cellulaires, ainsi que dans certains mécanismes endocriniens. Son métabolisme est régulé par des enzymes spécifiques et des récepteurs nucléaires, assurant un contrôle précis de ses effets biologiques. (Tissandié et al., 2006)

### **1.2 Source de la vitamine D**

Les vitamines sont des substances essentielles que l'organisme ne produit pas ou en quantités insuffisantes, nécessitant un apport externe via l'alimentation. Cependant, la vitamine D fait exception, car elle peut être synthétisée par la peau sous l'effet des rayons UVB du soleil, couvrant ainsi 80 à 90 % des besoins, le reste étant apporté par l'alimentation.

Sa synthèse cutanée repose sur des précurseurs dérivés du cholestérol (provitamine D) et nécessite une exposition solaire adéquate. Une fois absorbée par l'alimentation (vitamine D2 et D3) ou produite par la peau (vitamine D3), elle subit deux transformations : (Département fédéral de l'Intérieur [DFI], 2014)

- Dans le foie, elle est convertie en calcidiol (25-hydroxy-vitamine D).
- Dans les reins, elle devient calcitriol (1,25-dihydroxy-vitamine D), sa forme active, responsable de ses effets biologiques.



**Figure 8 Schéma de la formation de la vitamine D (Département fédéral de l'Intérieur [DFI], 2014)**

Ce schéma illustre le processus de formation de la vitamine D dans l'organisme, en mettant en évidence ses différentes étapes de transformation. La provitamine D, issue du cholestérol, est convertie en vitamine D<sub>3</sub> sous l'effet des rayons UV, un processus clé pour l'activation de cette vitamine essentielle. L'organisme peut également absorber de la vitamine D<sub>3</sub> par l'alimentation, notamment à partir de sources animales. Une fois dans le corps, la vitamine D<sub>3</sub> subit deux transformations successives : d'abord dans le foie, où elle devient le calcidiol, une forme de stockage, puis dans les reins, où elle est convertie en calcitriol, la forme biologiquement active. Ce dernier joue un rôle fondamental dans l'homéostasie du calcium et la santé osseuse.

## 2. Effets de la Carence en Vitamine D

La vitamine D, sous sa forme circulante 25(OH)D<sub>3</sub>, est un indicateur clé du statut en vitamine D de l'organisme. Son taux plasmatique permet d'évaluer si une personne présente un apport suffisant ou insuffisant, influençant directement la santé osseuse et d'autres fonctions biologiques. Le tableau ci-dessous résume les seuils de concentration de 25(OH)D<sub>3</sub> et leur classification en fonction de leur impact physiologique (Ernandez & Stoermann-Chopard, 2012).

**Tableau 3 Définition du déficit et de l'insuffisance en vitamine D3 (Ernandez & Stoermann-Chopard, 2012)**

Taux plasmatique de 25(OH)D3	
<b>Déficit</b>	< 50 nmol/l (20 ng/ml)
<b>Insuffisance</b>	50-75 nmol/l (20-30 ng/ml)
<b>Taux optimal</b>	> 75 nmol/l (30 ng/ml)

Ce tableau distingue trois niveaux de statut en vitamine D. Un déficit est observé lorsque le taux est inférieur à 50 nmol/l (20 ng/ml), ce qui expose à un risque accru de troubles osseux comme l'ostéoporose. L'insuffisance se situe entre 50 et 75 nmol/l (20-30 ng/ml), reflétant un apport modéré mais potentiellement insuffisant pour des fonctions optimales. Enfin, un taux supérieur à 75 nmol/l (30 ng/ml) est considéré comme optimal pour maintenir une bonne santé osseuse et métabolique.

Les effets secondaires d'une carence en vitamine D sont multiples et varient selon l'âge. Ses principaux impacts sont : (Johnson, 2024)

- Douleurs musculaires, fatigue et douleurs osseuses à tout âge.
- Crampes musculaires (tétanie) chez les nourrissons, pouvant entraîner des spasmes au niveau du visage, des mains et des pieds, voire des convulsions en cas de carence sévère.
- Mouvement retardé chez les nourrissons rachitiques, avec un crâne mou et une fermeture lente des fontanelles.
- Troubles de la croissance osseuse chez les jeunes enfants (1 à 4 ans), pouvant provoquer scoliose, jambes arquées (varus) ou en X (valgus), et retard de la marche.
- Douleurs et difficultés à marcher chez les adolescents, avec risque de déformation osseuse du bassin, surtout chez les filles.
- Fragilité osseuse chez l'adulte, touchant principalement la colonne vertébrale, le bassin et les jambes, augmentant le risque de fractures.
- Fractures fréquentes chez les personnes âgées, notamment au niveau de la hanche, même après une chute mineure.

Une carence sévère en vitamine D peut donc avoir des répercussions graves sur la santé osseuse et musculaire, affectant le développement des enfants et augmentant le risque de fractures chez les adultes et les seniors.

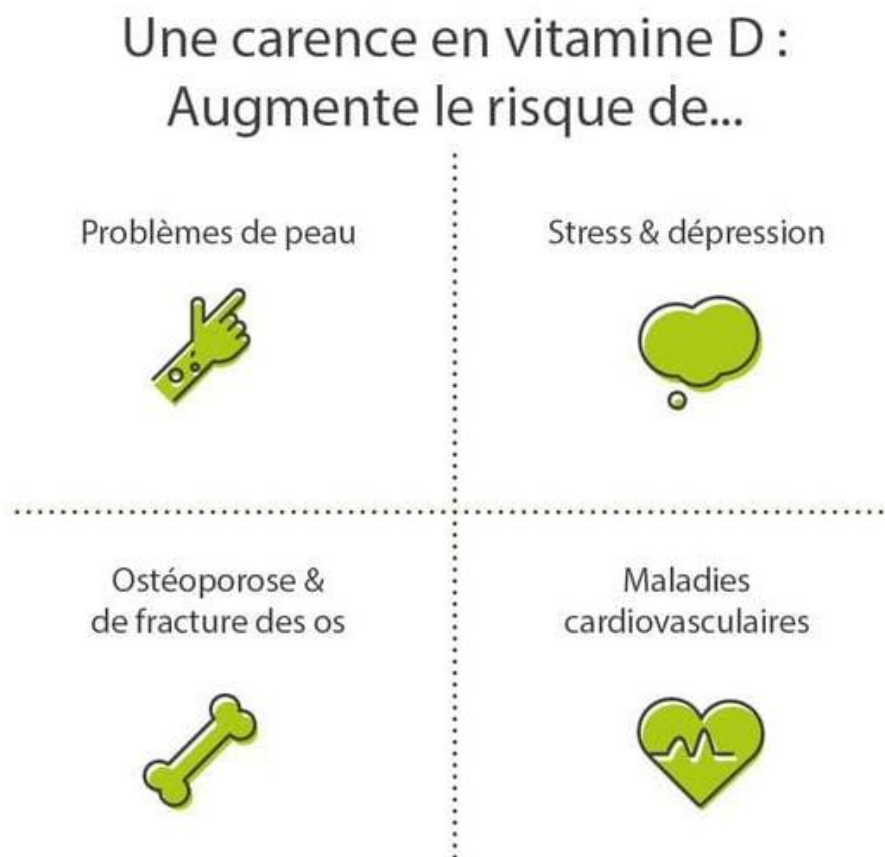


Figure 9 Effets de la Carence en Vitamine D (Cerascreen Belgique, 2021)

### 3. Le Calcium : Importance et Sources

Le calcium est un minéral essentiel à la santé osseuse et joue un rôle fondamental dans plusieurs fonctions biologiques.

#### 3.1 Importance du calcium

Le calcium est un minéral essentiel à de nombreuses fonctions vitales de l'organisme. Bien qu'une grande partie du calcium soit stockée dans les os, il est également présent dans les cellules et le sang, où il joue un rôle clé dans plusieurs processus biologiques.

Les principales fonctions du calcium incluent : (Lewis, 2023)

- Formation et solidité des os et des dents
- Contraction musculaire et bon fonctionnement du système nerveux
- Activation des enzymes essentielles aux réactions métaboliques

- Coagulation sanguine pour éviter les saignements excessifs
- Régulation du rythme cardiaque

L'organisme maintient un équilibre précis du calcium dans le sang. En cas de besoin, il puise dans les réserves osseuses, ce qui peut fragiliser les os et entraîner des maladies comme l'ostéoporose. Un apport suffisant en calcium est donc indispensable pour préserver la santé osseuse et assurer le bon fonctionnement du corps.

### **3.2 Sources du calcium**

Le calcium provient de diverses sources qui sont : (Titchenal & Dobbs, 2007)

- Produits laitiers : Lait, yaourt et fromage sont des sources majeures de calcium, avec une excellente biodisponibilité. Par exemple, le calcium du lait est absorbé à environ 30-35 %, et certains fromages comme l'Emmental et le Grana Padano atteignent plus de 80 %.
- Légumes verts à feuilles : Choux, brocoli et feuilles de navet contiennent du calcium, mais leur absorption est parfois réduite par la présence d'oxalates et de phytates, qui limitent son assimilation.
- Poissons en conserve avec arêtes : Sardines et saumon en conserve sont de bonnes sources de calcium, avec une absorption similaire à celle des produits laitiers.
- Eaux minérales riches en calcium : Certaines eaux minérales contiennent des niveaux élevés de calcium, avec une biodisponibilité proche de celle du lait (environ 22-23 %).
- Aliments fortifiés : Les jus de fruits, boissons végétales et céréales enrichis en calcium sont essentiels pour les populations qui consomment peu de produits laitiers.
- Tofu et produits à base de soja : Le tofu coagulé avec du sulfate de calcium est une bonne source de calcium, bien que son absorption varie selon la méthode de préparation.
- Noix et graines : Amandes et graines de sésame sont riches en calcium, mais leur absorption est limitée en raison des phytates.
- Légumineuses : Haricots, pois chiches et lentilles contiennent du calcium, mais sa disponibilité est réduite par la présence de substances anti-nutritionnelles.
- Techniques de transformation alimentaire : Des procédés comme la nixtamalisation (traitement du maïs avec de la chaux) améliorent la teneur en calcium et sa biodisponibilité.

#### 4. Conséquences de la Carence en Calcium

Le calcium est un minéral essentiel au bon fonctionnement de l'organisme, jouant un rôle clé dans la santé osseuse, la contraction musculaire et la transmission nerveuse. Sa concentration dans le sang est régulée de manière stricte pour assurer un équilibre optimal entre les apports alimentaires, l'absorption intestinale et l'élimination rénale. Les valeurs normales varient en fonction de l'âge, avec des taux généralement plus élevés chez les nourrissons et les enfants en raison de leurs besoins accrus en croissance. Le tableau ci-dessous présente les valeurs de référence du calcium total et du calcium ionisé dans le sang selon les différentes tranches d'âge. (Houillier, 2015)

**Tableau 4 Tableau des valeurs normales du calcium dans le sang (Houillier, 2015)**

	Calcium total mmol/L	Calcium ionisé mmol/L
Nourrissons	2.20-2.65	1.22-1.40
Enfants	2.30-2.60	1.15-1.32
Adultes	2.10-2.53	1.15-1.32

Le tableau présente les valeurs normales du calcium total et du calcium ionisé dans le sang en fonction de l'âge. On y observe que les nourrissons ont des niveaux légèrement plus élevés de calcium total (2,20 - 2,65 mmol/L) et de calcium ionisé (1,22 - 1,40 mmol/L) par rapport aux enfants et aux adultes. Chez les enfants, la concentration de calcium total augmente légèrement (2,30 - 2,60 mmol/L), tandis que celle du calcium ionisé diminue (1,15 - 1,32 mmol/L). Enfin, chez les adultes, le calcium total diminue légèrement (2,10 - 2,53 mmol/L) tandis que le calcium ionisé reste stable (1,15 - 1,32 mmol/L). Cette évolution reflète les besoins métaboliques différents selon l'âge, notamment la croissance chez les nourrissons et les enfants.

Une carence en calcium peut entraîner divers troubles affectant les os, les muscles, le système nerveux et d'autres fonctions vitales. Ses principales conséquences sont : (Kamenický, 2016)

❖ Troubles osseux

- Ostéoporose : Fragilisation des os, augmentant le risque de fractures, surtout chez les personnes âgées.
- Ostéomalacie : Ramollissement des os chez l'adulte, causant douleurs et faiblesse musculaire.
- Rachitisme : Déformation osseuse chez l'enfant due à un défaut de minéralisation.

❖ Problèmes musculaires et nerveux

- Crampes et spasmes musculaires : Une faible concentration de calcium dans le sang provoque des contractions involontaires.
- Engourdissements et fourmillements : Surtout au niveau des doigts, des mains et des pieds.
- Tétanie : Contractions musculaires prolongées pouvant entraîner des convulsions en cas de déficit sévère.

❖ Troubles cardiovasculaires

- Rythme cardiaque irrégulier (arythmie) : Un manque de calcium affecte la contraction du muscle cardiaque.
- Hypertension artérielle : Une carence prolongée peut influencer la régulation de la pression sanguine.

❖ Autres effets

- Troubles dentaires : Fragilisation des dents et augmentation du risque de caries.
- Fatigue et irritabilité : Un déficit en calcium peut causer une fatigue chronique et des sautes d'humeur.
- Ongles cassants et peau sèche : Le calcium est essentiel à la santé de la peau, des ongles et des cheveux.
- 

## **5. Mécanismes d'Interaction entre Vitamine D, Calcium et Santé Osseuse**

L'interaction entre la vitamine D et le calcium est essentielle pour le maintien de la santé osseuse. Une compréhension approfondie de ces mécanismes permet d'élaborer des stratégies efficaces de prévention et de prise en charge des troubles osseux.

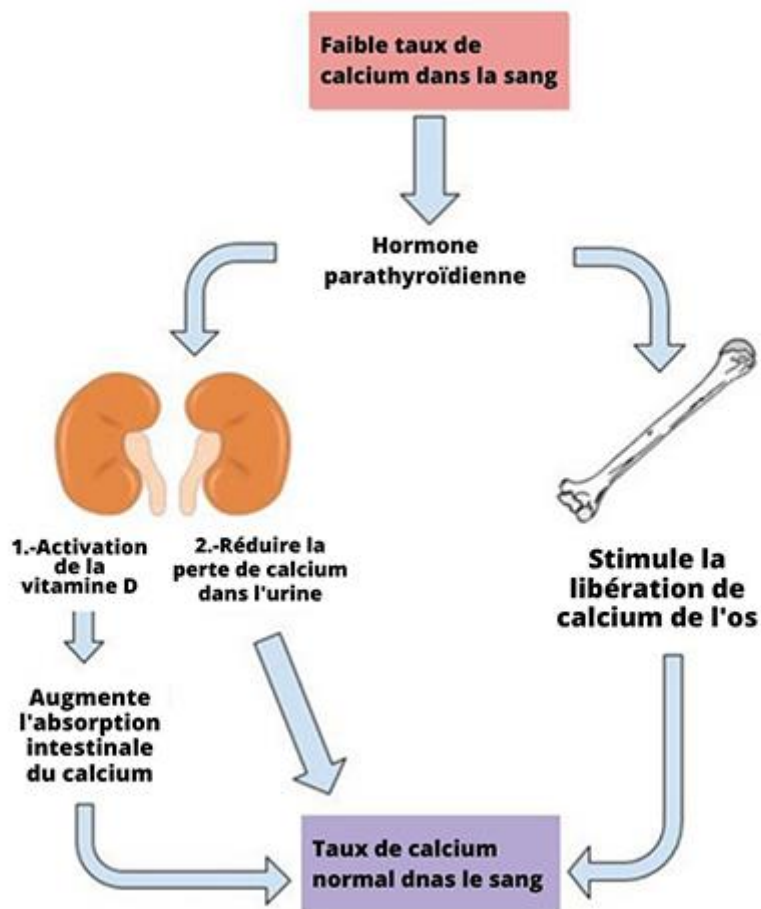
Dans ce qui suit, nous examinerons les différents mécanismes d'interaction entre la vitamine D, le calcium et la santé osseuse, en mettant en évidence leur rôle respectif, leur synergie dans l'absorption intestinale, ainsi que leurs implications cliniques et recommandations.

### **5.1 Rôle du Calcium dans la Santé Osseuse**

Le calcium est un nutriment essentiel pour la formation et le métabolisme des os. Plus de 99 % du calcium corporel est stocké sous forme d'hydroxyapatite de calcium ( $\text{Ca}_{10}[\text{PO}_4]_6[\text{OH}]_2$ ) dans les os et les dents, ce qui confère à ces tissus leur solidité. Le calcium joue également un rôle crucial dans la contraction vasculaire, la transmission nerveuse et la sécrétion hormonale. Le tissu osseux sert de réservoir de calcium, libérant ce minéral dans le sang pour répondre aux besoins métaboliques via le processus de remodelage osseux. (Institute of Medicine, 2011)

### **5.2 Régulation du Métabolisme du Calcium par la Vitamine D**

Le métabolisme du calcium est régulé par le système endocrinien impliquant l'hormone parathyroïdienne (PTH) et la vitamine D. En cas de déficit en vitamine D, l'absorption active du calcium est réduite, entraînant une augmentation de la sécrétion de PTH. Cette hormone stimule la conversion de la vitamine D en sa forme active, le calcitriol, qui améliore l'absorption intestinale du calcium. Ce mécanisme homéostatique est essentiel pour maintenir des niveaux adéquats de calcium ionisé dans le sang. (Institute of Medicine, 2011)



**Figure 10 Lien entre la vitamine D et le calcium dans la régulation sanguine (Agent Admin AQTN Editor & Association québécoise des thérapeutes naturels [AQTN], 2023)**

Ce schéma met en évidence le rôle clé de la vitamine D dans l'homéostasie du calcium. Lorsque le taux de calcium sanguin diminue, l'hormone parathyroïdienne (PTH) est libérée pour rétablir l'équilibre. L'un de ses effets majeurs est d'activer la vitamine D au niveau des reins. Une fois activée sous forme de calcitriol, la vitamine D stimule l'absorption intestinale du calcium, augmentant ainsi sa disponibilité dans le sang. Ce mécanisme illustre l'interdépendance entre la vitamine D et le calcium : sans une activation adéquate de la vitamine D, l'absorption intestinale du calcium est insuffisante, compromettant la minéralisation osseuse et l'équilibre calcique de l'organisme.

### **5.3 Synergie entre Vitamine D et Calcium pour l'Absorption Intestinale**

La vitamine D et le calcium interagissent de manière synergique pour optimiser l'absorption intestinale du calcium. La vitamine D active (calcitriol) stimule l'expression des

récepteurs de la vitamine D (VDR) et des protéines de transport du calcium, comme TRPV6, dans l'intestin. Cette interaction est particulièrement importante lors de faibles apports en calcium, où l'absorption active devient cruciale pour maintenir l'équilibre calcique (Heaney, 2008).

#### **5.4 Impact de la Vitamine D sur la Minéralisation Osseuse**

La vitamine D joue un rôle clé dans la minéralisation osseuse en régulant les niveaux de calcium et de phosphate. Une carence en vitamine D entraîne une diminution de la minéralisation osseuse, augmentant le risque de maladies osseuses comme l'ostéomalacie et l'ostéoporose. Des études montrent que des apports adéquats en vitamine D et en calcium sont nécessaires pour préserver la densité minérale osseuse, en particulier chez les personnes âgées (Newberry et al., 2014).

#### **5.5 Effets des Apports Combinés sur la Santé Osseuse**

Les apports combinés de vitamine D et de calcium ont des effets bénéfiques sur la santé osseuse. Des essais cliniques ont démontré que la supplémentation en ces deux nutriments réduit le risque de fractures et améliore la densité osseuse, en particulier chez les femmes ménopausées. Cependant, les résultats varient selon les méthodes d'évaluation de la vitamine D et les caractéristiques des participants.

#### **5.6 Adaptation Métabolique en Cas de Faibles Apports en Calcium**

L'organisme s'adapte à de faibles apports en calcium en augmentant l'absorption fractionnelle du calcium. Par exemple, lorsque l'apport en calcium passe de 2 000 mg à 300 mg par jour, l'absorption fractionnelle peut augmenter de 27 % à 37 %. Cette adaptation est médiée par une augmentation de la PTH et du calcitriol, bien qu'elle ne compense pas entièrement la réduction de l'apport calcique (Institute of Medicine, 2011).

#### **5.7 Implications Cliniques et Recommandations**

Les recommandations actuelles soulignent l'importance de maintenir des apports adéquats en vitamine D et en calcium tout au long de la vie pour prévenir les troubles osseux. Les sources alimentaires de calcium, comme les produits laitiers, et la supplémentation en vitamine D sont des stratégies clés pour atteindre ces objectifs. Cependant, des études

supplémentaires sont nécessaires pour clarifier les effets à long terme de ces nutriments sur la santé osseuse et globale (Newberry et al., 2014).

En résumé, l'interaction entre la vitamine D et le calcium est essentielle pour maintenir la santé osseuse. Ces nutriments agissent en synergie pour réguler l'absorption, le métabolisme et la minéralisation du calcium, avec des implications cliniques significatives pour la prévention des maladies osseuses.

## **6. Corrélation entre Vitamine D et Risque de Chute**

La vitamine D joue un rôle essentiel dans plusieurs processus physiologiques qui influencent le risque de chute. Son action sur la fonction musculaire, l'équilibre et la densité osseuse en fait un facteur clé dans la prévention des chutes, notamment chez les populations vulnérables.

Dans ce qui suit, nous examinerons en détail la relation entre la vitamine D et le risque de chute en mettant en évidence son impact sur la fonction musculaire, la coordination, la densité osseuse, ainsi que ses interactions avec les marqueurs inflammatoires et le système cardiovasculaire.

### **6.1 Rôle de la vitamine D dans la fonction musculaire**

La vitamine D joue un rôle crucial dans le maintien de la fonction musculaire, en particulier chez les personnes âgées. Elle influence la synthèse des protéines musculaires et la régulation du calcium intracellulaire, deux éléments essentiels pour la contraction musculaire. Une carence en vitamine D peut entraîner une faiblesse musculaire, une atrophie des fibres de type II (responsables des mouvements rapides et de l'équilibre), et une diminution de la force musculaire. Ces altérations augmentent le risque de chute, car les muscles ne sont plus capables de répondre efficacement aux déséquilibres posturaux (Bischoff-Ferrari et al., 2004).

### **6.2 Impact sur l'équilibre et la coordination**

La vitamine D agit également sur le système nerveux central et périphérique, influençant ainsi l'équilibre et la coordination. Elle module la transmission neuromusculaire en régulant l'expression des récepteurs de la vitamine D dans les neurones et les cellules musculaires. Une carence en vitamine D peut perturber cette transmission, entraînant des retards dans les réponses motrices et une altération de la proprioception. Ces déficits

augmentent la probabilité de chutes, notamment lors de mouvements complexes ou de changements de position (Pfeifer et al., 2000).

### **6.3 Effets sur la densité osseuse et les fractures**

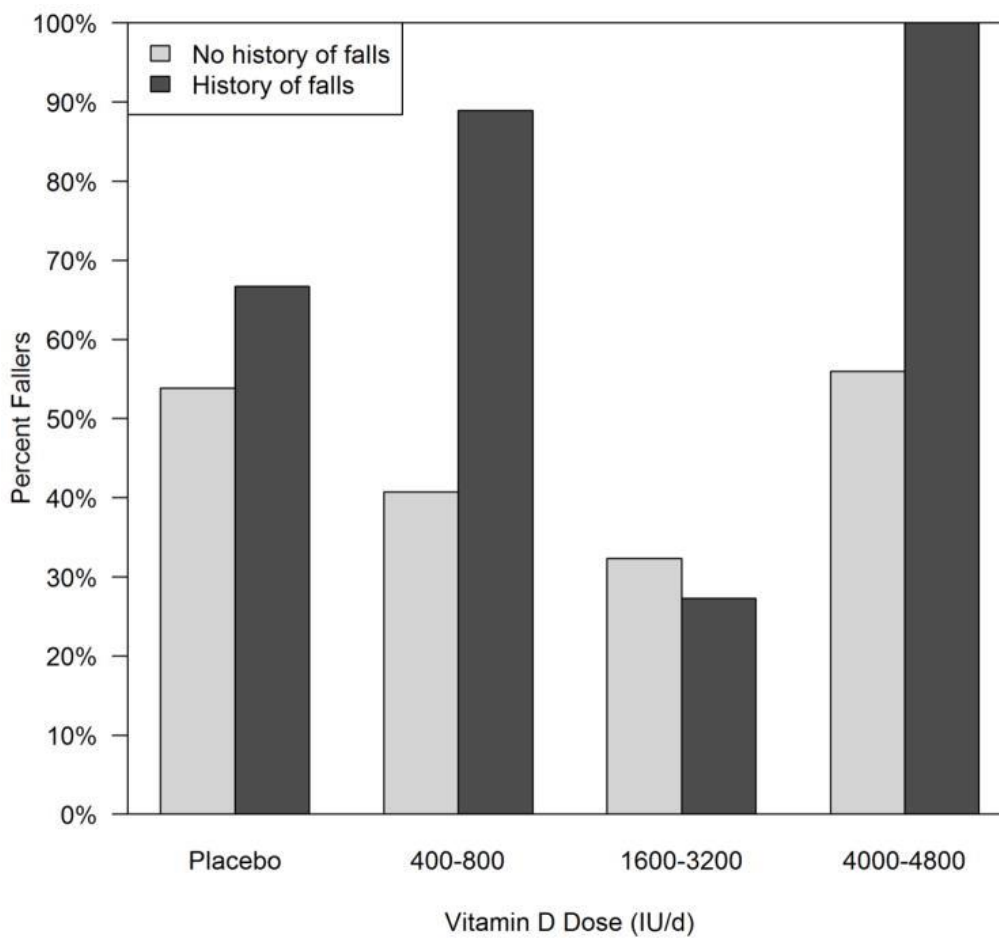
La vitamine D est essentielle pour l'absorption intestinale du calcium et la minéralisation osseuse. Une carence en vitamine D entraîne une diminution de la densité osseuse, rendant les os plus fragiles et augmentant le risque de fractures lors de chutes. De plus, une faible densité osseuse peut limiter la mobilité et la confiance en soi, ce qui accroît indirectement le risque de chute. Ainsi, la vitamine D agit à la fois sur la prévention des chutes et sur la réduction des conséquences graves liées à ces chutes (Lips, 2001).

### **6.4 Interaction avec les marqueurs inflammatoires**

La vitamine D possède des propriétés anti-inflammatoires qui peuvent influencer le risque de chute. Elle régule l'expression des cytokines pro-inflammatoires, dont l'interleukine-6 (IL-6) et le facteur de nécrose tumorale alpha (TNF- $\alpha$ ), qui sont associées à la sarcopénie et à la dégénérescence musculaire. Une carence en vitamine D peut donc exacerber l'inflammation systémique, accélérant la perte de masse musculaire et augmentant le risque de chute (Snijder et al., 2006).

### **6.5 Effets sur le système cardiovasculaire et l'hypotension orthostatique**

La vitamine D influence également le système cardiovasculaire en régulant la pression artérielle et en prévenant l'hypotension orthostatique, une cause fréquente de chute chez les personnes âgées. Elle module la production de rénine et améliore la fonction endothéliale, réduisant ainsi les épisodes de chute de tension lors des changements de position. Une carence en vitamine D peut donc augmenter le risque de chute en altérant la stabilité cardiovasculaire (Appeadu et Bordoni, 2023).



**Figure 11 Effet de la Vitamine D sur le Risque de Chute en Fonction de l’Historique des Chutes (Smith et al., 2017)**

Ce graphique illustre l’impact de différentes doses de vitamine D sur le pourcentage de personnes ayant fait une chute, en distinguant celles ayant un historique de chutes (barres foncées) et celles sans antécédents de chutes (barres claires). On observe que les doses modérées de vitamine D (1600-3200 UI/j) sont associées à un risque plus faible de chute, en particulier chez les personnes ayant déjà chuté auparavant. En revanche, les doses très élevées (4000-4800 UI/j) semblent augmenter significativement le risque de chute, dépassant même celui du groupe placebo. Ces résultats suggèrent qu’un apport modéré en vitamine D pourrait être bénéfique pour la prévention des chutes, tandis qu’un excès pourrait avoir un effet contraire.

## 7. Corrélation entre Calcium et Risque de Chute

Le calcium est un élément indispensable au bon fonctionnement musculaire, à l'équilibre et à la solidité osseuse. Une carence en calcium peut avoir des répercussions sur la mobilité et augmenter le risque de chutes, en particulier chez les populations à risque.

Dans ce qui suit, nous analyserons l'influence du calcium sur la fonction musculaire, son rôle dans la prévention des fractures, son interaction avec le système nerveux pour le contrôle postural, ainsi que les effets combinés du calcium et de la vitamine D dans la réduction du risque de chute.

### **7.1 Rôle du calcium dans la fonction musculaire et l'équilibre**

Le calcium est essentiel pour la contraction musculaire, un processus clé dans le maintien de l'équilibre et la prévention des chutes. Il agit comme un médiateur intracellulaire, permettant l'interaction entre les protéines contractiles, l'actine et la myosine, ce qui génère la force musculaire nécessaire pour stabiliser le corps. Une carence en calcium peut perturber ce mécanisme, entraînant une faiblesse musculaire et une diminution de la réactivité posturale. Cela se traduit par une incapacité à ajuster rapidement la position du corps face à des perturbations externes, augmentant ainsi le risque de chute (Joris et al., 2017).

### **7.2 Impact du calcium sur la santé osseuse et la prévention des fractures**

Le calcium est un composant majeur de la matrice osseuse, contribuant à la densité et à la résistance des os. Un apport insuffisant en calcium peut entraîner une réduction de la densité minérale osseuse, rendant les os plus fragiles et plus susceptibles de se fracturer lors d'une chute. Ainsi, un niveau adéquat de calcium dans l'organisme renforce la solidité des os, réduisant non seulement le risque de fracture mais aussi la gravité des blessures en cas de chute (Tai et al., 2015).

### **7.3 Interaction entre calcium et système nerveux dans le contrôle postural**

Le calcium joue un rôle crucial dans la transmission des signaux nerveux, notamment au niveau des synapses, où il facilite la libération des neurotransmetteurs. Cette fonction est essentielle pour la coordination et le contrôle postural. Une carence en calcium peut altérer cette transmission, entraînant des réactions plus lentes et moins précises aux perturbations de l'équilibre. Cela se traduit par une augmentation du risque de chute, en particulier chez les personnes âgées (Wang et al., 2016).

#### 7.4 Effets synergiques du calcium et de la vitamine D sur la prévention des chutes

La vitamine D améliore l'absorption intestinale du calcium et régule son utilisation dans l'organisme. Ensemble, ces deux nutriments agissent de manière synergique pour renforcer la force musculaire et la densité osseuse. Cette combinaison est particulièrement efficace pour prévenir les chutes, car elle améliore à la fois la stabilité posturale et la résistance aux impacts. Une carence en l'un ou l'autre de ces nutriments peut compromettre cet équilibre, augmentant le risque de chute (Reid et al., 2014).

#### 7.5 Conséquences d'une carence en calcium sur la mobilité et l'autonomie

Une carence en calcium peut entraîner des problèmes de mobilité, tels qu'une faiblesse musculaire et des douleurs articulaires. Ces symptômes limitent les déplacements et réduisent l'autonomie, en particulier chez les personnes âgées. La perte de mobilité augmente le risque de chute en rendant les mouvements moins sûrs et moins coordonnés. Ainsi, un apport suffisant en calcium est essentiel pour préserver la fonction motrice et l'indépendance (Can et al., 2017).

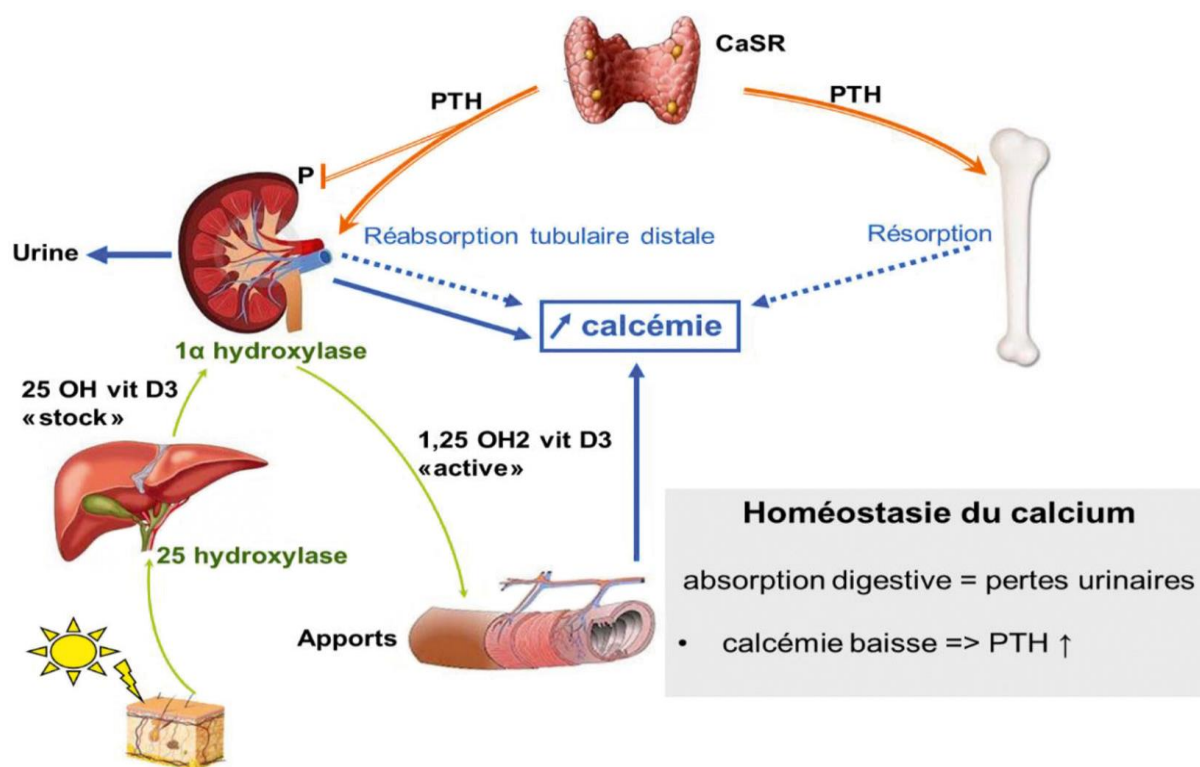


Figure 12 Relation entre la carence en calcium, la fragilité osseuse et le risque de chute (Le COFER, 2020)

D'après l'image ci-dessus, une carence en calcium entraîne une diminution de la calcémie, ce qui stimule la sécrétion de parathormone (PTH) par les glandes parathyroïdes. En réponse, la PTH favorise la résorption osseuse afin de libérer du calcium dans le sang, affaiblissant ainsi la densité osseuse et augmentant le risque d'ostéoporose. De plus, le calcium étant essentiel à la contraction musculaire, son insuffisance provoque une faiblesse musculaire et une diminution de la coordination, ce qui accroît le risque de chutes et de fractures.

## **8. Implications pour la Prévention des Chutes**

La carence en vitamine D et en calcium est un facteur de risque bien documenté pour les chutes, en particulier chez les personnes âgées. Voici quelques implications pour la prévention des chutes basées sur des références académiques réelles :

### **8.1 Supplémentation en Vitamine D et Calcium**

La supplémentation en vitamine D, en particulier à des doses suffisantes (au moins 800 UI par jour), réduit significativement le risque de chutes chez les personnes âgées. La combinaison de vitamine D et de calcium est encore plus efficace pour prévenir les chutes, car elle améliore la densité osseuse et la fonction musculaire (Bischoff-Ferrari et al., 2009).

### **8.2 Amélioration de la Fonction Musculaire**

La vitamine D joue un rôle crucial dans la fonction musculaire. Une carence en vitamine D peut entraîner une faiblesse musculaire et une atrophie, augmentant ainsi le risque de chutes. La supplémentation en vitamine D améliore la force musculaire et l'équilibre, réduisant ainsi le risque de chutes (Muir et al., 2011).

### **8.3 Dépistage et Correction des Carences**

Le dépistage des carences en vitamine D et en calcium, en particulier chez les populations à risque (personnes âgées, femmes post-ménopausées), est essentiel pour prévenir les chutes. Une correction rapide de ces carences par une supplémentation appropriée peut réduire le risque de chutes et de fractures (Holick et al., 2011).

### **8.4 Éducation et Sensibilisation**

L'éducation des patients et des professionnels de la santé sur l'importance de la vitamine D et du calcium dans la prévention des chutes est cruciale. Les recommandations diététiques et les programmes de sensibilisation peuvent aider à prévenir les carences et à réduire le risque de chutes (Dawson-Hughes et al., 2010).

### **8.5 Interventions Multifactorielles**

Les interventions multifactorielles qui incluent la supplémentation en vitamine D et en calcium, ainsi que des exercices de renforcement musculaire et d'équilibre, sont les plus efficaces pour prévenir les chutes chez les personnes âgées. Ces interventions devraient être personnalisées en fonction des besoins individuels (Gillespie et al., 2012).

La prévention des chutes due à une carence en vitamine D et en calcium nécessite une approche multifactorielle incluant la supplémentation, le dépistage, l'éducation et des interventions ciblées. Les références académiques citées fournissent des preuves solides pour soutenir ces stratégies.



*Matériels et  
méthodes*

### **1. Population étudiée**

- Dans ce travail de Master, deux groupes de populations sont sélectionnés :
- Une population âgée de sexe masculin dont l'âge varie de 65 à 80 ans (n=40).
- Une population âgée de sexe féminin dont l'âge varie de 65 à 80 ans (n=45).

La population âgée est recrutée au niveau du service de médecine physique et réadaptation du CHU, Tlemcen. Le recrutement et l'examen clinique sont réalisés par les médecins spécialistes du service.

Les prélèvements sont réalisés avec le consentement des participants à l'étude.

Tous les participants répondent à un questionnaire détaillé incluant l'âge, le sexe, le poids, la taille, l'IMC (Indice de masse corporelle), la tension artérielle, le périmètre brachial, la présence de pathologies et la prise de médicaments.

### **2. Détermination du statut nutritionnel**

Le statut nutritionnel des personnes âgées est déterminé par le score MNA (Mini Nutritional Assessment). Le test MNA est un outil efficace dans l'évaluation du statut nutritionnel des personnes âgées (Kostka et al., 2014). Il est composé 18 questions (le test est donné annexe) notées de 0 à 3 points. Le score Maximal est 30 points. Le score MNA est déterminé selon la méthode de Guigoz (2006). Un score de 24 à 30 points décrit un état nutritionnel normal. Un score de 17 à 23,50 points décrit un risque de malnutrition, alors qu'un score inférieur à 17 points définit un mauvais état nutritionnel.

### **3. Evaluation du risque de chute**

#### **3.1. Test de Tinetti**

Le test de Tinetti est un outil efficace et reproductible pour l'évaluation du risque de chute. Sa durée de passation est d'environ 5 à 10 minutes et évalue l'équilibre statique et dynamique. Le test de Tinetti comporte des tâches explorant l'équilibre statique et des tâches explorant la démarche (équilibre dynamique durant la marche) (le test complet est donné en annexe). L'équilibre statique est coté sur 16 points et la démarche sur 12 points. Le score total est sur 28 points (Tinetti, 1986). Un score de 28 points est considéré comme normal, alors qu'un score inférieur à 24 points indique une altération de l'équilibre. Une personne ayant un

## *Matériels et méthodes*

---

score inférieur à 18 est à risque élevé de chute (Köpke & Meyer, 2006). Dans notre travail, les personnes âgées sont classées en quatre catégories :

Score égal à 28 points: normal, pas de risque de chute.

Score de 24-27 points: risque de chute faible.

Entre 20-23 points : risque de chute modéré

Score < 19 points : risque de chute élevé

### **3.2. Test Get up and go (TUG)**

Le TUG, également appelé test de Mathias, aide à déterminer en 20 secondes le risque de chute (Mathias et al., 1986). Il permet d'apprécier l'équilibre, la force musculaire des membres inférieurs, la vitesse de marche, les capacités de compréhension de consignes relativement simples. Le test permet une évaluation qualitative et quantitative (le test complet est donné en annexe). Le patient, assis sur une chaise avec accoudoirs placée, doit se lever, marcher 3 mètres, revenir vers son siège, et s'asseoir de nouveau. L'ensemble est chronométré par l'examineur. Les personnes âgées sont classées en trois catégories :

Score égal à 4 et temps inférieur à 20 secondes : mobilité normale et pas de risque de chute.

Score de 2 – 3 et temps entre 20 -29 secondes : mobilité variable et risque faible.

Score  $\leq 1$  et temps > 30 secondes : mobilité réduite et risque de chute élevé.

## **4. Prélèvements sanguins**

Les prélèvements sanguins se font sur la veine du pli du coude à jeun. Le sang prélevé est recueilli sur des tubes EDTA. Les tubes sont soigneusement étiquetés, et sont par la suite centrifugés à 3000 tr/min pendant 10minutes. Le plasma est récupéré pour le dosage de la vitamine D et des minéraux.

## **5. Dosage des paramètres biochimiques**

### **5.1. Dosage du magnésium**

Le magnésium plasmatique est dosé par réaction chimique utilisant un colorant selon le kit SPINREACT. Le magnésium forme un complexe coloré en réagissant avec Magon sulfoné en solution alcaline. L'intensité de la couleur formée à 546 nm est proportionnelle à la concentration de magnésium dans l'échantillon testé.

### **5.2. Dosage du phosphore**

La concentration en phosphore plasmatique est déterminée par une réaction colorimétrique selon le kit SPINREACT. Le phosphore inorganique réagit à l'acide molybdique en formant un complexe phosphomolybdique. La réduction consécutive du complexe en milieu alcalin provoque une coloration en bleu de molybdène. L'intensité de la couleur formée à 710 nm est proportionnelle à la concentration de phosphore inorganique présent dans l'essai testé.

### **5.3. Dosage du calcium**

Les teneurs en calcium du plasma sont dosées selon une méthode colorimétrique donnée par le kit SPINREACT. Le calcium, en milieu neutre, forme un complexe de couleur bleu avec l'arsénazo III (acide 1,8-dihydroxi-3,6-disulfo-2,7-naftalenen-bis (azo)-dibenzenarsonique).

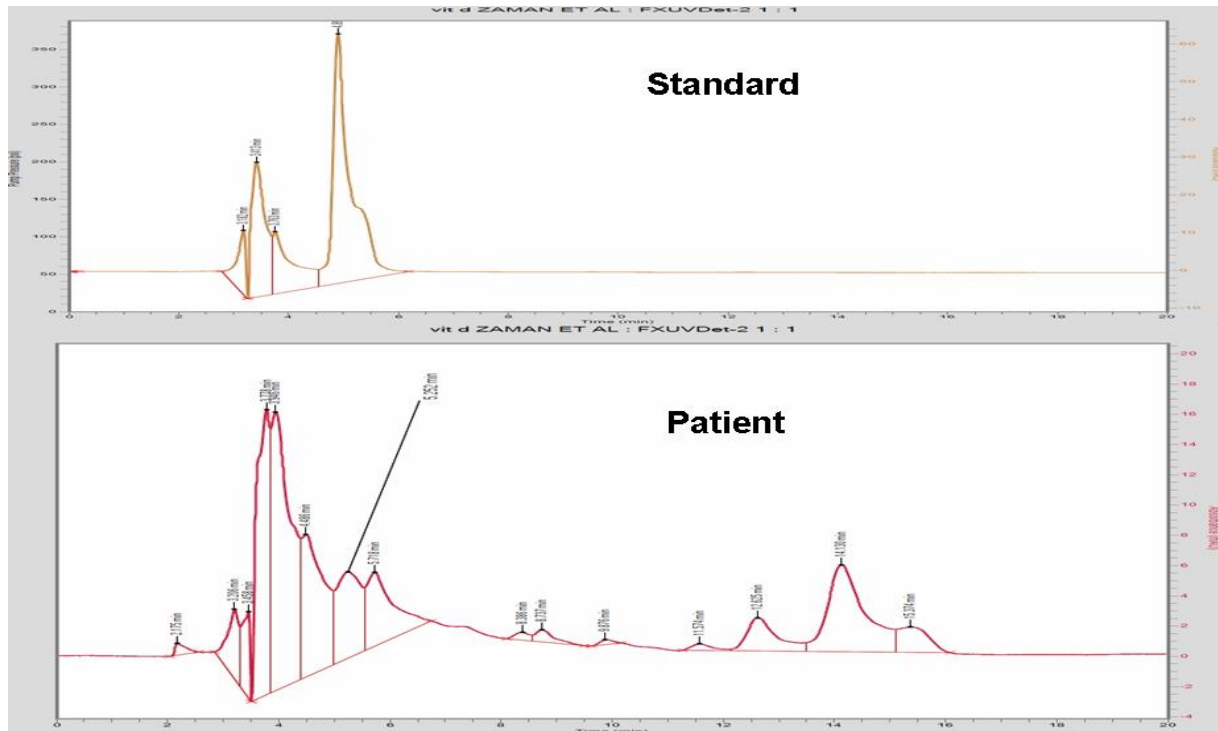
L'intensité de couleur à 650 nm est directement proportionnelle à la quantité de calcium présent dans l'échantillon testé.

### **5.4. Dosage de la vitamine D**

La vitamine D est dosée dans le plasma par la chromatographie liquide haute performance (HPLC). Cette méthode permet une analyse quantitative basée sur le fait que la hauteur de pic chromatographique est proportionnelle à la concentration de la vitamine D présente dans l'échantillon et par comparaison au pic d'étalon (calcifédiol).

La colonne utilisée est une phase stationnaire inverse. La phase mobile est constituée par le mélange méthanol/eau (98/2, V/V). Les échantillons sont passés à un débit de 0,5 mL / min de la phase mobile avec une fenêtre de temps d'analyse de 20 min et à une longueur d'onde de 265 nm pour la vitamine D3.

L'extraction de la vitamine D des échantillons plasmatiques se fait grâce au solvant hexane. Après évaporation de l'hexane, les résidus de vitamine D sont récupérés dans le diéthyl éther et la phase mobile méthanol/eau 98/2 V/V. Les échantillons ainsi préparés sont injectés dans la colonne chromatographique puis la masse de la vitamine D présente dans l'échantillon est calculée en comparaison avec le pic du standard de concentration connue (calcifédiol, 15mg/100ml ; temps de rétention 4.850 min) (Figure ??).



**Figure 13 Chromatogramme HPLC de vitamine D présente dans le standard et dans un échantillon de plasma**

### 6. Traitement statistique

Les résultats sont présentés sous forme de moyenne  $\pm$  écart type. Après vérification de la distribution normale, la comparaison des moyennes entre les deux groupes étudiés est réalisée par le test t de Student. Les différences entre les moyennes sont significatives lorsque P est inférieur à 0,05. Les corrélations entre les teneurs plasmatiques en vitamine D ou en minéraux et les scores Tinetti ou TUG sont analysées par le calcul du coefficient de corrélation Pearson. Tous les calculs statistiques sont réalisés grâce au logiciel STATISTICA.



*Résultats et  
Interprétations*

## *Résultats et interprétation*

### **1. Caractéristiques de la population étudiée**

Notre travail de Master a porté sur 85 personnes âgées dont 45 femmes et 40 hommes, recrutés au service de médecine physique et réadaptation du CHU de Tlemcen (Tableau 5). Le poids moyen et l'index de masse corporelle (IMC) ne varient pas significativement entre les femmes et les hommes âgés. Il est à noter que ces personnes ne présentent pas de surpoids ni d'obésité, puisque l'IMC moyen est inférieur à 24.

**Tableau 5 Caractéristiques de la population étudiée**

<b>Caractéristiques</b>	<b>Femmes âgées</b>	<b>Hommes âgés</b>
Nombre	45	40
Age (ans)	74 ± 4	78 ± 5
Poids (Kg)	65,50 ± 2,35	70,50 ± 2,11
IMC (Kg/m <sup>2</sup> )	22,75 ± 1,45	23,75 ± 1,26

Chaque valeur représente la moyenne ± Ecart type. IMC : indice de masse corporelle (poids/taille<sup>2</sup>). La comparaison des moyennes est réalisée par le test « t » de student.

NB : aucune différence significative entre les deux groupes.

### **2. Marqueurs de l'état nutritionnel et du risque de chute chez la population étudiée**

Les marqueurs de l'état nutritionnel et du risque de chute chez la population étudiée sont représentés dans le Tableau 6. Dans cette étude, nous avons évalué l'état nutritionnel et le risque de chute chez des femmes et hommes âgés à l'aide de trois scores : Le score MNA (Mini Nutritional Assessment) qui est un test permettant d'évaluer rapidement l'état nutritionnel chez les personnes âgées ; Le score TINETTI qui mesure l'équilibre et la marche pour estimer le risque de chute ; et le score TIME UP AND GO qui évalue la mobilité fonctionnelle.

Nos résultats montrent que le score MNA moyen chez les femmes âgées est de 18,96 et chez les hommes âgés de 19,85. Ces scores sont inférieurs à la normale (24–30), ce qui indique un risque de malnutrition dans les deux groupes.

## ***Résultats et interprétation***

Le score TINETTI moyen est aussi en dessous de la norme chez les femmes âgées (22,76) et les hommes âgés (24,50). Ces scores indiquent un risque de chute modéré chez ces personnes âgées.

Pour le score TIME UP & GO, les deux groupes ont des résultats proches (2,96 pour les femmes âgées et 2,80 pour les hommes âgés). Ces scores sont inférieurs à la valeur de référence qui est de 4, suggérant une mobilité variable et un risque de chute faible. Il est à noter que concernant le temps de réalisation de ce test, il varie de 20 à 25 secondes aussi bien pour les femmes que les hommes âgés, confirmant ainsi un risque de chute faible.

**Tableau 6 Marqueurs de l'état nutritionnel et du risque de chute chez la population étudiée**

<b>Scores</b>	<b>Femmes âgées</b>	<b>Hommes âgés</b>	<b>Score Normal de référence</b>
Score MNA	18,96 ± 3,44	19,85 ± 2,05	24 – 30
Score TINETTI	22,76 ± 4	24,50 ± 3,93	28
Score TIME UP & GO	2,96 ± 0,80	2,80 ± 0,97	4

Chaque valeur représente la moyenne ± Ecart type. Score MNA: score de l'évaluation nutritionnelle rapide (Mini Nutritional Assessment); Score TINETTI et Score TIME UP & GO : score de l'évaluation de la mobilité et du risque de chute chez les personnes âgées.

La comparaison des moyennes entre les deux groupes étudiés est réalisée par le test t de Student.

NB : aucune différence significative entre les deux groupes.

### **3. Teneurs plasmatiques en minéraux et en vitamine D chez la population étudiée**

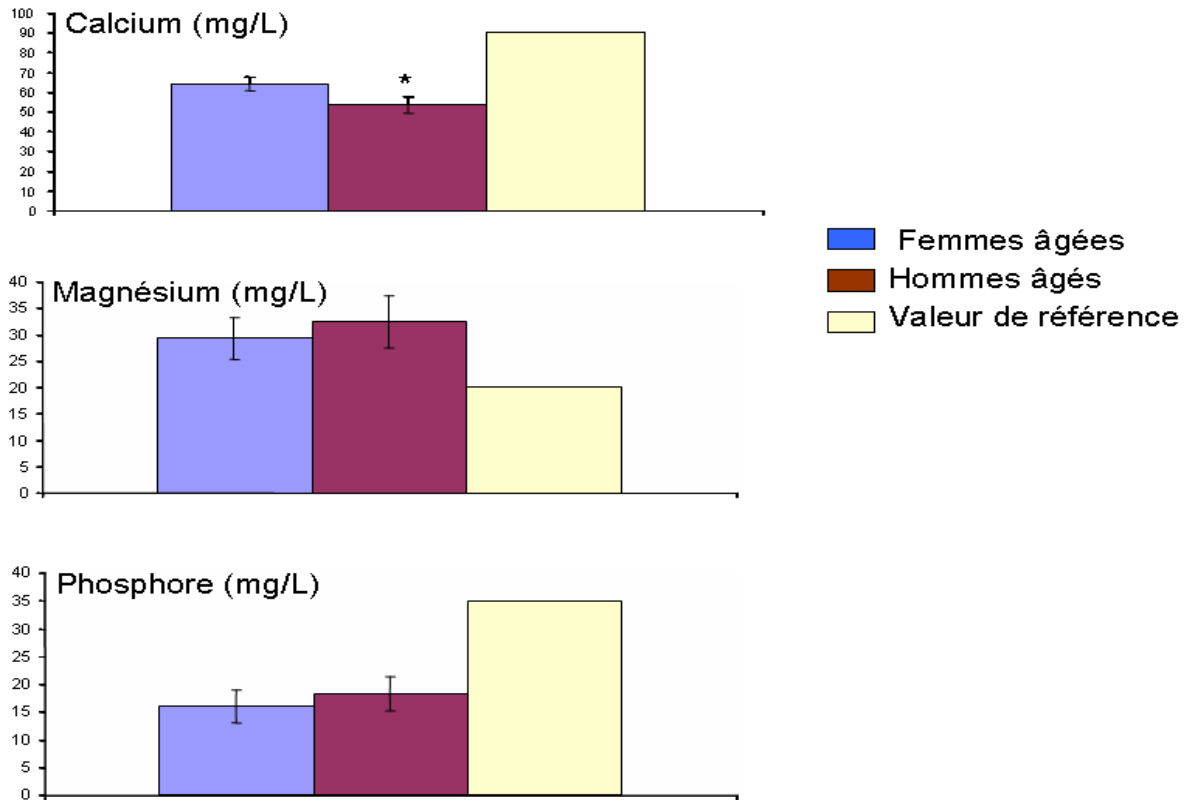
Les teneurs plasmatiques en minéraux et en vitamine D chez la population étudiée sont données dans les Figures 15 et 16, et le Tableau A1 en annexe.

Nos résultats montrent que les taux plasmatiques en calcium et en phosphore chez les femmes et hommes âgés sont inférieurs aux concentrations normales de référence. Par contre, les teneurs plasmatiques en magnésium chez les femmes et hommes âgés sont légèrement

## Résultats et interprétation

supérieures aux normes de référence. De plus, les hommes âgés présentent des taux de calcium significativement plus faibles que les femmes.

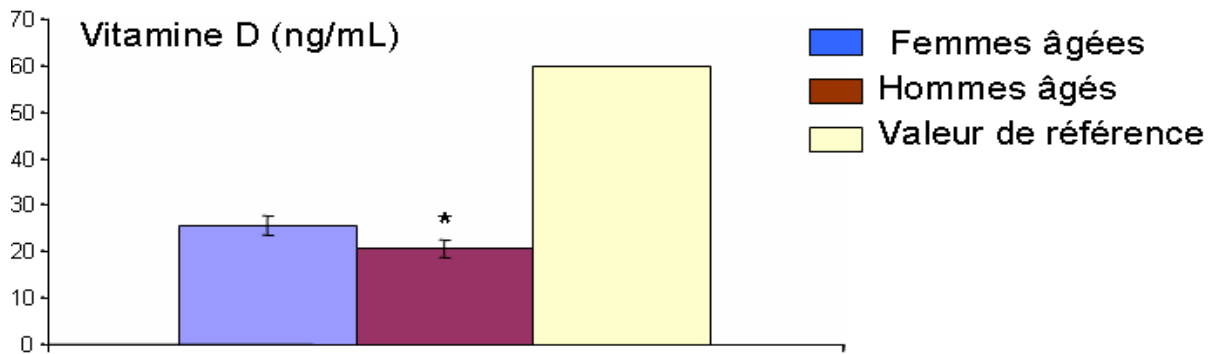
Les taux plasmatiques en vitamine D chez les femmes et hommes âgés sont aussi plus faibles que les normes de référence. De plus, les hommes âgés présentent des concentrations en vitamine D significativement plus faibles que les femmes.



**Figure 14 Teneurs plasmatiques en minéraux chez la population étudiée**

Chaque valeur représente la moyenne  $\pm$  Ecart type. La comparaison des moyennes entre les deux groupes étudiés est réalisée par le test t de Student.  $P < 0,01$ .

## Résultats et interprétation



**Figure 15 Teneurs plasmatiques en vitamine D chez la population étudiée**  
Chaque valeur représente la moyenne  $\pm$  Ecart type. La comparaison des moyennes entre les deux groupes étudiés est réalisée par le test t de Student.  $P < 0,01$ .

### 4. Corrélations entre vitamine D et minéraux chez les personnes âgées

Les corrélations entre les teneurs plasmatiques en vitamine D et en minéraux sont analysées par le calcul du coefficient de corrélation Pearson. Les résultats sont donnés dans le Tableau 7. Chez les personnes âgées, la vitamine D est corrélée positivement aux teneurs en calcium ( $P < 0,001$ ) et en phosphore ( $P < 0,001$ ). Les teneurs plasmatiques en calcium sont aussi fortement corrélés à celles en phosphore ( $P < 0,001$ ). Par contre, les teneurs en magnésium ne montrent aucune corrélation avec celles en vitamine D ou calcium ou phosphore chez les personnes âgées.

**Tableau 7 Matrice de corrélations entre vitamine D et minéraux chez les personnes âgées**

Paramètres		Vitamine D	Calcium	Magnésium	Phosphore
<b>Vitamine D</b>	r (P)		0,741 (<0,001)	0,142 (0,132 NS)	0,522 (<0,001)
<b>Calcium</b>	r (P)			0,095 (0,253 NS)	0,448 (<0,001)
<b>Magnésium</b>	r (P)				0,122 (0,185 NS)

r : représente le coefficient de corrélation de Pearson.

P : représente le degré de signification statistique.

### 5. Corrélations entre vitamine D ou minéraux et les scores de l'état nutritionnel et du risque de chute chez les personnes âgées

## ***Résultats et interprétation***

---

Les corrélations entre les teneurs plasmatiques en vitamine D ou en minéraux et les scores TINETTI ou TUG sont analysées par le calcul du coefficient de corrélation Pearson, et les résultats sont donnés dans le Tableau 8.

La vitamine D montre une corrélation positive et significative avec les trois scores, MNA ( $P < 0,05$ ), TINETTI ( $P < 0,001$ ) et surtout avec le test TIME UP & GO ( $r = 0,588$  ;  $P < 0,001$ ), ce qui suggère un lien fort entre la vitamine D et une bonne mobilité.

Le calcium est également fortement corrélé positivement à tous les scores, ce qui confirme son rôle clé dans la santé osseuse et l'équilibre.

Le phosphore est positivement lié au score MNA et TINETTI, mais aucune corrélation significative n'a été trouvée avec le test TIME UP & GO.

**Tableau 8 Matrice de corrélations entre vitamine D ou minéraux et les scores de l'état nutritionnel et du risque de chute chez les personnes âgées**

<b>Paramètres</b>		<b>MNA</b>	<b>TINETTI</b>	<b>TIME UP &amp; GO</b>
<b>Vitamine D</b>	r (P)	0,295 (<0,05)	0,528 (<0,001)	0,588 (<0,001)
<b>Calcium</b>	r (P)	0,458 (<0,001)	0,495 (<0,001)	0,448 (<0,001)
<b>Phosphore</b>	r (P)	0,466 (<0,001)	0,223 (<0,05)	0,111 (0,213 NS)

r : représente le coefficient de corrélation de Pearson.

P : représente le degré de signification statistique.



*Discussion*

## *Discussion*

---

La présente étude s'inscrit dans un contexte où le vieillissement de la population devient un enjeu majeur de santé publique, notamment à travers la prévention des chutes, qui représentent une cause fréquente de morbidité et de mortalité chez les personnes âgées. Notre population d'étude, composée de 85 sujets âgés répartis presque équitablement entre femmes et hommes, présente des caractéristiques anthropométriques relativement homogènes et en dessous des seuils de surpoids ou d'obésité. Cet équilibre pondéral constitue un atout pour l'interprétation des résultats en limitant l'influence de la masse corporelle sur les variables étudiées, telles que les scores de mobilité et les taux plasmatiques de minéraux. Une étude menée par Mabiama (2021) au Cameroun a également montré que l'obésité chez les personnes âgées est associée à des complications telles que des troubles de la mobilité et un risque accru de cancers, ce qui peut altérer la fiabilité des scores fonctionnels et nutritionnels. Cette étude renforce donc l'importance d'une évaluation précise de l'état nutritionnel dans cette tranche d'âge afin d'éviter les biais liés à l'excès de poids (Mabiama, 2021).

L'évaluation de l'état nutritionnel par le score MNA révèle un risque élevé de malnutrition chez l'ensemble de la population étudiée. Les valeurs moyennes du score MNA pour les femmes (18,96) et les hommes (19,85) sont nettement inférieures à la norme (24–30), ce qui reflète un état nutritionnel fragile pouvant altérer l'autonomie fonctionnelle des sujets âgés. Ce constat est cohérent avec les données de Lee et Tsai (2011), qui établissent une relation étroite entre malnutrition, faibles apports en micronutriments essentiels et vulnérabilité accrue aux chutes et aux troubles de la mobilité. Cela rejoint les résultats d'une étude longitudinale taïwanaise qui a suivi des personnes âgées pendant quatre ans, démontrant que les individus malnutris ou à risque de malnutrition présentaient une probabilité significativement plus élevée de devenir dépendants dans les activités de la vie quotidienne et les activités instrumentales. Le score MNA s'est ainsi révélé être un prédicteur efficace du déclin fonctionnel, notamment pour les activités complexes du quotidien (Lee & Tsai, 2011).

Par ailleurs, l'analyse biochimique met en évidence des déficits significatifs en micronutriments essentiels, en particulier la vitamine D et le calcium, chez les personnes âgées. Les concentrations plasmatiques de vitamine D sont en dessous des valeurs de référence, avec un déficit plus marqué chez les hommes que chez les femmes. Cette carence est préoccupante dans un contexte de vieillissement, car la vitamine D joue un rôle crucial dans la santé musculo-squelettique, notamment en favorisant l'absorption du calcium et en modulant la fonction neuromusculaire. Cette étude a confirmé l'importance de cette carence,

## *Discussion*

---

et ses résultats sont en accord avec ceux d'une étude suisse menée par le Dr André Laszlo (2016), qui examine la sarcopénie chez les personnes âgées et met en évidence la forte prévalence de la carence en vitamine D dans cette population. L'auteur souligne qu'une substitution devient nécessaire lorsque le taux plasmatique est inférieur à 50 nmol/L, et recommande la supplémentation en vitamine D pour prévenir ou traiter la sarcopénie liée à l'âge (Laszlo, 2016).

Les résultats statistiques confirment ces hypothèses, avec des corrélations positives et significatives entre la vitamine D et le calcium ( $r = 0,741$  ;  $p < 0,001$ ), mais aussi entre le calcium et le phosphore ( $r = 0,448$  ;  $p < 0,001$ ). Le magnésium, bien que légèrement supérieur aux normes de référence, ne présente pas de corrélation significative avec les autres minéraux ni avec la vitamine D. Ce constat suggère que, bien que le magnésium soit un minéral essentiel, son rôle dans la prévention des chutes semble ici moins évident, ou du moins non mis en évidence dans cette population. Cela pourrait s'expliquer par une régulation homéostatique plus stable du magnésium, ou encore par une sensibilité moindre des tests utilisés pour détecter son influence. Ceci est soutenu par l'étude de Skowrońska-Józwiak et al. (2014), qui démontre que d'autres facteurs que l'apport en calcium peuvent influencer le développement de l'ostéoporose, comme l'indiquent les résultats de leur étude sur les apports insuffisants en calcium chez les personnes âgées et les risques de déminéralisation osseuse et de chutes (Skowrońska-Józwiak et al., 2014).

Les corrélations entre les teneurs plasmatiques en vitamine D et calcium et les scores fonctionnels viennent renforcer l'argument d'une implication directe de ces nutriments dans la préservation de l'autonomie. La vitamine D est significativement corrélée au score MNA ( $r = 0,295$  ;  $p < 0,05$ ), au score TINETTI ( $r = 0,528$  ;  $p < 0,001$ ) et surtout au test TIME UP & GO ( $r = 0,588$  ;  $p < 0,001$ ), ce qui reflète son rôle clé dans la stabilité posturale et la mobilité. Le calcium présente aussi une corrélation forte avec ces trois scores (respectivement  $r = 0,458$  ;  $r = 0,495$  ;  $r = 0,448$  ;  $p < 0,001$  dans tous les cas), confirmant son importance dans le maintien de la fonction neuromusculaire. Le phosphore, bien que positivement associé au score MNA et au score TINETTI, n'est pas significativement lié au test TIME UP & GO, ce qui pourrait refléter une implication moins directe dans les aspects dynamiques de la mobilité. Ceci est soutenu par l'étude de Berrut (2008), qui montre que des doses quotidiennes de vitamine D de 700 à 1 000 UI étaient associées à une réduction significative du risque de chutes chez les personnes âgées vivant à domicile ou en institution (Berrut, 2008).

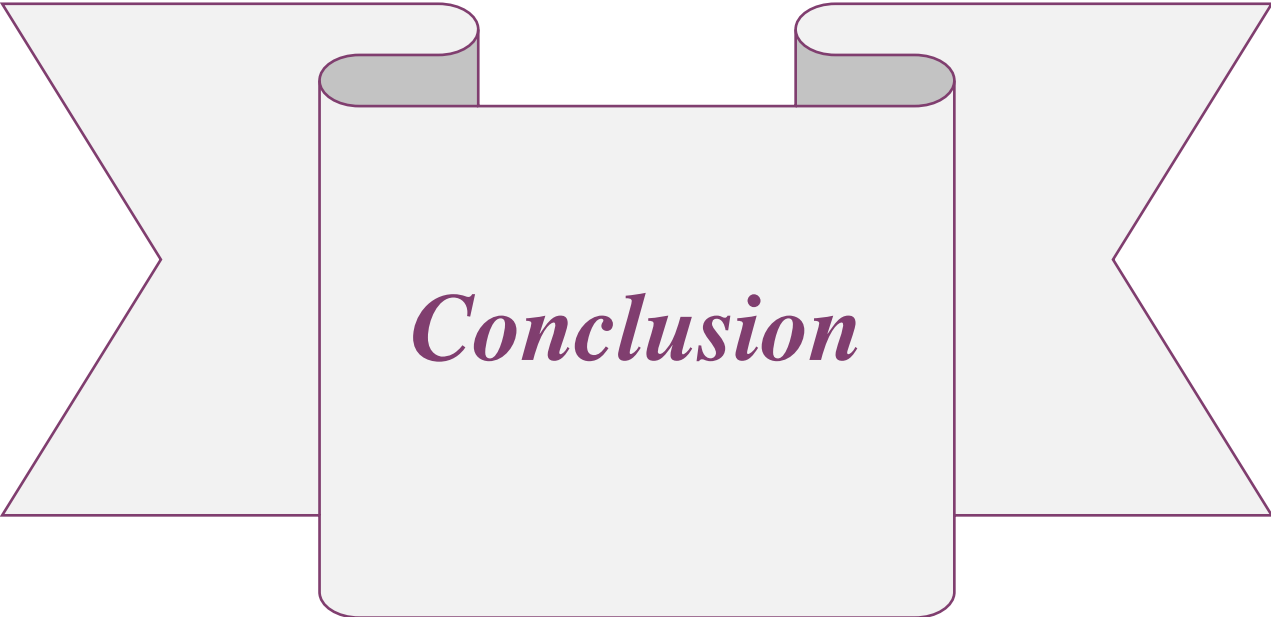
## *Discussion*

---

En somme, nos résultats suggèrent une interdépendance marquée entre l'état nutritionnel, les taux plasmatiques en vitamine D et calcium, et les capacités motrices des personnes âgées. L'identification de ces relations permet de proposer des pistes d'intervention ciblées, telles que la supplémentation en vitamine D et en calcium, ainsi qu'un accompagnement nutritionnel personnalisé, afin de prévenir les chutes et améliorer la qualité de vie des seniors. Cette étude souligne ainsi la nécessité d'une prise en charge globale, alliant nutrition, suivi biologique et évaluation fonctionnelle, pour faire face aux défis du vieillissement.

Le magnésium (Mg), deuxième cation intracellulaire le plus abondant dans l'organisme (Biomnis, 2015), joue un rôle physiologique essentiel dans de nombreuses fonctions biologiques. Dans le contexte de notre étude sur les personnes âgées, bien que centrée sur les relations entre vitamine D, calcium et risque de chute, il convient de mentionner l'importance de ce minéral. Le magnésium intervient notamment dans la transmission neuromusculaire, la régulation du métabolisme énergétique et la stabilité osseuse (Biomnis, 2015). Si notre recherche n'a pas spécifiquement examiné son impact sur le risque de chute, des études antérieures suggèrent qu'une carence magnésique pourrait affecter la fonction musculaire et l'équilibre. Ces données ouvrent des perspectives intéressantes pour de futures investigations sur le rôle du magnésium dans la prévention des chutes chez la personne âgée.

Le phosphore, élément clé du métabolisme osseux (Kuntz, 1996), joue un rôle fondamental dans l'organisme en participant à la minéralisation osseuse et au métabolisme énergétique via la formation d'ATP. Dans notre étude bien que nous ayons principalement analysé les relations entre vitamine D, calcium et risque de chute, il est important de souligner que le phosphore agit en étroite synergie avec le calcium dans le maintien de l'intégrité du squelette (Kuntz, 1996). Son métabolisme est régulé par la vitamine D, les hormones parathyroïdiennes et les facteurs de croissance. Bien que nos résultats n'aient pas montré de corrélation significative entre les taux de phosphore et le score TIME UP & GO, son implication dans la santé osseuse suggère qu'un déséquilibre phosphocalcique pourrait indirectement influencer la stabilité posturale. Ceci mériterait d'être approfondi par des études spécifiques évaluant l'impact des troubles du métabolisme phosphoré sur la mobilité des personnes âgées.



*Conclusion*

## Conclusion

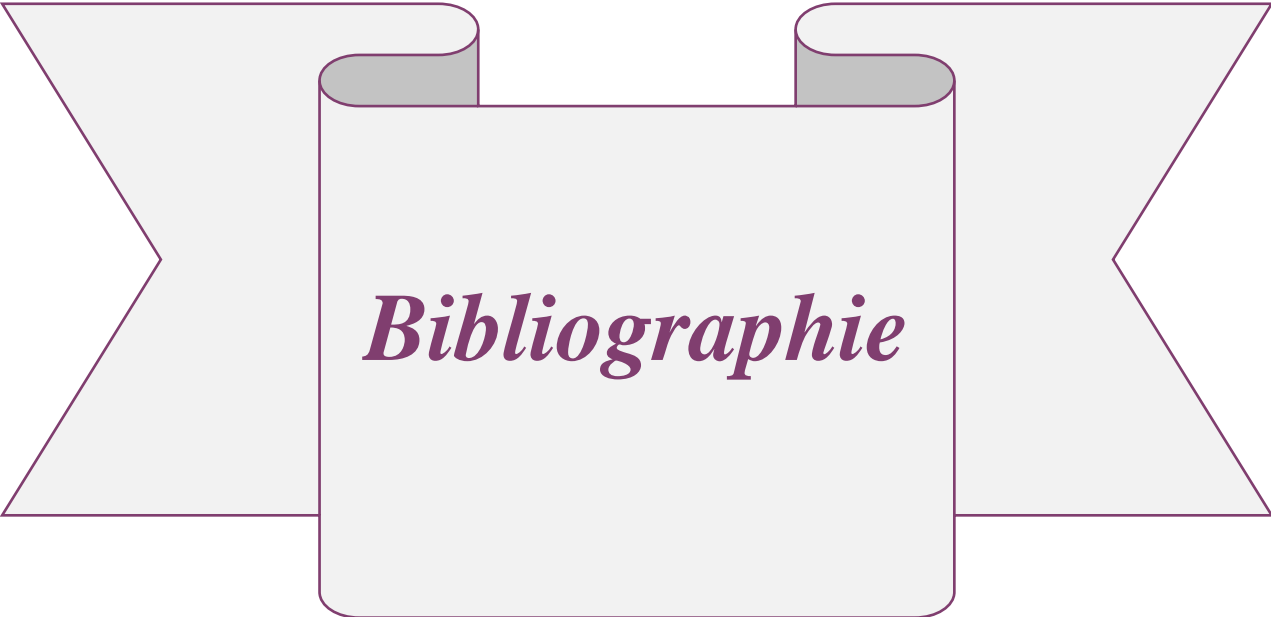
---

À la lumière des résultats obtenus à travers les différentes analyses statistiques, il ressort que les taux plasmatiques en vitamine D et en calcium jouent un rôle déterminant dans l'équilibre et la prévention du risque de chute chez les personnes âgées. L'analyse approfondie des données a permis de dégager des corrélations significatives entre ces deux micronutriments et les performances fonctionnelles évaluées par le test de Tinetti.

Après avoir analysé l'ensemble des données, nous examinons à présent les hypothèses formulées au début de cette étude :

- **Hypothèse générale : Validée.** Les données révèlent une corrélation significative entre des taux plasmatiques insuffisants en vitamine D et en calcium, et un score Tinetti plus faible. Ces résultats confirment un lien direct entre ces déficits nutritionnels et un risque accru de chute, en accord avec les connaissances scientifiques actuelles.
- **Hypothèse secondaire 1 : Validée.** Les personnes présentant une carence en vitamine D ont obtenu des scores Tinetti significativement plus faibles, ce qui souligne l'importance de ce micronutriment dans le maintien de la fonction neuromusculaire.
- **Hypothèse secondaire 2 : Validée.** Une corrélation positive a été observée entre les concentrations plasmatiques de calcium et les performances au test Tinetti, ce qui renforce l'idée que le calcium contribue à la stabilité posturale.
- **Hypothèse secondaire 3 : Partiellement validée.** Bien qu'aucun test d'interaction spécifique n'ait été mené, la corrélation forte entre la vitamine D et le calcium, ainsi que leur lien respectif avec le score Tinetti, suggèrent un effet conjugué potentiel sur le risque de chute, qui mériterait d'être étudié plus en profondeur.

En complément, plusieurs éléments peuvent orienter les recherches futures. Le magnésium, bien que sans corrélation significative ici, joue un rôle important dans la fonction neuromusculaire et mérite une étude approfondie. Le phosphore a montré une relation modérée avec les scores MNA et Tinetti, suggérant un rôle potentiel dans l'équilibre. L'influence des habitudes de vie comme l'exposition au soleil, l'alimentation ou la prise de certains médicaments devrait être mieux étudiée, car ces facteurs peuvent modifier les taux de vitamine D et de calcium. Enfin, l'ajout de tests comme le TUG ou la mesure de la force musculaire permettrait une évaluation plus précise du risque de chute.



*Bibliographie*

## Bibliographie

1. Agence de la santé publique du Canada. (2022, mars). Rapport de surveillance sur les chutes chez les aînés au Canada. Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par le ministre de la Santé. <https://www.canada.ca/fr/agence-sante-publique>
2. Agent Admin AQTN Editor & Association québécoise des thérapeutes naturels [AQTN]. (2023, 31 janvier). Le calcium et son importance pour la santé et le corps humain - Association professionnelle - Massothérapeutes, Naturothérapeutes et Naturopathes. Association Professionnelle - Massothérapeutes, Naturothérapeutes et Naturopathes. <https://aqtn.ca/questions/naturopathie/calcium-importance-corps-humain/>
3. Alexander, Nancy B. (1996). Gait disorders in older adults. *Journal of the American Geriatrics Society*, 44(4), 434-451. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.1996.tb06417.x>
4. Allen, N. E., Sherrington, C., Paul, S. S., & Canning, C. G. (2011). Balance and falls in Parkinson's disease: A meta-analysis of the effect of exercise and motor training. *Movement Disorders*, 26(9), 1605–1615. <https://doi.org/10.1002/mds.23790>
5. Appeadu, M. K., & Bordoni, B. (2023). Falls and fall prevention in the elderly. In *StatPearls*. StatPearls Publishing.
6. Barrett-Connor, E., Nielson, C. M., Orwoll, E., Bauer, D. C., & Cauley, J. A. (2010). Epidemiology of rib fractures in older men. *BMJ*, 340, c1069.
7. Berrut, Gilles. (2008). Effet de la vitamine D sur la survenue de chutes chez la personne âgée : une revue de la littérature. *Annals of Gerontology*, 1(1), 27-37.
8. Biomnis. (2015). *Précis de biopathologie : analyses médicales spécialisées*. Tome 2. Lyon : Biomnis Éditions.
9. Bischoff-Ferrari, H. A., Dawson-Hughes, B., Willett, W. C. (2009). Fall prevention with supplemental and active forms of vitamin D: a meta-analysis of randomized controlled trials. *BMJ*, 339, b3692.
10. Bischoff-Ferrari, H. A., Dietrich, T., Orav, E. J., & Dawson-Hughes, B. (2004). Positive association between 25-hydroxy vitamin D levels and bonemineral density: A population-based study of younger and older adults. *The American Journal of Medicine*, 116(9), 634-639.
11. Bischoff-Ferrari, Heike A., Dawson-Hughes, Bess, Willett, Walter C., Staehelin, Hannes B., Bazemore, Martha G., Zee, Robert Y., & Wong, John B. (2004). Effect of vitamin D on falls. *JAMA*, 291(16), 1999-2006. <https://doi.org/10.1001/jama.291.16.1999>

12. Bischoff-Ferrari, Heike A., Willett, Walter C., Wong, John B., Stuck, Andreas E., Staehelin, Hannes B., Orav, Endel J., Thoma, Antonia, Kiel, Douglas P., & Henschkowski, Jana. (2009). Prevention of non vertebral fractures with oral vitamin D and dose dependency: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Archives of Internal Medicine*, 169(6), 551-561. <https://doi.org/10.1001/archinternmed.2008.600>.
13. Bloch, F., Bouilly, C., & Bourgoin, G. (2015). La chute de la personne âgée, des facteurs de risque à la prévention. Dans *L'orthogériatrie, une prise en charge spécifique (États des lieux)*, Pôle de gériatrie, Hôpital Broca, Hôpitaux universitaires Paris centre (AP-HP), 54-56, rue Pascal, 75013 Paris, France.
14. Bloch, F., Thibaud, M., Dugué, B., Brèque, C., Rigaud, A. S., Kemoun, G., & Poulain, P. (2011). Psychotropic drugs and falls in elderly people: Updated literature review and meta-analysis. *Journal of Aging and Health*, 23(2), 329-346.
15. Broe, K. E., Chen, T. C., Weinberg, J., Bischoff-Ferrari, H. A., Holick, M. F., & Kiel, D. P. (2007). A higher dose of vitamin D reduces the risk of falls in nursing home residents: A randomized, multiple-dose study. *Journal of the American Geriatrics Society*, 55(2), 234-239.
16. Burns, E., & Kakara, R. (2018). Deaths from falls among persons aged  $\geq 65$  years - United States, 2007–2016. *MMWR Morbidity and Mortality Weekly Report*, 67(18), 509–514. <https://doi.org/10.15585/mmwr.mm6718a1>
17. Can, B., Kara, O., Kizilarlanoglu, M. C., Yesil, Y., Kuyumcu, M. E., Yay, A., & Halil, M. (2017). Serum markers of inflammation and oxidative stress in sarcopenia. *Aging Clinical and Experimental Research*, 29, 745–752. <https://doi.org/10.1007/s40520-016-0626-2>
18. Cap Retraite. (2023, 16 octobre). La démence vasculaire : symptômes, diagnostic et traitement. Cap Retraite - Choisir Sa Place En Maison De Retraite / EHPAD. <https://www.capretraite.fr/prevenir-dependance/sante-grand-age/la-demence-vasculaire-symptomes-diagnostic-et-traitement/>
19. Cerascreen Belgique (2021). Carence en vitamine D : causes, symptômes et astuces pour agir. Cerascreen Belgique. <https://www.cerascreen.be/blogs/news/vitamine-d>
20. Citrage. (2023). Fonte musculaire liée à l'âge : définition. Citrage. [https://www.citrage.com/dossiers\\_scientifiques/fonte-musculaire/definition-fonte-musculaire](https://www.citrage.com/dossiers_scientifiques/fonte-musculaire/definition-fonte-musculaire)

21. Chapuy, MC., Arlot, ME., Duboeuf, F., Brun, J., Crouzet, B., Arnaud, S., Delmas, PD., & Meunier, PJ. (1992). Vitamin D and calcium to prevent hip fractures in elderlywomen. *New England Journal of Medicine*, 327(23), 1637-1642. <https://doi.org/10.1056/NEJM199212033272305>
22. Crombie, IK., Irvine, L., Williams, B., McGinnis, AR., Slane, PW., Alder, EM., & McMurdo, MET. (2004). Why older people do not participate in leisure time physical activity: A survey of activity levels, beliefs and deterrents. *Age and Ageing*, 33(3), 287-292. <https://doi.org/10.1093/ageing/afh089>
23. Dargent-Molina, P., Flavier, F., Grandjean, H., Baudoin, C., Hausherr, E., Meunier, PJ., & Bréart, G. (1996). Fall-related factors and risk of hip fracture: The EPIDOS prospective study. *Lancet*, 348(9021), 145-149. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(96\)01440-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(96)01440-7)
24. Hernandez, T., & Stoermann-Chopard, C. (2012). Vitamine D et insuffisance rénale chronique : regain d'intérêt pour une vitamine oubliée. *Revue Médicale*, 8, 361–2140. <https://doi.org/10.53738/REVMED.2012.8.361.2140>
25. Gillespie, L. D., Gillespie, W. J., Robertson, M. C., Lamb, S. E., Cumming, R. G., & Rowe, B. H. (2003). Interventions for preventing falls in elderly people. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, CD000340.
26. Gillespie, L. D., Robertson, M. C., Gillespie, W. J., Sherrington, C., Gates, S., Clemson, L. M., & Lamb, S. E. (2012). Interventions for preventing falls in older people living in the community. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (9), CD007146.
27. Gribbin, J., Hubbard, R., Gladman, J. R. F., Smith, C., & Lewis, S. (2010). Risk of falls associated with antihypertensive medication: Population-based case-control study. *Age and Ageing*, 39(5), 592-597.
28. Guigoz Y. (2006). The Mini Nutritional Assessment (MNA) review of the literature-- Whatdoesit tell us?. *The journal of nutrition, health & aging*, 10(6), 466–487.
29. Haute Autorité de Santé, Collège national de Gériatrie, Société française de Gériatrie et Gérontologie, & Fédération française des Maisons et Pôles de Santé. (2013). *Comment repérer la fragilité en soins ambulatoires ?* Saint-Denis La Plaine: HAS.

30. Haute Autorité de Santé. (2009). Évaluation et prise en charge des personnes âgées faisant des chutes répétées (Recommandations de bonnes pratiques professionnelles). SFGG – HAS. Availableat: <https://www.has-sante.fr>
31. Heaney, R. P. (2008). Vitamin D and calcium interactions: Functional outcomes. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 88(2), 541S–544S. <https://doi.org/10.1093/ajcn/88.2.541S>
32. Holick, M. F., Binkley, N. C., Bischoff-Ferrari, H. A., Gordon, C. M., Hanley, D. A., Heaney, R. P., Murad, M. H., & Weaver, C. M. (2011). Evaluation, treatment, and prevention of vitamin D deficiency: an Endocrine Society clinical practice guideline. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 96(7), 1911–1930. <https://doi.org/10.1210/jc.2011-0385>.
33. Houillier, P. (2015). Sémiologie des anomalies de la calcémie. Université Paris Descartes, Inserm, Hôpital européen Georges-Pompidou.
34. Huerta-Alardin, A. L., Varon, J., & Marik, P. E. (2005). "Rhabdomyolysis." *The American Journal of Medicine*, 118(9), 1044-1050.
35. Institute of Medicine (US) Committee to Review Dietary Reference Intakes for Vitamin D and Calcium. (2011). Dietary reference intakes for calcium and vitamin D (A. Catharine Ross, Christine L. Taylor, Ann L. Yaktine, & Heather B. Del Valle, Eds.). Washington, DC: National Academies Press. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK56070/>
36. Jensen, J., Lundin-Olsson, L., Nyberg, L., & Gustafson, Y. (2002). "Fall and injury prevention in older people living in residential care facilities: A cluster randomized trial." *Annals of Internal Medicine*, 136(10), 733-741.
37. Jensen, J., Nyberg, L., & Lundin-Olsson, L. (2003). "Fall and injury prevention in residential care: Effects in residents with higher and lower levels of cognition." *Journal of the American Geriatrics Society*, 51(5), 627-635.
38. Johnson, L. E. (2024). Carence en vitamine D (Rachitisme ; Ostéomalacie). Manuel MSD pour le grand public. Consulté le 19 février 2025, sur <https://www.msdmanuals.com/fr/accueil/authors/johnson-larry>
39. Joris, P. J., Plat, J., Kusters, Y. H. A. M., Houben, A. J. H. M., Stehouwer, C. D. A., Schalkwijk, C. G., & Mensink, R. P. (2017). Diet-induced weight loss improves not only cardiometabolic risk markers but also markers of vascular function: A

- randomized controlled trial in abdominally obese men. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 105(1), 23–31. <https://doi.org/10.3945/ajcn.116.143552>
40. Kamenický, P. (2016). Hypocalcémie de l'adulte. *Médecine Clinique et Endocrinologie & Diabète (MCED)*, 80, Janvier-Février. Consulté sur [www.mced.fr](http://www.mced.fr)
  41. Kenny, R. A., & Richardson, D. A. (2001). "Causes of falls in older people: the role of arrhythmias." *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 56(11), M660-M664.
  42. Kenny, R. A., Richardson, D. A., & McKee, H. (2001). "The influence of cardiac arrhythmias on falls in older people." *Age Ageing*, 30(1), 35-38.
  43. Köpke, S., Meyer, G. (2006). The Tinetti test: Babylon in geriatric assessment. *Z Gerontologie and Geriatrie*, 39(4), 288–291.
  44. Kostka, J., Borowiak, E., & Kostka, T. (2014). Nutritional status and quality of life in different populations of older people in Poland. *European journal of clinical nutrition*, 68(11), 1210–1215. <https://doi.org/10.1038/ejcn.2014.172>
  45. Kuntz, D. (1996). *Maladies métaboliques osseuses de l'adulte : métabolisme du phosphore*. Flammarion. (pp. 128-138).
  46. Laszlo, A. (2016). Sarcopénie du sujet âgé : connaissances et bénéfices de l'exercice physique. *Revue Médicale Suisse*, 12, 1898–1900.
  47. Latham, Nancy K., Anderson, Craig S., Lee, Andy, Bennett, David A., Moseley, Anne, & Cameron, Ian D. (2003). A randomized, controlled trial of quadriceps resistance exercise and vitamin D in frail older people: The frailty interventions trial in elderly subjects (FITNESS). *Journal of the American Geriatrics Society*, 51(3), 291-299. <https://doi.org/10.1046/j.1532-5415.2003.51101.x>
  48. Le COFER. (2020). Hypercalcémie. <https://www.lecofer.org/item-cours-1-26-0.php>
  49. Lee, L., Tsai, A., & Chiun, H. (2011). Mini-Nutritional Assessment predicts functional decline of elderly Taiwanese: Result of a population-representative sample. *British Journal of Nutrition*, 107(11), 1707-1713. <https://doi.org/10.1017/S0007114511004925>
  50. Lewis, J. L. III. (2023). Présentation du rôle du calcium dans l'organisme. *Manuel MSD pour le grand public*. Consulté le 19 février 2025, sur <https://www.msdmanuals.com/fr/accueil/troubles-hormonaux-et-m%C3%A9taboliques/%C3%A9quilibre->

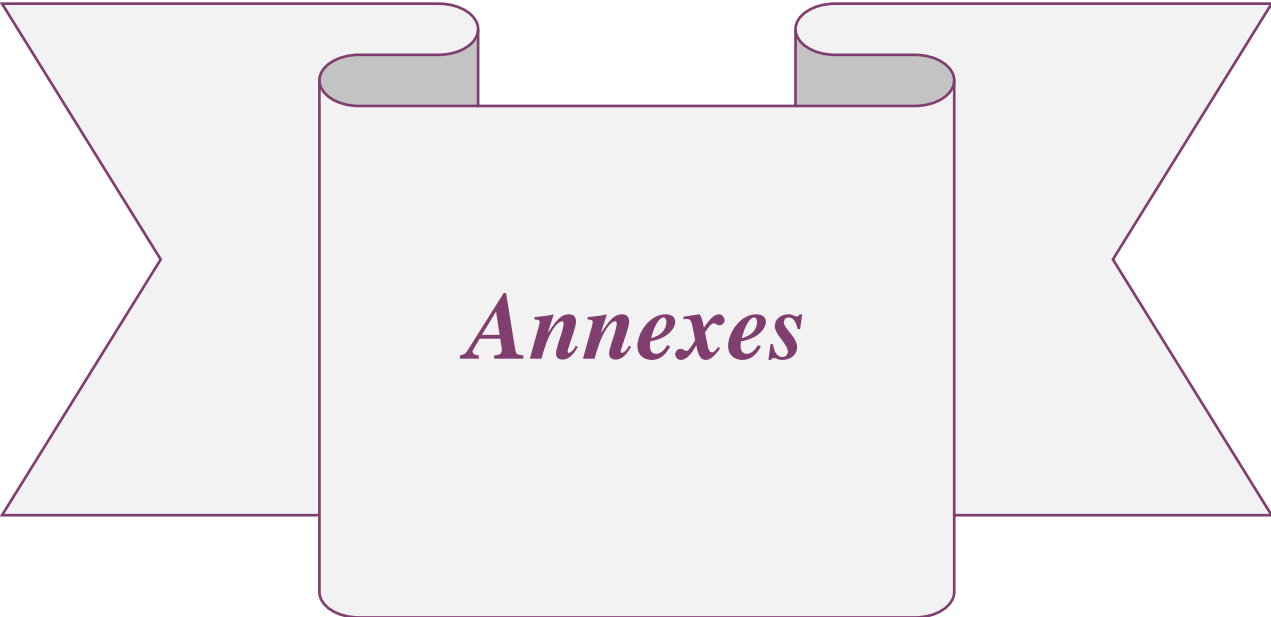
%C3%A9lectrolytique/pr%C3%A9sensation-du-r%C3%B4le-du-calcium-dans-l-organisme

51. Lips, P. (2001). Vitamin D deficiency and secondary hyperparathyroidism in the elderly: Consequences for bone loss and fractures and therapeutic implications. *Endocrine Reviews*, 22(4), 477-501.
52. Loew, F., & Maupetit, C. (2005), Prévenir les chutes et les fractures aujourd'hui, *Rev Med Suisse*, 1, no. 011, 781–784. <https://doi.org/10.53738/REVMED.2005.1.11.0781>
53. Lyons, RA., Johansen, A., Brophy, S., Newcombe, RG., Phillips, CJ., Lervy, B., Evans, R., Wareham, K., & Stone, MD. (2007). Preventing fractures among older people living in institutional care: A pragmatic randomized double blind placebo controlled trial of vitamin D supplementation. *Osteoporosis International*, 18(6), 811-818. <https://doi.org/10.1007/s00198-006-0309-5>
54. Mabiama, GR. (2021). Évaluation de l'état nutritionnel des personnes âgées au Cameroun et facteurs associés [Thèse de doctorat, Université de Douala].
55. Manckoundia, P., Mourey, F., & Roche, F. (2007). "The post-fall syndrome in elderly persons." *The Journal of Nutrition, Health & Aging*, 11(1), 64-68.
56. Mathias, S., Nayak, U. S., Isaacs, B. (1986). Balance in elderly patients: the "get-up and go" test. *Arch Phys Med Rehabil*, 67(6), 387-389.
57. Montero-Odasso, M., van der Velde, N., Martin, F. C., Petrovic, M., Tan, M. P., Ryg, J., Aguilar-Navarro, S., Alexander, N. B., Allegri, R. F., Ashari, A., Aubertin-Leheudre, M., Bajaj, H. S., Beauchet, O., Berrut, G., Blanchet, C., Blain, H., Borges, S. D. M., Brayne, C., Camicioli, R., Todd, C., Muir, S. W., Montero-Odasso, M., Montero-Odasso, M., Bergman, H., & Speechley, M. (2011). Vitamin D supplementation and improvement in physical function: a systematic review and meta-analysis. *Journal of the American Geriatrics Society*, 59(12), 2291-2300. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2011.03733>.
58. Muir, S. W., Montero-Odasso, M., Montero-Odasso, M., Bergman, H., & Speechley, M. (2011). Vitamin D supplementation and improvement in physical function: a systematic review and meta-analysis. *Journal of the American Geriatrics Society*, 59(12), 2291-2300. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2011.03733>.
59. Newberry, S. J., Chung, M., Shekelle, P. G., Booth, M. S., Liu, J. L., Maher, A. R., Motala, A., Cui, M., Perry, T., Shanman, R., & Balk, E. M. (2014). Vitamin D and calcium: A systematic review of health outcomes (Update). *Evidence Report/Technology Assessment (No. 217)*, 1–929.

60. Nguyen, T. V., Eisman, J. A., & Center, J. R. (2007). "The role of social factors in falls among elderly people." *The Journal of Bone and Mineral Research*, 22(9), 1375-1380.
61. Oliver, David, Hopper, Anne, & Seed, Paul. (2000). Do hospital fall prevention programs work? A systematic review. *Journal of the American Geriatrics Society*, 48(12), 1679-1689. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2000.tb03883.x>
62. Pfeifer, M., Begerow, B., Minne, H. W., Abrams, C., Nachtigall, D., & Hansen, C. (2000). Effects of a short-term vitamin D and calcium supplementation on body sway and secondary hyperparathyroidism in elderly women. *Journal of Bone and Mineral Research*, 15(6), 1113-1118.
63. Reid, I. R., Bolland, M. J., & Grey, A. (2014). Effects of vitamin D supplements on bone mineral density: A systematic review and meta-analysis. *The Lancet*, 383 (9912), 146–155.
64. Rivara, F. P., Grossman, D. C., & Cummings, P. (1997). Injury prevention in the elderly. *The New England Journal of Medicine*, 337(11), 730-734.
65. Robbins, A. S., Rubenstein, L. Z., Josephson, K. R., Schulman, B. L., Osterweil, D., & Inouye, S. K. (1989). Predictors of falls among elderly people: Results of two population-based studies. *Archives of Internal Medicine*, 149(7), 1628–1633. [https://doi.org/10.1001/archinte.1989.00390160106025\[1\]\[2\]\[8\]](https://doi.org/10.1001/archinte.1989.00390160106025[1][2][8])
66. Rubenstein, L. Z., Josephson, K. R., & Robbins, A. S. (2006). Falls and their prevention in elderly people: What does the evidence show? *Medical Clinics of North America*, 90(4), 807-824. <https://doi.org/10.1016/j.mcna.2006.04.004>
67. Saich, F. (2008). Peut-on augmenter l'activité physique chez la personne âgée ? *Réalités en Nutrition et en Diabétologie*, 9, 16-21.
68. Saich, F., & Szekely, C. (2018). Les facteurs impliqués dans les chutes des personnes âgées. *Revue générale, Charles Richet, Groupe Hospitalier Universitaire Nord, AP-HP, Villiers-le-Bel*.
69. Santé Publique France. (2017). Enquête Permanente sur les Accidents de la Vie Courante (EPAC). Santé Publique France. Disponible sur <https://www.santepubliquefrance.fr/maladies-et-traumatismes/traumatismes/enquete-permanente-sur-les-accidents-de-la-vie-courante-epac>

70. Sherrington, C., Fairhall, N., Wallbank, G., Tiedemann, A., Michaleff, Z. A., Howard, K., & Clemson, L. (2020). Exercise for preventing falls in older people living in the community: An abridged Cochrane systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, 54(15), 885–891. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2019-101512>
71. Skowrońska-Józwiak, E., Jaworski, M., Grzywa, A., Lorenc, R.S., & Lewiński, A. (2014). Influence of calcium intake on bone mineral density and incidence of fractures in treatment-naïve women from Lodz urban area – a part of EPOLOS study. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 21(1), 75–79.
72. Smith, L. M., Gallagher, J. C., & Suiter, C. (2017). Medium doses of daily vitamin D decrease falls and higher doses of daily vitamin D<sub>3</sub> increase falls: A randomized clinical trial. *The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology*, 173, 317–322. <https://doi.org/10.1016/j.jsbmb.2017.03.015>
73. Snijder, M. B., van Schoor, N. M., Pluijm, S. M. F., van Dam, R. M., Visser, M., & Lips, P. (2006). Vitamin D status in relation to one-year risk of recurrent falling in older men and women. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 91(8), 2980-2985.
74. Stefanacci, R. G., & Wilkinson, J. R. (2023). Chutes chez les personnes âgées. Vérifié/révisé. Thomas Jefferson University, Jefferson College of Population Health, & University of Pennsylvania, Perelman School of Medicine.
75. Stenvall, M., Olofsson, B., Lundström, M., Englund, U., Borssén, B., Svensson, O., Nyberg, L., & Gustafson, Y. (2007). A multidisciplinary, multifactorial intervention program reduces postoperative falls and injuries after femoral neck fracture. *Osteoporosis International*, 18(2), 167-175. <https://doi.org/10.1007/s00198-006-0226-7>
76. Tai, V., Leung, W., Grey, A., Reid, I. R., & Bolland, M. J. (2015). Calcium intake and bone mineral density: Systematic review and meta-analysis. *BMJ*, 351, h4183. <https://doi.org/10.1136/bmj.h4183>
77. Thanapluetiwong, S., Chewcharat, A., Takkavatakarn, K., Praditpornsilpa, K., Eiam-Ong, S., & Susantitaphong, P. (2020). Vitamin D supplement on prevention of fall and fracture: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Medicine (Baltimore)*, 99(34), e21506. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000021506>

78. Tinetti, M. E. (1986). Performance-oriented assessment of mobility problems in elderly patients. *J Am Geriatr Soc*, 34, 119–126.
79. Tinetti, M. E., Doucette, J. T., & Claus, E. B. (1995). Fear of falling and fall-related outcomes in community living older adults. *Journal of the American Geriatrics Society*, 43(5), 498-503.
80. Tinetti, M. E., Liu, W., & Claus, E. B. (1993). The effect of falls on quality of life among elderly persons. *The Journal of the American Geriatrics Society*, 41(3), 265-270.
81. Tinetti, ME. (2003). Clinical practice. Preventing falls in elderly persons. *New England Journal of Medicine*, 348(1), 42-49. <https://doi.org/10.1056/NEJMcp020719>
82. Tissandié, E., Guéguen, Y., Lobaccaro, J.-M. A., Aigueperse, J., & Souidi, M. (2006). Vitamine D : métabolisme, régulation et maladies associées. *Médecine/Sciences*, 22(12), 1095-1100.
83. Titchenal, C. A., & Dobbs, J. (2007). A system to assess the quality of food sources of calcium. *Journal of Food Composition and Analysis*, 20(7), 717–724.
84. Tous E. (2023). Baisse de la vue : causes et solutions. Disponible sur <https://www.tousergo.com/content/278-baisse-vue-causes-solutions>
85. U.S. Preventive Services Task Force (USPSTF). (2018). Interventions to prevent falls in community-dwelling older adults. *JAMA*, 319(16), 1696–1704. <https://doi.org/10.1001/jama.2018.3097>
86. Wang, X., Wang, L., Xu, Y., Yu, Q., Li, L., & Guo, Y. (2016). Intranasal administration of Exendin-4 antagonizes A $\beta$ 31–35-induced disruption of circadian rhythm and impairment of learning and memory. *Aging Clinical and Experimental Research*, 28(7), 1259–1266. <https://doi.org/10.1007/s40520-016-0548-z>



*Annexes*

## **Formulaire de consentement éclairé**

Je soussigné, Madame/ Monsieur .....

Après avoir pris connaissance des objectifs et des méthodologies relatifs au projet PNR intitulé : Organigramme de la prise en charge de l'état nutritionnel des personnes âgées, Sous la responsabilité du Pr MERZOUK H, laboratoire de Recherche «Physiologie, Physiopathologie et Biochimie de la Nutrition (Université de Tlemcen) en collaboration avec le Pr BENMANSOUR M et Dr BENABDELKADER, Service de médecine physique et de réadaptation CHU de Tlemcen.

J'accepte de participer à ce projet, en répondant aux différents questionnaires et en fournissant un prélèvement sanguin.

Signature

## *Mini Nutritional assessment MNA*

Code:

Nom :

prénom :

Age :

### Dépistage

#### **A. Le patient présente t-il une perte d'appétit ?**

**A-t-il mangé moins ces 3 derniers mois par manque d'appétit, problèmes digestifs, difficultés de mastication ou déglutition ?**

0= anorexie sévère

1= anorexie modérée

2=pas d'anorexie

#### **B. perte récente de poids (moins de trois mois)**

0= perte de poids > 3Kg

1=ne sait pas

2 = perte de poids entre 1 et 3 Kg

3= pas de perte de poids

#### **C. motricité**

0= du lit au fauteuil

1= autonomie à l'intérieur

2=sort du domicile

#### **D. maladies aiguës ou stress psychologiques lors des 3 derniers mois ?**

0=ooui

2= non

#### **E. problèmes neuropsychologiques**

0= démence ou dépression sévère

1= démence ou dépression modérée

2=pas de problèmes psychologiques

#### **F. indice de masse corporelle ( IMC) = poids /taille <sup>2</sup> en kg /m<sup>2</sup>**

0= IMC < 19

1=19 ≤ IMC<21

2=21 ≤ IMC< 23

3= IMC  $\geq$  23

### Evaluation globale

**G. le patient vit-il de façon indépendante à domicile ?** 0=non 1=oui

**H. prend plus de trois médicaments par jour?** 0=oui 1=non

**I. Plaies cutanées ?** 0=oui 1= non

**J. combien de véritables repas le patients prend t-il par jours ?**

0= 1 repas

1= 2 repas

2= 3 repas

**K. le patient consomme t-il**

- Une fois par jour au moins du produits laitiers ? oui  non
- chaque jour de viande , de poisson ou de la volaille ? oui  non
- une ou deux fois par semaine des œufs ou des légumineuses ? oui  non

0.0 = si 0 ou 1 oui

0.5 = si 2 oui

1= si 3 oui

**L. consomme-t-il deux fois par jour au moins des fruits ou des légumes ?**

0= non

1=oui

**M. combien de verres de boissons consomme-t-il par jour ? (eau, jus, café, lait , . . .)**

0= moins de 3 verres

0.5=de 3 à 5 verres

1.0= plus de 6 verres

**N. manière de se nourrir ?**

0= nécessité d'assistance

1= se nourrit seul avec difficultés

2= se nourrit seul sans difficultés

**O. le patient se considère –t-il bien nourri ?**

0= malnutrition sévère

1=ne sait pas ou malnutrition modérée

2= pas de problèmes de nutrition

**P. le patient se sent-il en meilleur ou en bonne santé que la plupart des personnes de son âge ?**

0.0= moins bonne

0.5=ne sait pas

1.0= aussi bonne

2.0= meilleure

**Q. circonférence brachiale (CB en cm)**

0.0=CB inf à 21

0.5=  $21 \leq CB \leq 22$

1.0=  $CB > 22$

**R. circonférence au mollet ( CM en cm)** 0=  $CM < 31$

1=  $CM \geq 31$

**Un score de 24 à 30 points décrit un état nutritionnel normal. Un score de 17 à 23,50 points décrit un risque de malnutrition, alors qu'un score inférieur à 17 points définit un mauvais état nutritionnel.**

## Le Score de Tinetti

<b>Le patient est assis sur une chaise sans accoudoirs</b>		
<b>1. Equilibre assis sur la Chaise</b>	0 : Se penche sur le côté, glisse de la chaise	
	1 : Sûr, stable	
<b>Demander au patient de se lever, si possible sans s'appuyer sur les accoudoirs</b>		

<b>2. Se lever</b>	0 : Impossible sans aide	
	1 : Possible, mais nécessite l'aide des bras	
	2 : Possible sans les bras	
<b>3. Tentative de se lever</b>	0 : Impossible sans aide	
	1 : Possible mais plusieurs essais	
	2 : Possible lors du premier essai	
<b>4. Equilibre immédiat debout (5 premières secondes)</b>	0 : Instable (chancelant, oscillant)	
	1 : Sûr, mais nécessite une aide technique debout	
	2 : Sûr sans aide technique	
<b>Test de provocation de l'équilibre en position debout</b>		
<b>5. Equilibre lors de latente debout pieds joints</b>	0 : Instable	
	1 : Stable, mais avec les pieds largement écartés (plus de 10cm) ou nécessite une aide technique	
	2 : Pieds joints, stable	
<b>6. Poussées</b> <i>(sujet pieds joints, l'évaluateur le pousse légèrement sur le sternum à 3 reprises)</i>	0 : Commence à tomber	
	1 : Chancelant, s'agrippe, et se stabilise	
	2 : Stable	
<b>7. Yeux fermés</b>	0 : Instable	
	1 : Stable	
<b>Le patient doit se retourner de 360°</b>		
<b>8. Pivotement de 360°</b>	0 : Pas discontinus	
	1 : Pas continus	
<b>9. Pivotement de 360°</b>	0 : Instable	
	1 : Stable	
<b>Le patient doit marcher au moins 3 mètres en avant, faire demi-tour et revenir à pas rapides vers la chaise. Il doit utiliser son aide technique habituelle (cane ou déambulateur)</b>		
<b>10. Initiation de la marche</b> <i>(immédiatement après le signal du départ)</i>	0 : Hésitations, ou plusieurs essais pour partir	
	1 : Aucune hésitation	
<b>11. Longueur du pas : le pied droit balance</b>	0 : Ne dépasse pas le pied gauche en appui	
	1 : Dépasse le pied gauche en appui	
<b>12. Hauteur du pas : le pied</b>	0 : Le pied droit ne décolle pas complètement du Sol	

<b>droit balance</b>	1 :Le pied droit décolle complètement du sol	
<b>13.Longueur du pas : le pied gauche balance</b>	0 :Ne dépasse pas le pied droit en appui	
	1 :Dépasse le pied droit en appui	
<b>14.Hauteur du pas : le pied gauche balance</b>	0 :Le pied gauche ne décolle pas complètement Du sol	
	1 :Le pied gauche décolle complètement du sol	

<b>15.Symétrie de la marche</b>	0 :La longueur des pas droit et gauche semble Inégale	
	1 :La longueur des pas droit et gauche semble Identique	
<b>16.Continuité des pas</b>	0 :Arrêt ou discontinuité de la marche	
	1:Les pas paraissent continus	
<b>17.Ecartement du chemin</b> ( <i>observé sur une distance de 3 m</i> )	0 :Déviation nette d'une ligne imaginaire	
	1 :Légère déviation, ou utilisation d'une aide Technique	
	2 :Pas de déviation, sans aide technique	
<b>18.Stabilité du tronc</b>	0 :Balancement net ou utilisation d'une aide Technique	
	1 :Pas de balancement, mais penché ou Balancement des bras	
	2 :Pas de balancement , pas de nécessité d'appui Sur un objet	
<b>19.Largeur des pas</b>	0 :Polygone demarche élargi	
	1 :Les pieds se touchent presque lors de la Marche	
<b>Le patient doit s'asseoir sur la chaise</b>		
<b>20.S'asseoir</b>	0:Non-sécuritaire, juge mal les distances, se laisse tomber sur la chaise	
	1 :Utilise les bras, ou n'a pas un mouvement Régulier	
	2:Sécuritaire, mouvement régulier	
<b>Score total (/28pts)</b>		

## Résultat

Score	Risque de chute
Score< à 20points	Très élevé
Score entre 20 et 23 points	Elevé
Score entre 24 et 27 points	Peu élevé <i>Chercher une cause, comme une Inégalité de longueur des membres</i>
Score=28 points	Normal

# TimedUp&Go test

Nom:

Prénom:

Age:

Date:

Evaluateur:

## Up&Go test

Inviter la personne à:

Fait:1

Ne fait pas:0

Non réalisable



- Se lever d'un fauteuil avec accoudoirs :
- Traverser la pièce-distance de 3 mètres :
- Faire demi-tour:

- Temps nécessaire: \_\_\_\_\_ secondes.

☑ Score: \_\_\_\_\_ / 4

*Interprétation:risquedechutesiscore≤1ettempsderéalisation>20secondes.*

Commentaires: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Tableau A1. Teneurs plasmatiques en minéraux et en vitamine D chez la population étudiée**

<b>Paramètres</b>	<b>Femmes âgées</b>	<b>Hommes âgés</b>	<b>Concentration Normale de référence</b>
Calcium (mg/L)	64,36 ± 3,50	53,75 ± 4,11*	86 – 108 mg/L
Magnésium (mg/L)	29,33 ± 4,36	32,52 ± 5,23	16 – 25 mg/L
Phosphore(mg/L)	16,03 ± 3,49	18,31 ± 3,14	25 – 45 mg/L
Vitamine D (ng/mL)	25,65 ± 2,11	20,68 ± 2,14 *	30 – 80 ng/mL

Chaque valeur représente la moyenne ± Ecart type. La comparaison des moyennes entre les deux groupes étudiés est réalisée par le test t de Student.

\* P < 0,01.

## Résumé

Dans le cadre de mon master en physiologie et physiopathologies cellulaire, la présente étude constitue une contribution à la compréhension du lien entre le statut en micronutriments (notamment la vitamine D et le calcium) et le risque de chute chez les personnes âgées. Pour cela, un échantillon de 85 sujets âgés (40 hommes et 45 femmes, tous âgés de plus de 70 ans) a été recruté au service de Médecine Physique du CHU de Tlemcen. Une série d'analyses biologiques a été réalisée à partir de prélèvements sanguins afin de doser les taux plasmatiques de vitamine D, calcium, magnésium et phosphore. En parallèle, les performances fonctionnelles ont été évaluées à l'aide du test de Tinetti, et l'état nutritionnel par le score MNA. Les résultats montrent une fréquence élevée de carences en vitamine D et en calcium chez les sujets âgés, corrélées de manière significative à des scores Tinetti plus faibles, traduisant un risque accru de chute. L'hypothèse principale, établissant un lien entre ces déficits micro nutritionnels et une altération de l'équilibre, est ainsi validée. Les analyses secondaires confirment également le rôle isolé de la vitamine D et du calcium dans la performance motrice. La combinaison des deux déficits semble potentialiser ce risque, bien qu'un effet d'interaction reste à démontrer plus précisément. Par ailleurs, des données complémentaires suggèrent une implication possible du phosphore et du magnésium dans l'équilibre fonctionnel, ouvrant la voie à des recherches futures. D'autres facteurs tels que l'activité physique, l'exposition solaire, ou encore les marqueurs inflammatoires pourraient enrichir l'interprétation de ces résultats.

En conclusion, cette étude met en évidence l'importance du statut vitamino-calcique dans la prévention des chutes chez les personnes âgées. Elle souligne la nécessité de stratégies de dépistage et d'intervention nutritionnelle ciblée pour améliorer leur équilibre et leur qualité de vie.

**Mots clés :** personnes âgées, vitamine D, calcium, test Tinetti, chute, nutrition, MNA, phosphore, magnésium.

## Abstract

As part of my Master's in cellular physiology and pathophysiology, this study contributes to understanding the link between micronutrient status (notably vitamin D and calcium) and fall risk in the elderly. A sample of 85 elderly subjects (40 men and 45 women, all over the age of 70) was recruited from the Department of Physical Medicine at the Tlemcen University Hospital. Blood samples were collected to measure plasma levels of vitamin D, calcium, magnesium, and phosphorus. In parallel, functional performance was assessed using the Tinetti test, and nutritional status through the MNA (Mini Nutritional Assessment) score. The results show a high frequency of vitamin D and calcium deficiencies among elderly individuals, significantly correlated with lower Tinetti scores, indicating an increased risk of falling. The main hypothesis, establishing a link between these micronutrient deficiencies and impaired balance, is thus validated. Secondary analyses also confirm the individual role of vitamin D and calcium in motor performance. The combination of both deficiencies appears to amplify this risk, although a specific interaction effect requires further investigation. Additionally, complementary data suggest a possible role for phosphorus and magnesium in functional balance, opening avenues for future research. Other factors such as physical activity, sun exposure, and inflammatory markers may further enrich the interpretation of these results. In conclusion, this study highlights the importance of vitamin D and calcium status in fall prevention among the elderly and underscores the need for targeted screening and nutritional interventions to improve their balance and quality of life.

**Keywords:** elderly, vitamin D, calcium, Tinetti test, fall, nutrition, MNA, phosphorus, magnesium.

## ملخص

في إطار تحضير لي لنيل شهادة الماستر في الفيزيولوجيا الخلوية و الامراض الفيزيولوجية، تساهم هذه الدراسة في فهم العلاقة بين حالة بعض العناصر الغذائية الدقيقة) خاصة الفيتامين D والكالسيوم (وخطر السقوط عند كبار السن. تم اختيار عينة مكونة من 85 شخصًا مسنًا (40 رجلاً و45 امرأة تجاوزوا سن السبعين) من مصلحة الطب الفيزيائي بمستشفى تلمسان الجامعي. وقد تم إجراء تحاليل مخبرية على عينات من الدم لقياس مستويات الفيتامين D والكالسيوم والمغنيسيوم والفوسفور في البلازما. كما تم تقييم الأداء الوظيفي باستخدام اختبار "تينيتي (Tinetti)", والحالة الغذائية باستخدام مقياس "MNA". أظهرت النتائج انتشارًا مرتفعًا لنقص الفيتامين D والكالسيوم لدى كبار السن، وكان ذلك مرتبطًا بشكل كبير بانخفاض في درجات اختبار تينيتي، مما يشير إلى ارتفاع خطر السقوط. وقد تم تأكيد الفرضية العامة التي تربط بين هذا النقص الغذائي واضطراب التوازن. كما دعمت التحاليل الثانوية الدور الفردي لكل من الفيتامين D والكالسيوم في الأداء الحركي. ويبدو أن الجمع بين هذين النقصين يزيد من هذا الخطر، على الرغم من أن تأثير التفاعل بينهما لا يزال بحاجة إلى دراسات إضافية. بالإضافة إلى ذلك، تشير بعض المعطيات إلى احتمال مساهمة كل من الفوسفور والمغنيسيوم في التوازن الوظيفي، مما يفتح المجال أمام أبحاث مستقبلية. وتشير النتائج أيضًا إلى أهمية أخذ عوامل أخرى مثل النشاط البدني، والتعرض للشمس، والعلامات الانتهاجية بعين الاعتبار. ختامًا، تبرز هذه الدراسة أهمية الحالة الفيتامينية و الكالسيومية في الوقاية من خطر السقوط عند كبار السن، وتدعو إلى وضع استراتيجيات للكشف والتدخل الغذائي لتحسين توازنهم وجودة حياتهم.

**الكلمات المفتاحية:** كبار السن، الفيتامين D ، الكالسيوم، اختبار تينيتي، السقوط، التغذية، MNA، التوازن، الفوسفور، المغنيسيوم.