

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEINGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE SAAD DAHLAB – BLIDA 1 -
FACULTE DE MEDECINE
DEPARTEMENT DE PHARMACIE



Mémoire de fin d'études

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Docteur en Pharmacie

La ration calcique :
Méthodes d'évaluation

Présenté par :

- BENGHERBA Hakima
- DAHMANE Amira

Jury :

- **Président :** Pr GHOUINI Ahmed
- **Examinatrice :** Dr LARBAOUI Khelidja
- **Encadreur :** Dr BENREKIA Youcef

Année universitaire : 2020-2021

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier ALLAH, le tout puissant de nous avoir donné courage et volonté pour accomplir ce modeste travail.

Nous remercions toutes les personnes qui ont contribué au succès de notre stage et qui nous ont aidés lors de la rédaction de ce mémoire.

Tout d'abord, nous tenons à présenter notre profonde gratitude à notre promoteur Monsieur BENREKIA Youcef, pour sa patience, sa disponibilité, son dévouement et surtout son soutien moral et ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter notre réflexion. Permettez-nous de vous témoigner notre profonde reconnaissance.

Egalement, nous adressons nos sincères remerciements à tous les professeurs, intervenants et toutes les personnes qui par leurs paroles, leurs écrits, leurs conseils et leurs critiques ont guidé nos réflexions et ont accepté de nous rencontrer et de répondre à nos questions durant nos recherches.

Nous désirons aussi remercier :

Toute l'équipe de l'établissement public hospitalier METRINI Mohamed de KSAR EL-BOUKHARI et la polyclinique BOUNAAMA Djilali de BLIDA qui nous ont fourni les outils nécessaires à la réussite et le bon déroulement de notre stage pratique.

DÉDICACES

À MES TRÈS CHERS PARENTS

Source inépuisable de tendresse, de patience et de sacrifice. Votre prière et Bénédiction m'ont été d'un grand secours tout au long de ma vie. Quoique je puisse dire et écrire, je ne pourrais exprimer mon grand amour et ma profonde reconnaissance. Que Dieu tout puissant, vous préserve et vous accorde la santé, le Bonheur et une longue vie.

À MA SŒUR MERJEM CHAHNEZ ET SON MARI NOUR EL-ISLEM

Vous avez été à mes côtés pendant toutes les étapes de ce travail, je vous en suis très reconnaissante. Aucune dédicace ne peut exprimer la profondeur des sentiments fraternels. Puisse Dieu vous protéger, garder et renforcer notre fraternité.

À MON FRÈRE SIDAHMED ET SA FEMME ROMAÏSSA

Je vous dédie ce travail en témoignage de mon grand respect et estime envers vous. Que Dieu vous apporte le bonheur et la santé.

À MON FRÈRE ABD EL-HAMID

Je ne saurais traduire sur du papier l'affection que j'ai pour vous. J'implore Allah de te réserver un meilleur avenir.

À MES NEVEUX ABD EL-KADER MOUNIR ET CHAHD ÉLINE

Que Dieu vous bénisse et vous accorde une longue vie pleine de joie et de réussite. Je vous adore mes petits anges.

**À MON GRAND PÈRE BELKHEIRET, MES CHÈRES TANTES FATIHA, MASAOUJA ET
TOUTE MA FAMILLE**

Je ne trouverai jamais l'expression forte pour vous exprimer mon affection. Trouvez ici l'assurance de mon fidèle attachement.

**À LA MÉMOIRE DE MES GRANDS PARENTS : AHMED, RAHOUADJA ET HAOUJA
ET MON COUSIN : MOUNIR**

Que vous reposiez dans le paradis du Seigneur.

À MES TRÈS CHÈRES AMIES : ISMAHANE, KHADIDJA, ET SABRINE

Qui ont toujours été là pour moi. Leur soutien inconditionnel et leurs encouragements ont été d'une grande aide.

À tous ceux qui me sentent chers, il me serait difficile de vous citer tous, vous êtes dans mon cœur, affectueusement.

« HAKIMA »

À MA TRÈS CHÈRE MÈRE

Quoique je fasse ou je dise, je ne saurai jamais vous remercier comme il se doit. Votre affection me couvre, votre bienveillance me guide et votre présence à mes côtés a toujours été ma source de force pour affronter les différents obstacles. Votre amour a fait de moi ce que je suis aujourd'hui.

À MON TRÈS CHER PÈRE

Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai pour vous. Rien ne vaut les efforts fournis pour mon éducation et bien-être. Ce travail est le fruit des sacrifices que vous avez consentis pour ma formation. Je vous dédie ce mémoire en témoignage de mon profond amour. Puisse Dieu vous accorder la santé, le bonheur et une longue vie.

À MON MARI

Pour votre compréhension, votre confiance, votre patience et votre tendresse. Vous m'avez toujours soutenu et réconforté. Vous êtes et vous resterez toujours ma source d'encouragement. Vous avez supporté mes caprices pendant certaines périodes de ce parcours. Sincère gratitude.

À LA LUMIÈRE DE MES JOURS

La flamme de mon cœur, ma vie et mon bonheur, Ma fille Israa Noursine que j'adore.

À MES GRANDS PÈRES

Que Dieu vous donne une longue vie et vous préserve pour nous.

À MON TRÈS CHER FRÈRE MOHAMED ET MA SŒUR AYA

Puisse Dieu vous donne santé, bonheur, courage et surtout la réussite. Je vous aime.

À MA BELLE FAMILLE

Vous m'avez accueilli aux bras ouverts en témoignage de l'attachement, de l'amour et de l'affection que je porte pour vous.

À MES TRÈS CHÈRES AMIES HAKIMA ET ISMAHANE

Pour leur soutien moral, merci d'être toujours à mes côtés.

Table des matières

Introduction	16
---------------------------	-----------

REVUE DE LA LITTÉRATURE

I. Bases chimiques, biochimiques et physiologiques :.....	18
--	-----------

I.1. Calcium élément minéral :.....	18
--	-----------

I.1.1. Présentation et place dans la classification périodique :.....	18
---	----

I.1.2. Découverte et étymologie :.....	18
--	----

I.1.3. Abondance :.....	18
-------------------------	----

I.1.4. Propriétés physiques et chimiques :.....	19
---	----

I.1.5. Principaux composés :.....	19
-----------------------------------	----

I.2. Métabolisme calcique :.....	20
---	-----------

I.2.1. Absorption intestinale, biodisponibilité et coefficient d'absorption :.....	21
--	----

I.2.2. Distribution :.....	22
----------------------------	----

I.2.3. Élimination rénale :.....	23
----------------------------------	----

I.2.4. Le rôle de l'os dans la régulation du calcium :.....	24
---	----

I.2.5. La parathormone :.....	24
-------------------------------	----

I.2.6. La calcitonine :.....	24
------------------------------	----

I.2.7. La vitamine D :.....	25
-----------------------------	----

I.3. Rôles de calcium dans l'organisme :.....	25
--	-----------

I.3.1. Croissance osseuse :.....	25
----------------------------------	----

I.3.2. Excitabilité neuromusculaire :.....	26
--	----

I.3.3. Processus enzymatiques :.....	26
--------------------------------------	----

I.3.4. Contraction musculaire :.....	26
--------------------------------------	----

I.3.5. Action hormonale :.....	28
--------------------------------	----

I.3.6. Coagulation :.....	29
---------------------------	----

I.3.7. Prévention des pathologies :.....	29
--	----

I.4. Sources alimentaires du calcium :.....	32
--	-----------

I.4.1. Calcium d'origine végétale :.....	33
--	----

I.4.2. Calcium d'origine animale :.....	35
---	----

I.4.3. Les boissons :.....	35
----------------------------	----

I.4.4. Calcium d'origine hydrique :.....	36
--	----

I.4.5. Les condiments, aromates :.....	36
--	----

I.5. Le lait et les produits laitiers : sources majeures de calcium	37
I.5.1. Lait et produits laitiers :.....	37
I.5.2. Particularité du calcium du lait :.....	38
II. Ration calcique :.....	41
II.1. La ration alimentaire :.....	41
II.1.1. Définition :	41
II.1.2. Rôle de la ration alimentaire équilibrée :	41
II.1.3. Régulation de la ration alimentaire et le comportement alimentaire :	42
II.2. Les besoins nutritionnels :.....	43
II.2.1. Besoins calciques :	43
II.2.2. Besoins nets :.....	43
II.2.3. Besoins nutritionnels moyens :	43
II.3. Les apports journaliers recommandés (AJR) :	43
II.4. Apports nutritionnels conseillés en calcium :	43
II.5. Variations physiologiques des ANC en calcium :.....	44
II.6. Régimes d'éviction « végétarien et végétalien » et ANC :	46
II.7. Effets d'une surconsommation :	47
III. Méthodes d'évaluation :.....	49
III.1. Enquêtes alimentaires :.....	49
III.1.1. Définition :	49
III.1.2. Types d'enquêtes alimentaires :.....	49
III.2. Les questionnaires d'évaluation des apports calciques :	54
III.2.1. L'auto-questionnaire de Fardellone :.....	54
III.2.2. Questionnaire d'évaluation du CERIN / UNAFORMEC :.....	55
III.2.3. Questionnaire de CoCoNut :.....	55
III.2.4. Autres outils d'évaluation :.....	57

PARTIE PRATIQUE

PROBLÉMATIQUE

I. Problématique et objectifs :.....	60
II. Patients et méthodes :	61

II.1. Type d'enquête alimentaire :	61
II.2. Echantillon :	61
II.3. Critères d'inclusion et d'exclusion :	61
II.4. Considérations éthiques :	61
II.5. Description des méthodes choisies pour l'évaluation :	62
II.6. Recueil des résultats et analyses statistiques :	62
III. Résultats :	64
III/A. Description générale de la population enquêtée :	64
1. Répartition des sujets selon le sexe :	64
2. Répartition des femmes enquêtées selon leur statut physiologique :	64
3. Répartition des sujets selon l'âge :	65
III/B. Analyse des résultats de la première étude :	66
1. Moyenne de la ration calcique journalière selon l'âge, sexe et le statut physiologique :	66
2. Niveaux de la ration calcique journalière de l'ensemble de la population étudiée :	67
3. Niveaux de la ration calcique journalière de la population enquêtée répartie en fonction de l'âge, du sexe et du statut physiologique :	67
4. Contribution des différentes sources de calcium dans la ration journalière :	69
5. Contribution de la source laitière dans la ration calcique journalière selon le sexe :	71
6. Contribution de la source laitière dans la ration calcique journalière selon l'âge :	71
7. Contribution de la source laitière dans la ration calcique des femmes ménopausées :	72
III/C. Analyse des résultats de la deuxième étude :	73
1. Contribution des aliments riches en calcium dans la ration journalière :	73
2. Niveaux de la ration calcique journalière de l'ensemble de la population étudiée :	74
3. Moyenne de la ration calcique journalière selon l'âge, sexe et le statut physiologique :	75
III/D. Comparaison entre les deux études :	76
DISCUSSION	
I. Patients et méthodes :	79
A/ La population d'étude :	79
B/ La méthodologie :	79

II. Discussion des résultats des apports alimentaires :	79
A/ Apports calciques estimés par l’auto-questionnaire de Fardellone :	80
B/ Discussion des résultats de la deuxième étude : « test de CoCoNut-Calcium »	83
C/ Comparaison entre les résultats des deux méthodes :	84
CONCLUSION :	86
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	88
Résumé :	101

Liste des tableaux

Tableau 1 : La teneur en calcium des fruits et les graines oléagineux	33
Tableau 2 : La teneur en calcium des légumes et féculents	34
Tableau 3 : La teneur en calcium des protéines animales	35
Tableau 4 : La teneur en calcium des boissons	36
Tableau 5 : La teneur en calcium des condiments et chocolats	36
Tableau 6 : La teneur en calcium de lait et des produits laitiers	37
Tableau 7 : ANC en calcium (mg/j) selon les pays, publié par GRIO (2008)	45
Tableau 8 : Répartition des sujets selon le sexe	64
Tableau 9 : La part des femmes ménopausées par rapport à la population féminine	64
Tableau 10 : Répartition des sujets selon l'âge	65
Tableau 11 : La moyenne de la ration calcique journalière selon l'âge, le sexe et le statut physiologique	66
Tableau 12 : Niveaux de la ration calcique journalière de la population étudiée	67
Tableau 13 : Niveaux de la ration calcique journalière selon l'âge, le sexe et le statut physiologique	68
Tableau 14 : La contribution des différentes sources du calcium dans la ration journalière ...	69
Tableau 15 : Contribution de la source laitière dans la ration calcique journalière selon le sexe	71
Tableau 16 : La contribution de la source laitière dans la ration calcique journalière selon l'âge.....	72
Tableau 17 : Contribution de la source laitière dans la ration calcique journalière des femmes ménopausées.....	73
Tableau 18 : La contribution de la source laitière du calcium dans la ration journalière	73
Tableau 19 :Apport calcique de différentes sources (en moyenne et en pourcentage)	74
Tableau 20 : Niveaux de la ration calcique journalière de la population enquêtée.....	75
Tableau 21 : La moyenne de la ration calcique journalière selon l'âge, le sexe et le statut physiologique	75
Tableau 22 : Comparaison entre les moyennes de la ration calcique journalière des deux méthodes.....	76

Table des figures

Figure 1: Position du calcium dans le tableau périodique.....	18
Figure 2: Aspect du calcium.....	19
Figure 3 : Régulation du calcium dans l'organisme	21
Figure 4 : Absorption intestinale du calcium	21
Figure 5 : Répartition du calcium dans l'organisme	22
Figure 6 : Elimination rénale du calcium	23
Figure 7 : Minéralisation et résorption osseuse.....	26
Figure 8 : Rôle de calcium dans la contraction du muscle strié squelettique.....	27
Figure 9 : Rôle de calcium dans la contraction du muscle lisse vasculaire	28
Figure 10 : Le mécanisme de sécrétion de l'insuline.....	28
Figure 11 : Étapes de la coagulation	29
<i>Figure 12 : Ostéoporose : risque, prévention et traitement.....</i>	<i>30</i>
Figure 13 : Radiographie des pieds d'un enfant souffrant de rachitisme	30
Figure 14 : La ration alimentaire.....	41
Figure 15 : L'apport énergétique conseillé pour chacun des repas.....	42
Figure 16 : La relation entre l'apport en calcium et celui absorbé ou excrété.....	44
Figure 17 : Protocole de la réalisation de l'enquête alimentaire.....	63
Figure 18 : Répartition des sujets en pourcentages selon le sexe.....	64
Figure 19 : Répartition des femmes ménopausées par rapport à la population féminine	65
Figure 20 : Répartition de la population selon l'âge	65
Figure 21 : La moyenne de la ration calcique journalière.....	66
Figure 22 : Niveaux de la ration calcique journalière de la population entière	67
Figure 23 : Niveaux de la ration calcique journalière selon l'âge, le sexe et le statut physiologique	69
Figure 24 : La contribution des sources du calcium (en pourcentage) dans la ration journalière	70
Figure 25 : La contribution de la source laitière dans la ration calcique journalière selon le sexe.....	71
Figure 26 : Contribution de la source laitière dans la ration calcique journalière selon l'âge .	72
Figure 27 : Contribution de la source laitière dans l'apport calcique journalier des ménopausées.....	73

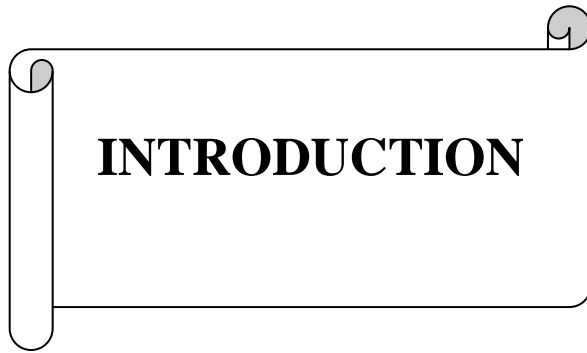
Figure 28 : Contribution des aliments riches en calcium dans la ration journalière	74
Figure 29 : Niveaux de la ration calcique journalière de l'ensemble de la population étudiée	75
Figure 30 : Moyenne de la ration calcique journalière en fonction de l'âge, du sexe et du statut physiologique	76
Figure 31 : Comparaison entre les moyennes de la ration calcique journalière des deux méthodes.....	77

Liste des abréviations

- **ADP :** Adénosine Diphosphate.
- **AFSSA :** Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments.
- **AJR :** Apports Journaliers Recommandés.
- **AMPc :** Adénosine Monophosphate cyclique.
- **ANC :** Apports Nutritionnels Conseillés.
- **ANSES :** Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'alimentation, de l'Environnement et du travail.

- **ATP :** Adénosine Triphosphate.
- **Ca :** Calcium.
- **CERIN :** Centre de Recherche et d'Information Nutritionnelles.
- **CIQUAL :** Centre Informatique pour la QUalite des Aliments.
- **CREDOC :** Le Centre de recherche pour l'étude et l'observation des conditions de vie

- **DMO :** Densité Minérale Osseuse.
- **EPH :** Etablissement Public Hospitalier.
- **FAO :** Food and Agriculture Organization
- **GRIO :** Groupe de Recherche et d'Information sur les Ostéoporoses.
- **HTA :** Hypertension Artérielle.
- **IGF₁ :** Insulin-like Growth Factor-one.
- **INCA :** Etude Individuelle Nationale des Consommations Alimentaire
- **K :** Potassium.
- **MLCK :** Myosin Light Chain Kinas.
- **Na :** Sodium.
- **NADH :** Nicotinamide Adénine Dinucléotide.
- **OMS :** Organisation Mondiale de Santé.
- **pH :** Potentiel Hydrogène.
- **PNNS :** Programme National Nutrition Santé
- **PTH :** Parathormone.
- **TNF α :** Facteur de Nécrose Tumorale.
- **UHT :** Ultra Haute Température.
- **UNAFORM EC :** Union Nationale des Associations de Formation Médicale et d'Evaluation Continues.
- **WCRF :** Fonds Mondial de Recherche contre le Cancer.



Introduction

Le calcium est un élément qui a fait l'objet de nombreuses recherches. Cet intérêt s'explique du fait de son caractère pléiotrope. C'est aussi l'un des minéraux essentiels à la santé de l'homme, et pour lequel des apports journaliers recommandés ont été établis et semblent reconnus par la communauté scientifique au niveau international.

Les besoins quotidiens en calcium varient tout au long de la vie. Donc, il est indispensable d'assurer une couverture permanente et suffisante de ces besoins. Avoir des apports alimentaires proches des valeurs des références nutritionnelles y contribue. Ceci est particulièrement vrai durant l'enfance et l'adolescence lorsque se met en place le capital osseux maximal, ainsi qu'au moment où survient le vieillissement physiologique de l'os ^[1].

Le calcium est largement présent dans l'alimentation, mais il existe également sous forme médicamenteuse ; des personnes carencées en calcium ou à risque de l'être doivent d'abord réviser leurs apports calciques par le biais d'une alimentation adaptée et un suivi rigoureux dans les règles hygiéno-diététiques avant de décider d'instaurer une supplémentation.

Il paraît donc nécessaire d'ajuster les apports de calcium aux besoins de l'individu, en fonction de son âge, de son sexe et sa situation physiologique, tout en privilégiant les apports alimentaires.

La décision finale revient au médecin, néanmoins, le pharmacien doit être renseigné sur les différentes options envisageables et les propriétés de chacune. Il doit avoir connaissances des bases d'une alimentation saine et équilibrée et capable de corriger des erreurs diététiques fréquemment rencontrées en passant obligatoirement par une évaluation précise et fiable des apports calciques.

Ce travail vise à :

- 1- Chercher dans la littérature des outils simples et fiables pour l'évaluation de la ration calcique et les appliquer sur une population donnée.
- 2- Étudier profondément les sources alimentaires du calcium afin de savoir la contribution des différentes sources dans la couverture des apports nutritionnels conseillés (ANC).
- 3- Décrire les caractéristiques nutritionnelles du calcium du lait et les produits laitiers à l'origine de sa biodisponibilité maximale.



**REVUE DE LA
LITTÉRATURE**

I. Bases chimiques, biochimiques et physiologiques :

I.1. Calcium élément minéral :

I.1.1. Présentation et place dans la classification périodique :

Le calcium est l'élément chimique de numéro atomique 20, de masse atomique 40,08 Dalton et de symbole « Ca » (Ca Z = 20). Sa position dans le tableau périodique est sur la 4ème ligne et dans la 2ème colonne (figure 01). Il s'agit du bloc s et du groupe des alcalino-terreux, auquel il appartient au même titre que le béryllium, le magnésium, le strontium, le baryum et le radium. Sa configuration électronique dans son état fondamental est : $(1s)^2(2s)^2(2p)^6(3s)^2(3p)^6(4s)^2$ [2].

Figure 1: Position du calcium dans le tableau périodique. Le tableau périodique des éléments est affiché avec un encadré bleu sur le calcium (Ca, numéro atomique 20) qui est souligné. Le titre "Periodic Table of the Elements" est au-dessus du tableau.

Figure 1: Position du calcium dans le tableau périodique

I.1.2. Découverte et étymologie :

La chaux obtenue par calcination du calcaire était connue des Romains, qui l'utilisaient comme mortier, tandis que les Égyptiens employaient le plâtre, mais le métal lui-même ne fut découvert qu'en 1808 par Berzelius, puis par Davy. En électrolysant un mélange de chaux et de mercure, ils obtiennent un amalgame de calcium (Hg-Ca) et isolent ce premier échantillon. Le métal massif est réellement isolé en 1892, par Henry Moisson, pharmacien-chimiste français qui était pionnier en isolant le fluor [3]. Son nom vient du latin calx signifiant chaux [2].

I.1.3. Abondance :

Le calcium est présent dans la nature et dans le corps humain. Sa teneur de l'écorce terrestre est de 4.6%. C'est le 5ème élément le plus existant de la croûte terrestre et le 3ème métal le plus abondant après l'aluminium et le fer. Le calcium est un composant essentiel des

os et des dents ^[4]. Il se trouve dans la coquille des œufs, dans le corail et dans de nombreux sols ^[5].

I.1.4. Propriétés physiques et chimiques :

Le calcium est un métal solide blanc argent un peu plus dur que le plomb (figure 02). Exposé à l'air il se recouvre rapidement d'une couche de nitrure, d'hydroxyde, puis de carbonate. Son action sur l'eau, contrairement à celle des alcalins, est lente. Le calcium brûle dans l'oxygène avec une flamme rouge très caractéristique, en donnant la chaux vive CaO. IL est soluble dans l'ammoniac liquide, et il ne donne pratiquement pas de dérivés organiques ^[3]. Ayant un point de fusion égal à 842°C (1115K) et un point d'ébullition égal à 1484°C (1771K). Sa densité est de 1.55 g/ cm³ à 20°C ^[6].

Le calcium est très réducteur, moins réactif chimiquement que les métaux alcalins et que les alcalino-terreux.



Figure 2: Aspect du calcium

I.1.5. Principaux composés :

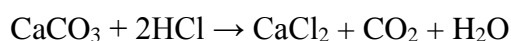
On ne trouve pas le calcium pur sous forme métallique dans la nature, mais il existe comme :

➤ Chlorure de calcium :

Le chlorure de calcium (CaCl₂) cristallise avec 6H₂O et se présente sous forme de cristaux incolores très déliquescents et de saveur amère.

Le sel anhydre, très avide d'eau, est utilisé comme déshydratant.

On le prépare soit en faisant réagir le HCl sur le carbonate de calcium :



soit par le procédé Solvay dont une des étapes produit



Ration calcique : méthodes d'évaluation

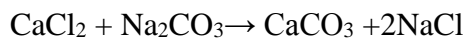
➤ Sulfate de calcium :

À l'état naturel, le sulfate de calcium ($\text{CaSO}_4, \text{H}_2\text{O}$) se présente sous forme de gypse et sert à la préparation du plâtre.

➤ Carbonate de calcium :

Le carbonate de calcium (CaCO_3) est une poudre blanche insoluble dans l'eau, qui existe à l'état naturel : c'est le calcaire.

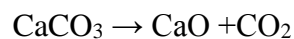
Le sel officinal résulte de la double décomposition à froid entre des solutions de chlorure de calcium et de carbonate disodique :



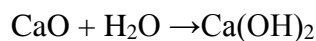
C'est un composé calcique très important car c'est la matière première pour la préparation des sels calciques.

➤ Chaux vive :

La chaux vive (CaO , ou oxyde de calcium) est un produit amorphe inodore et caustique. On le prépare par décomposition à chaud du carbonate de calcium.



Elle est très avide d'eau et se transforme alors en chaux éteinte :



Hydroxyde de calcium

➤ Phosphates de calcium :

L'acide phosphorique (H_3PO_4), étant un triacide, donne trois sels calciques :

Monocalcique	$\text{CaH}_4(\text{PO}_4)_2$	soluble dans l'eau
Bicalcique	$\text{Ca}_2\text{H}_2(\text{PO}_4)_2$	} tous deux insolubles dans l'eau ^[7] .
Tricalcique	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	

I.2. Métabolisme calcique :

La calcémie normale (taux du calcium dans le sang) est de 2,2 à 2,6 mmol soit 100 à 104 mg/l ^[8]. Cette concentration est maintenue dans des limites étroites par une régulation rigoureuse. Les acteurs principaux de ce contrôle sont trois organes : l'intestin, les reins et les os et trois hormones : la parathormone PTH, la vitamine D, et la calcitonine ^[9] (figure 03).

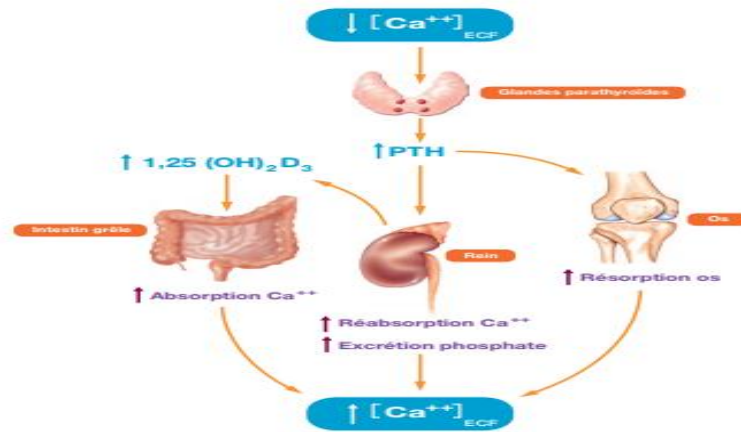


Figure 3 : Régulation du calcium dans l'organisme

I.2.1. Absorption intestinale, biodisponibilité et coefficient d'absorption :

L'absorption du calcium alimentaire se fait principalement dans le duodénum (par un mécanisme actif). Elle est régulée par la vitamine D3 qui stimule la synthèse d'une protéine de transport, la calcium-binding protein. Elle est facilitée par l'acidité du pH duodénal et est diminuée par précipitation du calcium en présence d'un excès d'apport alimentaire en phytates (céréales complètes riches en hémicelluloses), en oxalates (haricots verts, amandes, thé, cacao...) ou en cas d'excès de phosphore.

Il existe aussi un mécanisme d'absorption passif non régulé qui joue un rôle mineur dans l'absorption calcique ^[10] (figure 04).

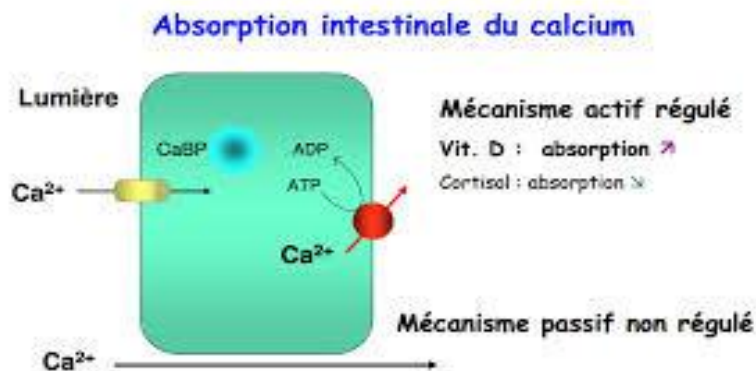


Figure 4 : Absorption intestinale du calcium

Le corps humain ne sait pas fabriquer le calcium, raison pour laquelle il faut le lui apporter via l'alimentation. Comme les produits laitiers, plusieurs variétés de légumes, les légumineuses ou encore les oranges contiennent du calcium. Toutefois, la quantité de calcium réellement absorbée (par l'intestin) et utilisée (par les organes et les cellules) n'est pas la même pour tous les aliments : on parle de biodisponibilité qui s'applique au calcium, ainsi à

Ration calcique : méthodes d'évaluation

tous les autres éléments nutritifs. C'est pourquoi il faut tenir compte sur les différents facteurs pour évaluer la quantité de calcium effectivement absorbée par l'organisme, notamment :

- La quantité de calcium contenu dans l'aliment lui-même,
- Le coefficient d'absorption (%), c'est-à-dire la quantité de calcium absorbé par le tube digestif par rapport au calcium ingéré.

Cette notion est expliquée dans l'illustration suivante :

150 g d'épinards (une assiette) = 300 mg de calcium avec un coefficient d'absorption de 5 % = 15 mg de calcium effectivement absorbé.

250 ml de lait (un bol) = 300 mg de calcium avec un coefficient d'absorption de 32,4 % = 97 mg de calcium effectivement absorbé.

Résultat : on absorbe plus de calcium en buvant un bol de lait qu'en mangeant une assiette d'épinards, alors que les deux contiennent la même quantité de calcium ^[11].

I.2.2. Distribution :

Le calcium constitue l'électrolyte quantitativement le plus important de l'organisme, il représente 1,6 % de la masse corporelle, soit plus de 1 kg (25 mol) de calcium pour un homme de 70 kg. Environ 99 % du calcium soit 1kg se trouve dans les os, les cartilages, les dents et seulement 1 % dans les tissus mous et les liquides extracellulaires ^[12] (Figure 05).

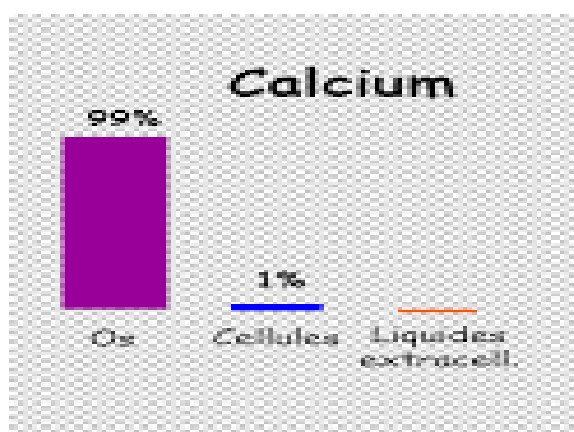


Figure 5 : Répartition du calcium dans l'organisme

➤ Compartiment osseux :

Le calcium est déposé dans la matrice osseuse lors du processus de minéralisation sous forme de cristaux d'hydroxyapatite (85%) $[Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2]$ qui confèrent à l'os ses propriétés de résistance mécanique. Cette masse cristalline représente une abondante réserve, lentement mobilisable, et sous forme de phosphate de calcium complexé (15%) qui constitue le « pool calcique rapidement échangeable ». Ce pool est capable de compenser rapidement une variation brutale du bilan calcique.

➤ Compartiment extracellulaire :

Le calcium extracellulaire représente 0.1% du calcium total de l'organisme. Il est pour 40% lié aux protéines plasmatiques, essentiellement à l'albumine. Les 60% restants correspondent à la fraction ultra-filtrable qui comprend principalement le Ca^{2+} (50% de la calcémie) et une faible partie sous forme complexée (10%).

➤ Compartiment intracellulaire :

Le calcium intracellulaire total représente environ 20mmoles, dont la majeure partie se trouve dans les organites intracellulaires [9].

I.2.3. Élimination rénale :

Environ 250mmoles de Ca^{2+} sont filtrés chaque jour, dont 97 à 99% sont réabsorbés dans les différents segments du tubule rénal (figure 06). L'excrétion urinaire du calcium varie avec la charge filtrée et dépend de la calcémie et du débit de filtration glomérulaire et de l'absorption intestinale.

Le seuil de l'excrétion rénale du Ca^{2+} correspond à 1.2mmol/l de calcémie ultra-filtrable. Pour des valeurs inférieures à ce seuil, la calciurie est nulle. Au-delà de cette valeur, l'excrétion du calcium augmente avec la charge filtrée, l'essentiel du calcium filtré étant réabsorbé. Lorsque la calcémie ultra-filtrable dépasse 1.8mmol/l, l'augmentation de la charge filtrée est excrétée à 50% et réabsorbée à 50% [9].

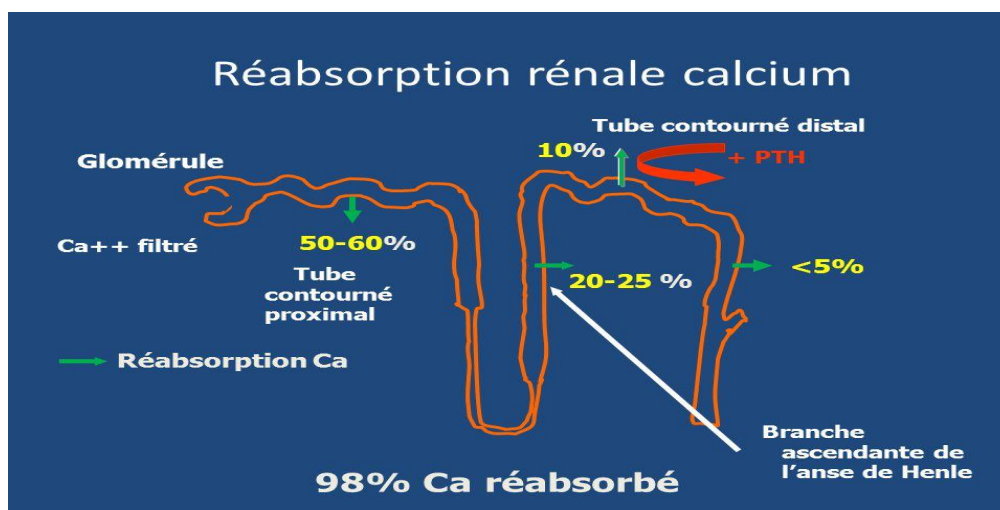


Figure 6 : Élimination rénale du calcium

Ainsi l'excrétion rénale du calcium est influencée par des facteurs nutritionnels : le phosphore, les bicarbonates, le potassium et l'état d'alcalose diminuent leur excrétion, alors, l'excès de protéines, sodium, sulfates ou chlorures et bien évidemment un état d'acidose l'augmentent.

I.2.4. Le rôle de l'os dans la régulation du calcium :

L'échange du calcium avec l'os consiste en une accrétion et une résorption, ces deux processus étant habituellement étroitement couplés. Pendant la croissance, il y a un gain net en minéral osseux. Chez l'adulte sain, accrétion et résorption sont en équilibre, l'échange de calcium étant très actif pendant la grossesse et la lactation. Avec l'âge ou en cas de carence en vitamine D, la balance se déplace vers une perte de minéral osseux, qui augmente gravement chez la femme ménopausée ^[9].

I.2.5. La parathormone :

L'hormone parathyroïdienne PTH est sécrétée par les parathyroïdes. Elle possède de nombreuses propriétés, mais la plus importante est probablement l'effet de défense contre l'hypocalcémie. Les cellules parathyroïdiennes sont sensibles à la diminution du calcium plasmatique, en réaction, libèrent de la PTH préformée dans la circulation sanguine. La PTH augmente la calcémie en quelques minutes par augmentation de l'absorption calcique rénale et intestinale et par mobilisation rapide du calcium et du phosphore provenant de l'os (résorption osseuse). L'excrétion rénale du calcium suit en général parallèlement l'excrétion du sodium et est influencée par plusieurs facteurs qui gèrent le transport du sodium dans le tube proximal. Cependant, la PTH augmente la réabsorption tubulaire distale du calcium indépendamment de celle du sodium.

Cette hormone réduit en outre la réabsorption rénale du phosphate et en augmente ainsi les pertes rénales de phosphate. Ces pertes empêchent que le seuil de solubilité du produit du calcium et du phosphate dans le plasma ne soit dépassé quand la calcémie augmente en réponse à la PTH.

La PTH augmente également la calcémie en stimulant la conversion de la vitamine D dans sa forme la plus active, le calcitriol. Cette forme de vitamine D augmente le pourcentage du calcium alimentaire absorbé au niveau intestinal. Malgré l'augmentation de l'absorption du calcium, des augmentations durables de la sécrétion de la PTH induisent généralement une résorption osseuse par inhibition de l'activité ostéoclastique. La PTH et la vitamine D sont toutes deux des régulateurs importants de la croissance et du remodelage osseux ^[13].

I.2.6. La calcitonine :

Elle est produite par les cellules parafolliculaires de la thyroïde (cellules C). La calcitonine tend à réduire la calcémie en augmentant la captation cellulaire, l'excrétion rénale

et la formation de l'os. Ses effets sur le métabolisme osseux sont plus faibles que ceux de la PTH ou de la vitamine D ^[13].

I.2.7. La vitamine D :

La vitamine D joue un rôle essentiel dans le métabolisme du calcium dans l'organisme. Elle régularise le taux sanguin de ce minéral en améliorant son absorption intestinale, tout en minimisant son élimination par l'urine. Elle participe aussi à la déposition et au retrait de calcium des os, selon les besoins de l'organisme.

« Calciférol », un des autres noms de la vitamine D, vient du latin et signifie d'ailleurs « qui porte le calcium » ^[14].

I.3. Rôles de calcium dans l'organisme :

I.3.1. Croissance osseuse :

L'os est un tissu conjonctif spécial constitué de plusieurs types cellulaires entourés d'une matrice de collagène, la substance ostéoïde dans laquelle se dépose des cristaux d'hydroxyapatite formés de calcium et de phosphate, $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$.

Les ostéoblastes sécrètent une matrice organique, l'ostéoïde, qui sera minéralisée par des cristaux d'hydroxyapatite.

Les ostéoclastes sécrètent des enzymes et du HCl qui permettent la résorption osseuse. (Figure 07).

Le calcium constitue la trame des os en étant mêlé au phosphore dans une trame de protéines. Il assure ainsi la rigidité et la solidité du squelette, la dureté des dents. C'est un élément essentiel tout au long de la vie : il est nécessaire à la construction d'os solides chez les enfants (diverses études ont mis en évidence une association positive entre gain osseux et apports calciques. Ces associations semblent s'observer plus volontiers avant la puberté ^[15]), il préserve la densité osseuse chez les adultes et il intervient dans la prévention de l'ostéoporose (pathologie caractérisée par une réduction de la densité des os, ce qui les fragilise et les rend plus sujets aux fractures) de l'âge mûr. C'est pourquoi les besoins en ce minéral sont élevés à tous les âges ^[8].

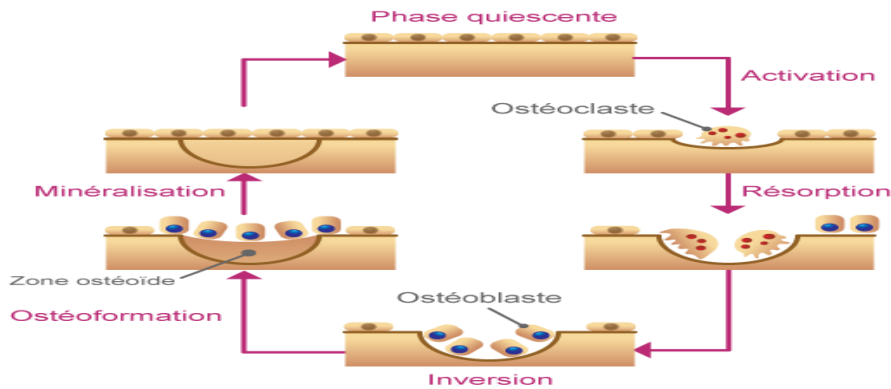


Figure 7 : Minéralisation et résorption osseuse

I.3.2. Excitabilité neuromusculaire :

Le calcium extracellulaire joue un rôle dans l'intégrité, la stabilité et la perméabilité des membranes cellulaires, réglant l'excitabilité neuromusculaire et la fonction cardiaque [12].

I.3.3. Processus enzymatiques :

➤ Enzymes cytoplasmiques :

Le calcium active diverses protéines kinases, dont la protéine kinase C, la calmoduline, la calpaïne qui hydrolyse de nombreuses protéines, la phospholipase A₂...

➤ Enzymes mitochondriales :

L'augmentation du calcium intra-mitochondrial active les déshydrogénases responsables de la transformation du pyruvate en acétate, de l'isocitrate en α -cétoglutarate et de l' α -cétoglutarate en succinyl-CoA. L'augmentation du calcium intra-mitochondrial active le cycle de Krebs avec formation de NADH et augmente la synthèse d'ATP.

Les médicaments qui augmentent la concentration de calcium intra-mitochondrial, en inhibant par exemple l'échangeur $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$ mitochondrial, auraient un effet bénéfique dans certaines cardiomyopathies.

➤ Enzymes nucléaires :

Les variations du calcium intranucléaire modulent l'activité de diverses enzymes comme les endonucléases.

Il intervient également par la calmoduline dans l'activation du cycle cellulaire [16].

I.3.4. Contraction musculaire :

L'augmentation de la concentration de calcium est à l'origine de la contraction musculaire et sa diminution de la relaxation. Cependant les transferts de calcium diffèrent

selon la nature des muscles : muscle strié cardiaque, muscle strié squelettique, muscle lisse vasculaire.

Dans la contraction du muscle strié cardiaque interviennent à la fois l'entrée du Ca^{2+} extracellulaire par des canaux de la membrane plasmique et sa libération par le réticulum sarcoplasmique. La variation de la concentration de Ca^{2+} myocardique durant la révolution cardiaque illustre la rapidité et l'importance des échanges : elle est environ 10 fois plus élevée pendant la systole que pendant la diastole.

L'inhibition de l'entrée de calcium par les anticalciques peut provoquer un effet inotrope négatif.

L'élévation de la concentration d'AMP cyclique intracellulaire, en favorisant la phosphorylation des canaux calciques voltage-dépendants, tend à augmenter l'entrée de calcium. L'AMP cyclique augmente de plus le repompage du calcium par le réticulum sarcoplasmique, ce qui diminue la durée de la contraction.

Dans la contraction des muscles striés squelettiques, c'est la libération de calcium intracellulaire et sa recapture par le réticulum sarcoplasmique qui jouent le rôle essentiel, ceci est une des explications de l'absence d'effet des inhibiteurs des canaux calciques sur les muscles striés squelettiques.

Le calcium augmente la force de contraction en levant l'effet inhibiteur de la troponine : en présence de calcium, la troponine change de conformation et libère l'actine, laquelle peut interagir avec la myosine phosphorylée (figure 08).

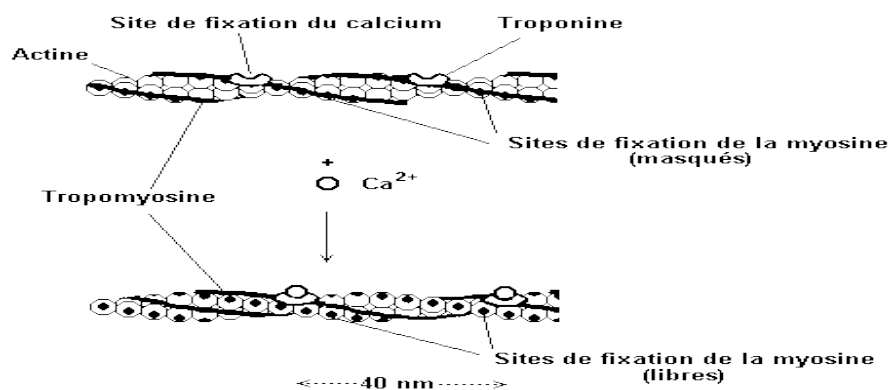


Figure 8 : Rôle de calcium dans la contraction du muscle strié squelettique

Dans la contraction des fibres des muscles lisses, la pénétration du calcium extracellulaire joue un rôle plus important que son relargage par le réticulum sarcoplasmique.

Leur contraction est, d'autre part, indépendante des canaux sodiques dont l'inhibition par la tétradotoxine est sans effet.

Au niveau des fibres lisses vasculaires, le calcium agit essentiellement par l'intermédiaire de la calmoduline. Le calcium se combine à la calmoduline et le complexe calcium-calmoduline active la MLCK (myosin light chain kinase) en formant avec elle un complexe ternaire. Ce complexe transforme la myosine en myosine phosphorylée qui se combine à l'actine, entraînant une contraction des fibres lisses (figure 09). Le complexe Ca^{2+} /calmoduline active diverses autres enzymes [16].

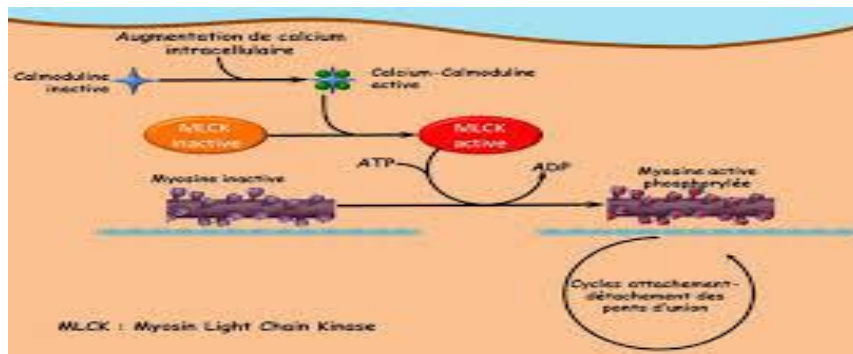


Figure 9 : Rôle de calcium dans la contraction du muscle lisse vasculaire

I.3.5. Action hormonale :

Le calcium est un messager intracellulaire de l'action hormonale. Il a aussi un rôle d'amplification intracellulaire. La source initiale de calcium serait constituée des réserves qui sont les organites intracellulaires [12].

Le mécanisme de sécrétion d'insuline par exemple lorsque la glycémie s'élève, fait schématiquement intervenir une augmentation de l'utilisation de glucose par la cellule β -pancréatique, une production accrue d'ATP et une diminution du rapport ADP/ATP conduisant à la fermeture de canaux K^+ ATP-dépendants. Cela entraîne une dépolarisation cellulaire qui permet l'ouverture de canaux Ca^{2+} dépendant du voltage. L'augmentation du calcium intracellulaire, de concert avec d'autres seconds messagers (AMPC), stimule la libération d'insuline [17] (figure 10).

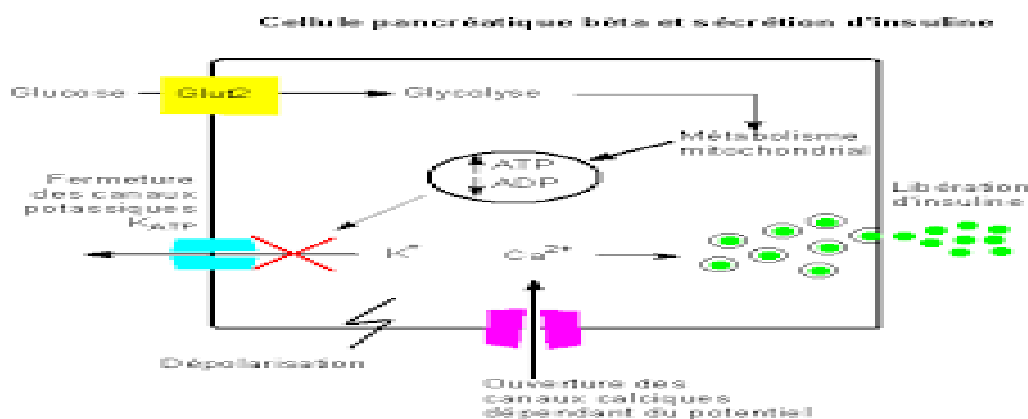


Figure 10 : Le mécanisme de sécrétion de l'insuline

I.3.6. Coagulation :

L'hémostase biologique, c'est-à-dire l'ensemble des processus permettant un arrêt du saignement, est extrêmement complexe. Elle met en jeu de multiples médiateurs cellulaires et humoraux, et de nombreux systèmes d'activation et d'inhibition simultanément. La coagulation est une étape fondamentale de l'hémostase permettant la formation d'un caillot de fibrine. Le rôle essentiel du calcium dans la coagulation a été mis en évidence à la fin du XIX^e siècle par M. Arthus.

Dès l'origine de la cascade de la coagulation, le calcium permet la liaison entre le facteur tissulaire et le facteur VIIa. C'est un cofacteur indispensable du complexe « tenase » lors de la phase d'amplification, et du complexe « prothrombinase » permettant la génération massive de thrombine. Enfin la présence de calcium est nécessaire pour l'activation du facteur XIII qui va stabiliser les polymères de fibrine. Le calcium a donc un rôle pléiotrope à toutes les étapes de la coagulation ^[18] (figure 11).

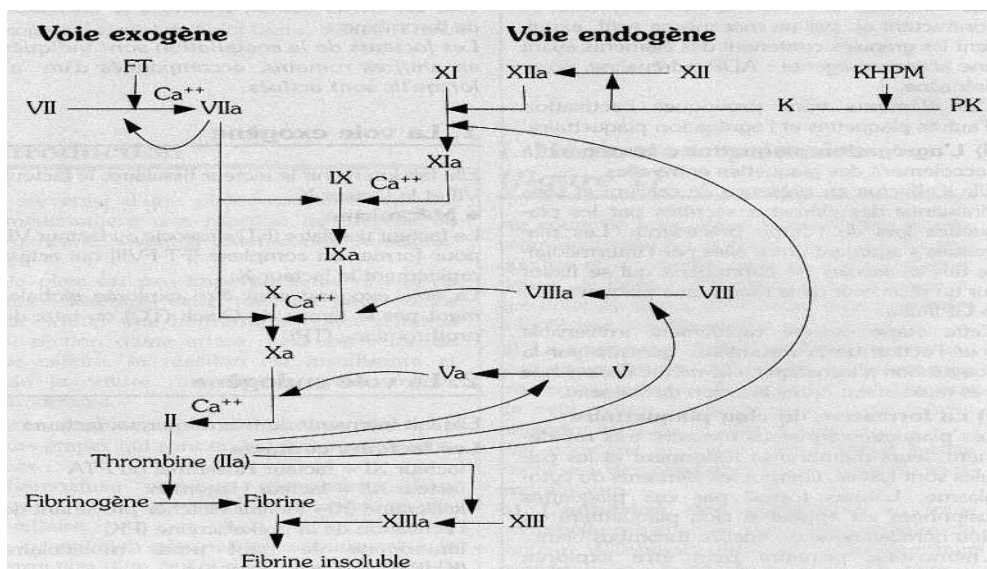


Figure 11 : Étapes de la coagulation

I.3.7. Prévention des pathologies :

Un apport adéquat en calcium réduit le risque d'apparition de plusieurs pathologies notamment l'ostéoporose, le rachitisme, l'hypertension artérielle, l'obésité, le cancer colorectal, et la prééclampsie.

➤ L'ostéoporose :

L'ostéoporose est une affection courante chez les femmes, qui passe souvent inaperçue à ses débuts mais peut devenir très invalidante en raison des fractures et des chutes qu'elle engendre. Deux points clés pour la prévenir : le calcium et l'exercice physique (figure 12).

Ration calcique : méthodes d'évaluation

La quasi-totalité du calcium de l'organisme est stockée dans les os. Ce composé est essentiel à la solidité de la charpente osseuse, donc il est important d'avoir des apports calciques satisfaisants qui sont faciles à respecter dès lors que l'on consomme suffisamment de lait ou de produits laitiers. Si le pic de masse osseuse n'a pu être atteint au début de la vie adulte faute de calcium en quantités optimales, l'os se fragilisera donc plus volontiers et l'ostéoporose aura davantage de chances d'apparaître. Un fait que bien des adolescentes, qui restreignent fortement leurs apports caloriques pour garder une jolie silhouette, devraient garder en mémoire. Les femmes enceintes ou allaitantes et les personnes âgées sont également concernées par ce problème nutritionnel car leurs apports en calcium sont souvent trop faibles [19].

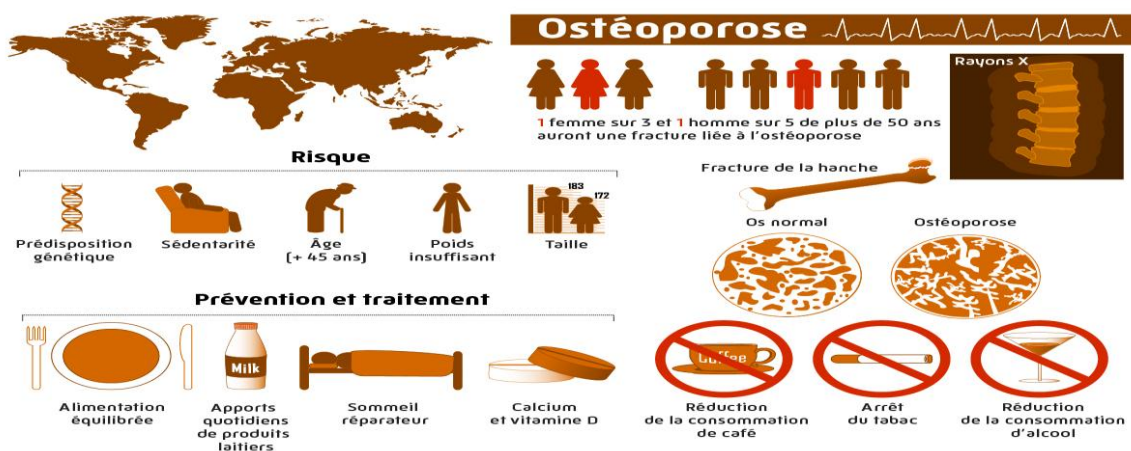


Figure 12 : Ostéoporose : risque, prévention et traitement

➤ Le rachitisme :

Le rachitisme est une maladie des os en croissance (figure 13) qui atteint les nourrissons, les enfants et les adolescents. Sa principale cause est une carence en vitamine D, carence qui réduit l'absorption du calcium. Des apports suffisants en calcium alimentaire et en vitamine D sont nécessaires pour prévenir cette maladie [20].



Figure 13 : Radiographie des pieds d'un enfant souffrant de rachitisme

➤ L'hypertension artérielle :

L'hypertension est un problème de santé publique majeur qui augmente le risque de maladies cardiaques et rénales. Plusieurs études ont montré une association inverse entre l'apport en calcium et la pression artérielle. Une augmentation de l'apport calcique réduit légèrement la pression artérielle systolique et diastolique chez les personnes normotendues, en particulier chez les jeunes, ce qui suggère un rôle dans la prévention de l'hypertension. Ces résultats doivent être interprétés avec prudence, étant donné que le mécanisme biologique proposé pour expliquer la relation entre le calcium et la pression artérielle n'a pas été pleinement confirmé ^[21].

➤ L'obésité :

Plusieurs études d'observation, menées sur de grandes cohortes de populations, trouvent un lien entre faible apport de calcium et indice de masse corporelle plus élevé. Par exemple, dans une cohorte québécoise, avoir un apport en calcium inférieur à 600 mg par jour, s'avère un important facteur de risque d'obésité. Les études d'intervention donnent quant à elles des résultats divergents. L'analyse de plusieurs essais conclut que la supplémentation en calcium a un effet favorable mais faible pour perdre du poids ou ne pas en prendre ^[22].

Le calcium alimentaire pourrait influencer la composition corporelle par divers mécanismes :

- L'absorption des acides gras : Le calcium alimentaire se fixe aux acides gras dans le tractus gastro-intestinal afin de former des savons insolubles. En se fixant aux sels biliaires, le calcium affaiblit également la formation de micelles. Par conséquent, l'excrétion du gras augmente et son absorption diminue.
- Le métabolisme lipidique des adipocytes : Un apport élevé en calcium supprime les niveaux d'hormones calciotropes (hormone parathyroïdienne et 1,25-dihydroxyvitamine D) et l'influx de calcium intracellulaire. Un taux réduit de calcium intracellulaire dans les adipocytes inhibe la lipogénèse et stimule la lipolyse, entraînant ainsi une réduction du stockage du gras.
- L'oxydation du gras : Le calcium alimentaire pourrait médier l'oxydation du gras dans l'organisme et promouvoir la dépense énergétique.
- Le métabolisme du gras postprandial : Dans une étude randomisée, il a été démontré qu'un apport élevé en calcium provenant de produits laitiers, et non pas de suppléments de calcium, diminuait la lipidémie postprandiale (c'est-à-dire les taux de lipides plasmatiques).

- Le contrôle de l'appétit : Des données suggèrent que l'apport en calcium et la consommation de produits laitiers pourraient favoriser une diminution de l'apport calorique et faciliter le contrôle de l'appétit ^[23].

➤ Prévention du cancer du côlon ou du cancer colorectal :

Plusieurs études d'observation constatent une diminution du risque de cancer colorectal chez les plus forts consommateurs de calcium ou de lait. En 2011, le Fonds mondial de recherche contre le cancer (WCRF) a conclu dans son rapport à une diminution probable du risque de cancer colorectal lié à la consommation de lait. Depuis, l'analyse de 19 études a trouvé un risque réduit de 17 % du cancer du côlon, chez les plus forts consommateurs de lait, comparés aux plus faibles consommateurs. L'effet protecteur du lait pourrait être lié à son apport de calcium, qui agirait par divers mécanismes, notamment en "piégeant" des composés carcinogènes (acides biliaires secondaires par exemple) dans le côlon. Une revue récente des essais d'intervention conclut que la supplémentation en calcium pourrait modestement contribuer à prévenir le cancer colorectal, mais qu'en l'état actuel des connaissances, il n'est pas justifié de préconiser une supplémentation en calcium pour prévenir ce cancer ^[22].

➤ Prévention de la prééclampsie au cours de la grossesse :

La prééclampsie est une maladie qui peut survenir au cours d'une grossesse, associant une hypertension artérielle, des œdèmes et une présence anormale de protéines dans les urines. De multiples travaux suggèrent un effet préventif d'une supplémentation en calcium au cours des grossesses, chez les femmes dont les apports sont faibles. Ainsi, l'analyse de 13 essais d'intervention conclut à une diminution du risque de 55 % avec un apport de calcium d'au moins 1000 mg par jour. Toutefois, la supplémentation n'est efficace que chez les femmes à risque de prééclampsie ou chez celles dont les apports en calcium sont bas. Plusieurs organisations professionnelles, Organisation mondiale de la Santé, Collège américain des obstétriciens et des gynécologues, Société internationale pour l'étude de l'hypertension artérielle pendant la grossesse, recommandent un supplément de 1 500 à 2 000 mg de calcium pendant la grossesse chez les femmes dont l'apport est inférieur à 600 mg par jour ^[22].

I.4. Sources alimentaires du calcium :

Le calcium est présent dans les tissus des végétaux et des animaux, il est principalement apporté par les aliments d'origine lactée ^[24].

I.4.1. Calcium d'origine végétale :

Il est très répandu dans les légumes verts (tels que le brocoli et la salade), les fruits et les graines oléagineuses.

- Les fruits renferment 40 à 200 mg pour 100 g, ce qui en fait une source intéressante de calcium.

Tableau 1 : La teneur en calcium des fruits et les graines oléagineux

Type de fruits	Taux de calcium en mg pour 100g	Fruits et graines oléagineux	Taux de calcium en mg pour 100g
Citron, zeste	171	Graines de sésame	962
Figue, séchée	167	Amandes avec peau	248
Jus d'orange enrichi en calcium	135	Céréales pour petit déjeuner en moyenne	201
Ananas en jus concentré	80	Noix du Brésil	150
Compote de pomme	74	Noisettes	135
Raisin pur jus	70	Pistache, grillée, salée	98.5
Fruits séchés en moyenne	66	Graine de tournesol	94.3
Pamplemousses en jus concentré	65	Tofu (réalisé à base de graines de soja)	80.2
Raisin sec	64	Noix de pécan	69.7
Pêche melba	62	Haricot blanc	68.3
Abricot sec	61.6	Noix, séchée, cerneaux	67.8
Orange en jus concentré	60.5	Farine de châtaigne	61.6
Cassis frais	60	Haricot rouge	46.3
Pomme en jus concentré	57	Pois chiche, cuit	41.2
Jus de fruit en moyenne	50	Petite pois, cuit	33
Pruneau	48	Lentille, égouttée	29
Datte séchée	45		
Mûre fraîche	41		
Fruit rouge, frais (fraise, framboise, groseilles, cassis)	27		

Une étude de nutrition a fourni la preuve que les fruits, qu'ils soient frais ou transformés, peuvent réduire la perte de calcium par voie urinaire et ainsi compenser l'élimination calcique

Ration calcique : méthodes d'évaluation

induite par un apport important en protéines d'origine animale. Ces chercheurs estiment qu'une prise de conscience des bénéfices des fruits et légumes pour la santé des os serait importante pour la santé publique, et que leur consommation régulière devrait être mieux prise en compte par le grand public ^[25].

- Les légumes et les céréales contribuent à la couverture des besoins calciques, avec une concentration moyenne de 50 mg /100 g.

Les légumes les plus intéressants sont les crucifères (toutes les variétés de choux) car leur calcium est particulièrement bien assimilé, dans des proportions qui vont de 40 à 60 %.

Comme il est cité dans l'absorption du calcium, l'acide oxalique et les acides phytiques des produits végétaux, du fait de leur capacité à fixer ce minéral (phénomène de complexation) sont à prendre en considération.

Les produits à base de céréales sont également source de calcium, avec notamment le blé et les produits dérivés comme le pain. Il est cependant essentiel de souligner qu'un aliment à base de céréales complètes reste une source en calcium plus importante qu'un aliment réalisé avec des produits raffinés (pain blanc, riz blanc...) ^[25].

Tableau 2 : La teneur en calcium des légumes et féculents

Légumes	Taux de calcium en mg pour 100g	Féculents	Taux de calcium en mg pour 100g
Épinard, cuit	141	Pain complet	150
Cresson, cru	130	Pain, baguette, aux céréales et graines artisanal	135
Mâche, crue	90.7	Biscotte multi céréale	39.5
Bette, cuite	66.8	Pain courant français, 400g	39.5
Scarole, crue	65 .5	Pâtes alimentaires au blé complet, crues	26.1
Chicorée, crue	64 .7	Riz complet, cuit	20
Pissenlit, cru	62.2	Riz blanc cuit	8.17
Chou vert, cuit	58.5		
Haricot vert, cuit	56.3		
Brocoli, cuit	55.8		
Radis noir, crue	54.8		
Chou rouge, cuit à l'eau	53.7		
Céleri branche, cru	53.3		
Salade verte, sans assaisonnement	48.7		
Cœur de palmier, égoutté	46.1		

Ration calcique : méthodes d'évaluation

Carotte, cuite	46
Tomate, concentré	45.6
Artichaut, cuit	43.1
Endive, cuite	42.2
Légume sec, cuit en moyenne	31.2

- Les algues « légumes de la mer » (Agar, alginate, spiruline, algue calcaire lithothamne...) ou les produits confectionnés à base d'algues.

Les algues constituent une des sources végétales de calcium les plus importantes avec des teneurs pouvant atteindre 7 % de la masse sèche chez les macro-algues. Encore plus intéressant, l'algue calcaire lithothamne contient de 25 à 34 % de calcium.

La consommation quotidienne devrait donc être encouragée surtout pendant la grossesse et l'allaitement, où les besoins minéraux et vitaminiques sont potentiellement plus élevés. Il est également intéressant de les proposer en complément alimentaire [25].

I.4.2. Calcium d'origine animale :

Ces aliments sont une source en calcium peu intéressante puisque l'excès de protéines conduit souvent à une augmentation de la perte urinaire en calcium, surtout pour les protéines riches en acides aminés soufrés. Cependant, il est important de souligner que les crustacés et les sardines sont une très bonne source en calcium, surtout si elles sont consommées avec leurs arêtes [25].

Tableau 3 : La teneur en calcium des protéines animales

Protéines animales	Taux de calcium en mg pour 100g
Sardine à l'huile d'olive, égouttée	798
Crevette, cuite	225
Coquille Saint-Jacques, noix et corail, crue	176
Sole cuite au four	155
Œuf à la coque	150
Lapin, viande cuite	124
Fruit de mer	122
Bœuf et mouton, cuite	35.9
Poulet	34.1
Poisson cuit en moyenne	27.7

I.4.3. Les boissons :

Ration calcique : méthodes d'évaluation

Les boissons tels que le thé ou le café noir peuvent contenir autant de calcium que le lait. Par contre leur teneur importante en tannins diminue fortement l'absorption calcique au niveau digestif, ce qui le rend moins biodisponible [25].

Tableau 4 : La teneur en calcium des boissons

Boissons	Taux de calcium en mg pour 100g
Chicorée, poudre soluble	109
Thé infusé, non sucré	104
Café noir, non sucré	99

I.4.4. Calcium d'origine hydrique :

L'eau est un bon vecteur de calcium. Le calcium des eaux minérales est aussi bien absorbé que celui du lait, et parfois même mieux.

Il existe en effet deux types d'eaux minérales :

- les eaux sulfatées calciques, qui apportent avec du calcium, des sulfates. Ce sont généralement des eaux plates.

- les eaux bicarbonatées calciques, souvent moins riches en calcium, mais qui apportent des bicarbonates. Il s'agit généralement d'eaux gazeuses.

Pour une teneur en calcium égale, il semble qu'on en retienne plus en buvant une eau bicarbonatée qu'en buvant une eau sulfatée. Ceci est lié aux effets respectifs des sulfates et des bicarbonates sur l'équilibre acide-base. Cependant, les eaux sulfatées renferment généralement plus de calcium que les eaux bicarbonatées et il est donc possible qu'au final les unes et les autres contribuent de la même manière aux apports en calcium [25].

I.4.5. Les condiments, aromates :

Ils sont très riches en calcium. Il ne faut donc pas hésiter à les utiliser en cuisine pour relever un plat [25].

Tableau 5 : La teneur en calcium des condiments et chocolats

Condiments, chocolats	Taux de calcium en mg pour 100g
Thym sec	1260
Cannelle	1073
Cumin, graine	931
Coriandre, graine	709
Epice en moyenne	521

Poivre noir, moulu	430
Herbes aromatiques fraîches en moyenne	176
Chocolat noir à 40 % de cacao minimum	130
Cacao, non sucré, poudre soluble	73
Chocolat noir à 70 % de cacao minimum	60
Échalote, crue	31
Oignon, cru	31

I.5. Le lait et les produits laitiers : sources majeures de calcium

I.5.1. Lait et produits laitiers :

En nutrition, l'appellation « produits laitiers » regroupe les laits, les fromages, les laits fermentés (dont font partie les yaourts) et les crèmes qui peuvent aussi être classées comme matières grasses ^[26].

Dans le guide du programme nutrition santé, le lait et les produits laitiers sont les aliments de référence pour la fourniture en calcium.

En effet la teneur en calcium du lait de vache pasteurisé ou UHT (pour ultra haute température) est d'environ 115 mg de calcium pour 100g.

Les fromages constituent une excellente source de calcium, les quantités varient entre les plus pauvres (fromages frais comme par exemple le fromage de chèvre qui contient 80,5 mg de calcium pour 100 g) et les plus riches (pâtes dures de type emmentals, parmesan, gruyère avec environ 1000 mg de calcium pour 100 g). Malheureusement, la forte concentration en calcium de certains fromages, ne doit pas faire ignorer la haute teneur en sel de ces produits, qui favorise la fuite de calcium urinaire et empêche sa fixation osseuse ^[25].

La teneur en calcium des laits fermentés et des yaourts est relativement constante quel que soit le type de produit : elle avoisine généralement les 120 mg/100 g. Elle est souvent plus importante dans les yaourts par rapport au lait, ceci grâce à l'augmentation de l'extrait sec. On parle alors de densité calcique plus élevée. L'avantage des laits fermentés est qu'ils peuvent être enrichis en calcium lors de la fabrication, par simple ajout de poudre de lait, elle-même d'une densité calcique très importante ^[26].

Tableau 6 : La teneur en calcium de lait et des produits laitiers

Lait et produits laitiers	Taux de Ca en mg pour 100g
Lait en poudre écrémé	1230

Ration calcique : méthodes d'évaluation

Parmesan	1200
Emmental	1040
Lait en poudre, demi-écrémé	1034
Gruyère	1020
Lait en poudre entier	965
Comté	909
Cantal, Salers ou Laguiole	758
Fromage à pâte molle et croûte lavée en moyenne	592
Fromage fondu en portion à 15 % MG	492
Fromage type camembert environ 10 % MG	269
Yaourt ou spécialité laitière nature ou aux fruits en moyenne	133
Fromage de chèvre affiné, au lait cru ou pasteurisé	122
Fromage blanc battu 0% MG nature	121
Lait écrémé, pasteurisé	121
Lait écrémé, UHT	113
Lait entier, UHT	112
Crème dessert en moyenne	109
Lait demi-écrémé, UHT 108	108
Fromage de chèvre frais, au lait pasteurisé ou cru	94
Crème de lait en moyenne	91.7
Lait de croissance infantile	74.7
Spécialité fromagère non affinée à 31 % de MG	50
Beurre doux	16.5

I.5.2. Particularité du calcium du lait :

Un litre de lait contient en moyenne l'équivalent de 1200 mg de calcium, à comparer à des ANC globalement compris entre 900 et 1200 mg par jour. Cette richesse minérale est donc particulièrement attrayante. Toutefois, elle n'est profitable que si le calcium est suffisamment absorbable, ce qui conditionne sa biodisponibilité et par conséquent, son efficacité biologique ^[26]. Cette absorbabilité est influencée par les constituants du lait :

➤ Influence du lactose :

Le lactose est certainement le constituant du lait qui a une action sur l'absorption du calcium « l'effet lactose ». Il est bien établi que le lactose, comme d'autres glucides lentement

absorbés, agit en prolongeant la présence du calcium dans le tube digestif. Le contact prolongé avec les villosités augmentant l'absorbabilité, on admet que le lactose agit comme promoteur de l'absorption.

➤ Influence favorable des protéines et des phosphopeptides :

Il existe un effet favorable des constituants azotés du lait sur l'absorption du calcium. C'est en particulier le cas des phosphopeptides issus de l'hydrolyse enzymatique des caséines. Ils ont la propriété bien démontrée de séquestrer le calcium, et donc de le protéger vis-à-vis des anions tels que les phosphates, susceptibles de le précipiter dans l'intestin

Les protéines du lactosérum comme l' α -lactalbumine et la β -lactoglobuline peuvent également lier le calcium, la première avec une force de liaison telle qu'elle s'apparenterait à une véritable protéine liante comme la calmoduline.

Par ailleurs, les protéines du lait - et notamment la caséine - stimulent la sécrétion d'IGF1, facteur indispensable à l'acquisition et au maintien d'un bilan osseux positif. En effet, l'IGF1 :

- active le transport des ostéoblastes activés ;
- stimule la production de calcitriol ;
- augmente la réabsorption tubulaire de phosphate.

Ainsi, les protéines du lait participent à l'anabolisme osseux via la production de ce facteur. De plus, elles inhibent la production de $\text{TNF}\alpha$, cytokine responsable de l'activation des ostéoclastes.

➤ Influence des lipides du lait : un effet controversé

Les lipides du lait et des produits laitiers sont parfois soupçonnés de diminuer l'absorption et donc la biodisponibilité du calcium, par la formation de savons insolubles. Si cette réaction chimique est possible, elle n'influence pratiquement pas l'absorption intestinale car ces savons formés sont dissociés dans l'estomac (à cause du pH acide) et ils ne peuvent se reconstituer que dans l'iléon, après le site principal d'absorption du calcium.

Ils sont donc formés à partir d'acides gras saturés libres et de calcium ayant échappé à l'absorption. Ceci est d'ailleurs plus un avantage qu'un inconvénient, car ce calcium non absorbé réduit l'absorption des acides gras et des sels biliaires libres dans le côlon.

➤ Influence du phosphore :

Le phosphore est abondant dans le lait. Il peut entraîner la formation de phosphate de calcium, a priori insoluble. Cependant chez le jeune en croissance, l'absorption simultanée de calcium

Ration calcique : méthodes d'évaluation

et de phosphore (contenus tous deux dans le lait), dans un rapport compris entre 1,5 et 2,0 est d'ailleurs indispensable à l'efficacité de la rétention osseuse du calcium.

De plus, les autres constituants du lait, et en particulier le lactose, peuvent contrecarrer l'effet chélateur du phosphore.

Le lait et les produits laitiers servent donc de référence pour l'absorption et pour la biodisponibilité du calcium qui varie entre 30 et 40% dans des conditions normales d'apports (non excessifs par rapport aux besoins) ^[26].

II. Ration calcique :

II.1. La ration alimentaire :

II.1.1. Définition :

La ration alimentaire désigne la quantité minimale et le type d'aliments qu'un individu doit consommer chaque jour pour subvenir aux besoins de son organisme (figure 14) [27]. C'est-à-dire elle doit être quantitativement suffisante pour répondre aux dépenses énergétiques quotidiennes du sujet et qualitativement équilibrée afin d'assurer des apports optimaux en acides aminés, en acides gras essentiels, en sels minéraux et en vitamines [28].

Elle correspond à l'ensemble des repas et collations d'une journée, fragmentés en différentes prises alimentaires.

Le calcul de la ration alimentaire se base sur les dépenses énergétiques et est exprimé en kilojoules ou en kilocalories (1 kcal équivaut à 4.18 kJ).

Cette ration varie selon l'âge, la taille, le poids et l'activité physique de chaque personne. On estime environ à 1600 kcal la ration d'un enfant, à 2800 kcal celle d'un homme de 70 kg et de 2200 kcal celle d'une femme de 55 kg [27].



Figure 14 : La ration alimentaire

II.1.2. Rôle de la ration alimentaire équilibrée :

La ration alimentaire a un rôle :

- De compenser les dépenses énergétiques de l'organisme (aspect quantitatif).
- D'apporter les différents constituants chimiques dont l'organisme a besoin (aspect qualitatif).

Pour cela les nutritionnistes préconisent une répartition précise de l'apport énergétique provenant des glucides, protides et lipides et un apport judicieux, d'acides aminés, d'acides gras essentiels, de vitamines, d'eau, d'ions minéraux et d'oligo-éléments [29].

II.1.3. Régulation de la ration alimentaire et le comportement alimentaire :

Le Comportement alimentaire d'un individu donné est déterminé par un système biopsychologique extrêmement complexe intégrant des informations multiples issues aussi bien de l'intérieur de l'organisme que de son environnement.

Le contrôle métabolique du comportement alimentaire est assuré par des informations postprandiales précoces passant par des signaux métaboliques, hormonaux et nerveux, et également, à plus long terme par l'état des réserves énergétiques et de la masse grasse.

L'intégration de ces divers messages s'effectue principalement au niveau de l'hypothalamus qui est de petite taille (quelques centimètres cubes) et constitué de nombreuses paires de noyaux formés de cellules nerveuses, situées sous le thalamus et au-dessus de l'hypophyse. L'hypothalamus est impliqué dans la régulation de grandes fonctions comme la faim, la soif, le sommeil ou la température corporelle.

Un contrôle d'origine psychosociale influence également beaucoup les sensations de faim, d'appétit et de satiété (humeur, facteurs de personnalité, conditionnements variés). Le comportement alimentaire a pour principale fonction de réguler les apports caloriques, mais particulièrement chez l'homme, on ne peut pas négliger les composantes neuropsychologiques (plaisir) et sociales de l'alimentation.

Il faut noter qu'un même environnement nutritionnel n'aura pas les mêmes conséquences sur chaque individu à la fois dans son comportement alimentaire et dans l'utilisation métabolique des aliments, c'est le cas de l'obésité où des facteurs génétiques interviennent.

Habituellement chez un individu normal et en bonne santé les prises alimentaires sont au nombre de trois plus une collation l'après-midi (gouter vers 16 h : pain, chocolat, confiture chez les méditerranéens, thé, biscuits chez les anglo-saxons). Les trois repas principaux sont le petit déjeuner, le déjeuner et le dîner (figure 15) [29].



Figure 15 : L'apport énergétique conseillé pour chacun des repas

II.2. Les besoins nutritionnels :

II.2.1. Besoins calciques :

Le besoin nutritionnel correspond à la quantité de nutriments qu'il faut absorber pour couvrir les besoins nets d'une personne en bonne santé : entretien, fonctionnement métabolique et physiologique ^[30].

II.2.2. Besoins nets :

Ces besoins se répartissent en besoins d'entretien, de croissance, de gestation et de lactation

A. Besoins d'entretien : Le besoin net d'entretien correspond aux pertes minimales inévitables par les voies urinaire, fécale et sudorale. Ainsi, chez l'homme adulte, le besoin minimum d'entretien est estimé à 260 mg de calcium par jour (RICHARD et VALET, 1994 ;

B. Besoins de croissance : Ils sont fondamentaux pour la constitution du capital osseux, le calcium retenu dans le squelette est variable au moment du pic pubertaire ; Les valeurs se situent entre 90 et 250 mg/j.

C. Besoins de gestation : Ils augmentent durant toute la grossesse, en particulier, le dernier trimestre où le squelette fœtal retient en moyenne 220 mg/j.

D. Besoins de lactation : Le besoin moyen et quotidien de lactation est de 250 mg de calcium pendant l'allaitement, et 200 mg après allaitement.

II.2.3. Besoins nutritionnels moyens :

Les besoins nutritionnels moyens (BNM) correspondent à la moyenne des besoins individuels (MARTIN, 2001). Pour les adultes, les BNM ont été fixés à 690 mg de calcium par jour estimés suffisant pour 50% de la population (GUEGUEN, 2001).

Les besoins calciques de l'organisme se réduisent aux besoins de l'os (FAO/OMS, 1962). Ils doivent permettre d'assurer la minéralisation maximale de l'os avant l'âge adulte, et ensuite de maintenir le plus longtemps possible le capital osseux GUEGUEN, 2000).

II.3. Les apports journaliers recommandés (AJR) :

Les AJR sont des valeurs journalières qui informent sur les recommandations en vitamines et minéraux. Cependant, les AJR ne tiennent pas compte de l'âge, du sexe et du niveau d'activité physique. Pour cela, mieux vaut se référer aux ANC (Apports Nutritionnels Conseillés) ^[31].

II.4. Apports nutritionnels conseillés en calcium :

Les apports nutritionnels conseillés (ANC) correspondent au BNM auquel sont ajoutés deux écarts types (MARTIN, 2001). Permettant de couvrir les besoins de la plus grande partie

de la population, soit 97,5% des individus (MARTIN, 2001 ; GUEGUEN, 2006) et assurer par catégorie d'âge, le maintien d'un bon état nutritionnel (LANOU et coll., 2005).

En adoptant un coefficient de variation de l'ordre de 15% pour le calcium, ça devient $ANC = BNM + 0,3 BNM$ (GUEGUEN, 2006). Ainsi, les ANC varient, selon l'âge et l'état physiologique, de 800 à 1 200 mg de calcium par jour. Ceux pour les adultes de plus de 18 ans sont fixés à 900 mg de calcium par jour (MARTIN, 2001 ; GUEGUEN, 2006 ; NORDIN et MORRIS, 2011).

II.5. Variations physiologiques des ANC en calcium :

Les ANC en calcium varient en fonction de l'âge, du sexe ou encore chez une femme enceinte ou allaitante :

- Le fœtus et le nouveau-né : Le placenta fournit le calcium au fœtus par transport actif, contre un gradient maternel. Ainsi, le prématuré est à risque pour des atteintes osseuses dues à une carence calcique, sauf si supplémentation est assurée.

Ainsi l'apport recommandé en calcium à partir du lait maternel est de 300 mg/jour, et de 400 mg/jour à partir du lait de vache.

- L'enfant : Les recommandations peuvent atteindre 600 mg/jour, avec une augmentation graduelle, pour le grand enfant.
- L'adolescent : L'objectif d'absorber 440 mg au moins de calcium quotidiennement nécessite un apport de 1040 mg/jour. La relation entre l'apport et absorption décrit une pente pour les bas apports et change pour devenir plate pour les apports élevés, exigeant plus d'apport en calcium pour obtenir le même incrément du calcium absorbé (figure 16). Les recommandations sont donc de 1300mg minimum par jour.

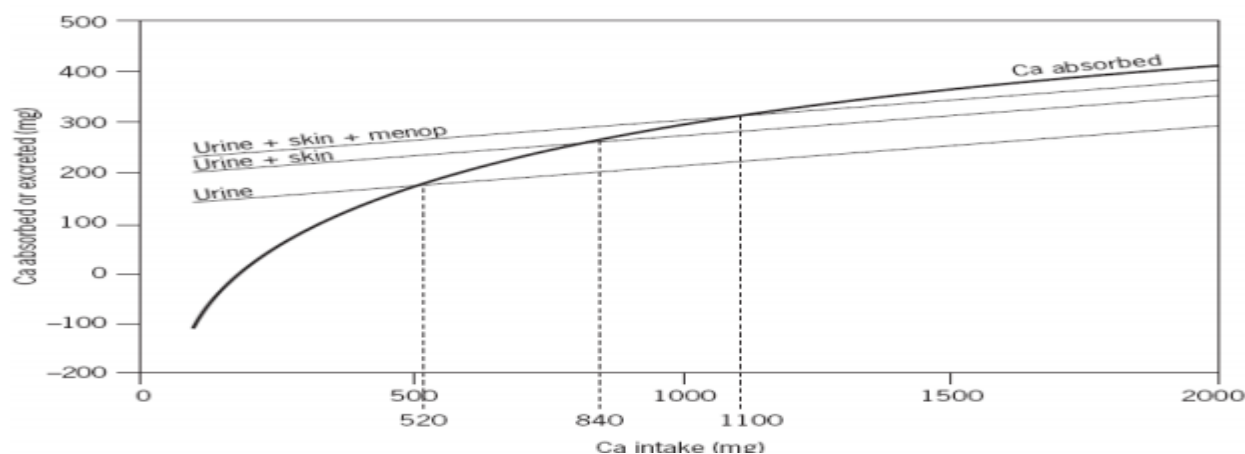


Figure 16 : La relation entre l'apport en calcium et celui absorbé ou excrété

Ration calcique : méthodes d'évaluation

- La grossesse : Pour obtenir un taux de calcium absorbé de 420 mg, un apport de 940 mg /jour doit être fourni (l'absorption du calcium augmente pendant la grossesse en raison de l'élévation des taux sériques du calcitriol). Les recommandations chez la femme enceinte sont donc de 1200 mg/jour.
- L'allaitement : Les pertes du calcium par le lait maternel sont de l'ordre de 280 mg/jour. Ainsi, 440 mg de calcium doit être absorbé quotidiennement, ce taux peut provenir d'un apport de 1040 mg/jour. Les recommandations peuvent donc atteindre 1300 mg/jour.
- La ménopause : Les pertes insensibles du calcium pendant la post ménopause sont de 30 mg/jour. L'absorption du calcium est moins importante que chez l'adulte jeune, ce qui fait augmenter les recommandations de 1000 mg/jour chez l'adulte jeune à 1300 mg/jour chez la femme ménopausée.
- Le sujet âgé : L'absorption du calcium est également diminuée chez l'homme âgé. Les recommandations en calcium chez l'homme de plus de 65 ans sont de 1300 mg/jour [9].

Tableau 7 : ANC en calcium (mg/j) selon les pays, publié par GRIO (2008)

Pays	Adulte	Adolescent	Sénior
Etats-Unis	1000	1300	1200
Allemagne, Autriche, Suisse	1000	1150	1000
Pays-Bas	1000	1150	1500
France	900	1200	1200
Belgique	900	1100	1200
Italie	900	1200	1350
Pays Scandinaves	800	900	800
Chine	800	1000	1000
Irlande	800	1200	800
Australie	800	1150	1000
Canada	750	1000	800
Royaume-Unis	700	900	700
Japon	650	900	600

II.6. Régimes d'éviction « végétarien et végétalien » et ANC :

On invite à la plus grande prudence vis-à-vis de l'adoption d'un régime végétarien ou végétalien. En effet, pour ce qui est de l'équilibre nutritionnel, les végétariens (et encore plus les végétaliens) sont souvent carencés en calcium, vitamine D, vitamine B12, protéines et oméga 3. Or, ces éléments sont essentiels au maintien de la densité minérale osseuse (DMO). Du fait d'un apport en calcium insuffisant, les végétariens auraient d'ailleurs une DMO plus faible de 4% et les végétaliens de 6%, au niveau du col du fémur et du rachis lombaire par rapport aux non végétariens ^{[26], [33]}.

L'impact de ces deux régimes sur les apports calciques reste toutefois très différent et il dépend fortement du moment auquel ils sont initiés.

Le régime végétarien se caractérise par le refus de consommer de la chair animale. Mais dans le cas le plus commun, la consommation d'œuf, de lait et de produits laitiers est maintenue (on parle d'ovo-lacto-végétariens). De fait, les ANC en calcium sont facilement maintenus et un apport de 3 à 4 produits laitiers par jour est recommandé pour couvrir les besoins non seulement en calcium mais aussi en protéines, en zinc et en vitamine B12, importante pour la formation osseuse ^{[26], [33]}.

À titre indicatif, il faut être vigilant au fait que des apports importants en vitamine B9 (situation fréquente chez les végétariens puisque les végétaux en contiennent) peuvent masquer une déficience en vitamine B12. Aussi, le taux de vitamine B12 doit être surveillé régulièrement et une supplémentation peut être conseillée si nécessaire.

Ainsi, le régime végétarien n'empêche pas d'atteindre les ANC en calcium à condition d'un peu de vigilance et d'une consommation quotidienne de produits laitiers.

À l'inverse, l'apport en calcium des végétaliens est une réelle source de préoccupation. Ce régime est caractérisé par un rejet de tout produit animal ou issu de l'exploitation animale. Au-delà de toutes les autres carences auxquelles il expose, il n'offre pas de source alimentaire de calcium permettant de couvrir les besoins quotidiens. De plus en plus d'études tendent à montrer le caractère à risque de ce régime.

Au comptoir, le questionnement ouvert est conseillé afin de déceler des éventuelles carences et d'initier des conseils nutritionnels adaptés. Concernant les apports calciques du végétariens, les conseils à donner sont les mêmes que pour la population générale. En revanche, pour les végétaliens, il faut composer différemment :

- Mettre l'accent sur toutes les autres sources de calcium : eaux minérales calciques en premier lieu car elles ne déséquilibrent pas le régime.

- Conseiller les boissons végétales enrichies en calcium (et plus ou moins en vitamine D) : jus d'amande, de riz, ou d'orange.
- Proposer systématiquement une évaluation des apports calciques via le questionnaire du GRIO, en ligne ou distribué par le pharmacien lui-même.
- Le cas échéant, inciter à une consultation médicale pour bénéficier d'un réel entretien nutritionnel et ainsi, discuter de l'intérêt d'une supplémentation médicamenteuse.
- Enfin, mettre en garde sur la dangerosité d'un tel régime chez l'enfant et l'adolescent.

On ne s'étendra pas sur ce dernier point. Cependant il est impératif que le pharmacien, en tant qu'acteur de santé, transmette le message qu'un régime végétalien chez l'enfant n'est pas souhaitable, voir même dommageable. Les publications scientifiques concernant les apports en calcium chez ces enfants et adolescents sont rares, mais globalement, elles relatent des apports calciques bien inférieurs aux apports recommandés : de l'ordre de 500 à 550 mg/jour avec pour probable conséquence une mauvaise densité osseuse et une forte augmentation ultérieure du risque fracturaire et d'ostéoporose^[26].

II.7. Effets d'une surconsommation :

L'hypercalcémie est l'élévation du calcium sanguin au-dessus des seuils. C'est un trouble potentiellement mortel, où certaines maladies et la consommation de calcium excessive sont les causes les plus connues.

Des apports très élevés de calcium (jusqu'à 2 g/jour) ne semblent pas exercer d'effet défavorable chez un sujet sain. Cependant, de tels apports prolongés peuvent conduire, chez des sujets sensibles, à une hypercalciurie et donc à une lithiase urinaire et à une néphrocalcinose, ce risque étant aggravé en cas d'hypervitaminose D. Un excès de calcium alimentaire peut aussi inhiber l'absorption intestinale d'autres éléments comme le magnésium, le zinc et surtout le fer. Il semble donc prudent de maintenir la limite de sécurité et de ne pas surcharger le système rénal.

Les principaux signes d'excès calcique et indicateur du statut nutritionnel peuvent être des :

- A. Signes généraux : asthénie, diminution de la force musculaire, déshydratation, polydipsie.
- B. Signes gastro-intestinaux : anorexie, nausées, vomissement, constipation et des douleurs abdominales.
- C. Signes neuropsychiatrique : irritabilité, dépression, confusion mentale, somnolence, coma sans signe de localisation.

Ration calcique : méthodes d'évaluation

D. Signes cardiovasculaires : raccourcissement de l'espace QT sur l'électrocardiogramme et le risque d'arrêt cardiaque, hypertension artérielle (HTA).

E. Signes rénaux : polyurie, insuffisance rénale ^[24].

Il faut donc retenir que ce n'est pas parce que le calcium est bon pour les os, que l'on peut en consommer à volonté.

III. Méthodes d'évaluation :

III.1. Enquêtes alimentaires :

III.1.1. Définition :

Les enquêtes alimentaires sont des méthodes développées pour évaluer les apports alimentaires d'un individu, ou d'un groupe d'individus. L'évaluation des apports alimentaires est utilisée en épidémiologie et en pratique clinique, avec des objectifs un peu différents.

L'objectif principal de l'épidémiologie nutritionnelle est de mettre en relation les modes de consommations alimentaires et le risque de développer certaines pathologies. Les enquêtes permettent ainsi de cerner des nutriments, des aliments ou des profils de consommation plus ou moins bénéfiques ou néfastes à la santé. L'élaboration des apports nutritionnels conseillés pour la population, des doses toxiques maximales tolérables ou encore des guides de recommandations pour l'alimentation repose aussi sur les données des enquêtes alimentaires réalisées à grande échelle.

En clinique, l'évaluation des apports alimentaires fait, entre autre, partie de la prise en charge des maladies « liées à la nutrition » mises en évidence par l'épidémiologie nutritionnelle ^[34].

III.1.2. Types d'enquêtes alimentaires :

Parmi les méthodes d'enquête alimentaire, certaines recueillent les consommations sur des jours définis alors que d'autres s'attachent à recueillir des informations sur les consommations habituelles du sujet.

III.1.2.1. Recueil des apports sur des jours définis :

Enregistrements alimentaires :

L'enregistrement alimentaire a longtemps été considéré comme la méthode de référence parce qu'il permet d'apporter des informations précises sur les apports alimentaires. Dans ce type d'enquête, on demande au participant de noter sur un carnet le détail de ses consommations d'aliments et de boissons pendant une période déterminée. Historiquement, l'enregistrement alimentaire était préconisé sur une période de 7 jours, de manière à couvrir les variations d'apports observées au cours d'une semaine. En pratique, il est fréquemment réalisé sur une période de 3 ou 4 jours pour éviter une perte de compliance des sujets liée à un enregistrement trop long. Pour faciliter l'organisation de l'enquête, le recueil se fait en général

sur des jours consécutifs comprenant au moins un jour de weekend, mais certains protocoles imposent parfois qu'il soit réalisé sur des jours non consécutifs pour éviter une trop grande corrélation des données.

La méthode d'enregistrement nécessite de savoir lire et écrire et sa lourdeur risque de sélectionner la population la plus motivée.

La quantification en unités ménagères (cuillère, bol, verre...) préalablement calibrées par l'enquêteur, ou la présentation au répondant de modèles de photographies sont d'autres moyens couramment employés pour estimer les quantités consommées. Afin d'obtenir une bonne qualité de données à partir de ce type de recueil, il est nécessaire de former les participants pour la description précise des aliments (noms, préparations, ajout de condiments, prise en compte des snacks, etc.) et l'estimation des quantités. Théoriquement, l'enregistrement est fait en temps réel au moment de la prise alimentaire, mais des dictaphones peuvent être utilisés pour faciliter le recueil, en particulier chez les sujets peu lettrés. Chez les enfants, l'enregistrement peut éventuellement être réalisé par une tierce personne. À la fin de l'enregistrement, un enquêteur entraîné revoit avec le répondant l'ensemble des données afin de les clarifier et de rechercher d'éventuels oublis.

Rappel des 24 heures :

Le rappel des 24 heures est réalisé au cours d'un entretien pendant lequel on demande au sujet de se remémorer et de décrire tous les aliments et boissons consommés pendant les 24 h précédentes. L'entretien peut se faire en face-à-face ou par téléphone, avec des résultats comparables.

Par son interrogatoire, l'enquêteur a pour rôle d'aider le répondant à rapporter ses consommations, tout en évitant de l'influencer dans ses réponses. Sa formation et sa compétence sont donc primordiales. Le rappel, généralement fait selon l'ordre chronologique des prises alimentaires de la veille, est affecté par les défauts de mémorisation du répondant. Une technique a été développée aux États-Unis pour améliorer la qualité du rappel et limiter la sous-déclaration des répondants.

Dans cette technique, l'interrogatoire est guidé par une série de questions qui portent spécifiquement sur certains points source d'erreurs ou d'oublis. Ce rappel est dit « à passages multiples », parce qu'il est réalisé en 5 étapes successives :

- 1- « la liste rapide », étape dans laquelle il est demandé au répondant de se souvenir des aliments et boissons consommés la veille de l'entretien, en utilisant sa propre méthode de rappel ;
- 2- « la liste des oublis » au cours de laquelle l'enquêteur interroge le répondant sur les consommations connues pour être fréquemment oubliées (sucreries, snacks, boissons alcoolisées ou non...);
- 3- « les horaires et occasions » des différentes consommations sont ensuite renseignés ;
- 4- « le passage détaillé » a pour but de faire préciser au répondant, à l'aide de questions et d'outils standardisés, chacune de ses consommations et d'en évaluer les quantités. Les lieux de consommation et la durée séparant les prises alimentaires sont également indiqués ;
- 5- la dernière étape consiste à passer en revue l'ensemble des réponses qui peuvent être complétées si besoin.

III.1.2.2. Recueil des apports habituels :

Histoire alimentaire :

Contrairement aux méthodes précédentes qui évaluent les apports alimentaires sur une période précise, l'histoire alimentaire cherche à évaluer les habitudes alimentaires typiques du sujet. La méthode, initialement décrite dans les années 40, comprenait plusieurs étapes dont un enregistrement alimentaire de 3 jours destiné à vérifier les données recueillies lors de l'entretien. En pratique, l'enregistrement alimentaire n'est que très rarement réalisé.

Pendant l'entretien, l'enquêteur interroge dans détail le répondant sur la répartition habituelle de son alimentation afin d'apprécier son profil alimentaire. Cependant, les apports alimentaires se varient dans le temps, c'est pourquoi il est difficile de définir un profil alimentaire typique sans définir une période de temps à laquelle il se rapporte. Ainsi, en fonction des objectifs de l'enquête et de la typologie du répondant, l'interrogatoire pourra porter sur une période variable correspondant, par exemple, à une semaine typique, une quinzaine typique, une saison typique voire à une période précise de la vie. Pour faciliter le rappel, l'histoire alimentaire est souvent retracée en fonction des repas. Mais l'approche basée sur les repas n'est pas la mieux appropriée chez les sujets, de plus en plus nombreux, pour qui les prises alimentaires ne sont plus rythmées par les repas classiques. Elle risque dans ce cas d'entraîner une sous-estimation des apports et une mauvaise évaluation du profil alimentaire

en écartant du recueil les consommations interprandiales. Un rappel des 24 heures bien conduit peut-être utile pour débiter l'entretien. Les consommations de la veille pourront ainsi servir de base à l'étude des variations habituelles de consommations (catégories d'aliments, composition des repas et répartition des prises alimentaires). Concernant l'évaluation des quantités, une auto-appréciation qualitative est souvent suffisante (apports élevés, moyens, faibles), mais des informations plus précises peuvent être obtenues à l'aide d'outils spécifiques (modèles, photographies, unités ménagères). Une histoire alimentaire demande en général au moins 1 heure d'entretien, et nécessite, comme pour le rappel des 24 h, un enquêteur particulièrement entraîné à orienter le répondant par des questions précises, mais toujours neutres. Il n'en reste pas moins que, comme pour le rappel des 24 h mais de manière plus marquée avec l'histoire alimentaire, les données obtenues avec ce type d'enquête sont très liées au répondant et aux compétences de l'enquêteur. La comparaison des résultats entre individus peut être plus délicate qu'avec d'autres méthodes.

Questionnaires de fréquence de consommation :

Les questionnaires de fréquence sont utilisés pour évaluer la consommation habituelle de certains aliments. Il s'agit de la méthode d'enquête alimentaire la plus simple d'utilisation, mais aussi probablement celle qui demande le plus gros travail de préparation en amont.

Un questionnaire de fréquence est constitué d'une liste d'aliments auxquels sont associées des catégories de fréquence de consommation (en nombre de fois par jours, par semaine, par mois, etc.). Il est demandé au répondant de cocher, pour chaque aliment de la liste, la fréquence qui s'approche le plus de sa consommation habituelle.

Le choix ou la création d'un questionnaire de fréquence dépend avant tout de la population ciblée et de l'objectif de l'enquête qui peut être d'évaluer la consommation d'aliments, de catégories d'aliments ou de nutriments.

Lorsque le temps et les moyens sont limités, il est possible d'adapter un questionnaire déjà existant, après s'être assuré de la pertinence de son utilisation. Pour cela, il est important de savoir si le questionnaire original a été validé, pour quel objectif, pour quelle population et à quelle époque il a été créé.

Lorsque le temps et les moyens le permettent, la création d'un questionnaire spécifique aux besoins de l'enquête est préférable, mais demande une méthodologie rigoureuse.

La variabilité des choix alimentaires d'un groupe d'individus (aliments, marques, modes de préparation, etc..) est très vaste et ne peut pas être représentée de manière exhaustive dans un questionnaire de fréquence. Le choix des items alimentaires à inclure dans la liste est ainsi crucial pour le succès du questionnaire.

En règle générale, pour qu'un item alimentaire soit informatif au sein d'un questionnaire de fréquence, il doit répondre à 3 critères :

- 1- Être consommé assez fréquemment par un nombre non négligeable de sujets.
- 2- Contenir en quantité suffisante le nutriment/l'aliment dont l'apport est étudié.
- 3- Mais aussi être consommé en quantité (fréquence) variable selon les individus pour que le questionnaire soit discriminant.

La connaissance préalable des habitudes alimentaires de la population étudiée, soit par la réalisation d'une autre enquête alimentaire, soit par l'exploitation de données existantes récentes est donc indispensable pour choisir avec pertinence les items à inclure dans la liste. La sélection se fait à partir de ces données grâce à des méthodes statistiques de régression pour retenir les aliments qui contribuent le plus aux apports du nutriment étudié et qui permettent de classer les individus en fonction de leur consommation.

Le nombre d'items à retenir est un autre point méthodologique à ne pas négliger. La liste d'aliments peut varier de quelques items à quelques centaines d'items. La tentation serait de construire le questionnaire le plus précis possible pour obtenir un grand nombre d'informations. Or, la coopération du répondant et la précision de ses réponses diminuent avec la longueur du questionnaire. De plus, il a été montré que le gain de précision obtenu par l'accroissement du nombre d'items décroît rapidement avec l'allongement du questionnaire. La longueur de la liste est en fait déterminée par l'objectif du questionnaire.

En général, plus l'objectif est spécifique, plus le questionnaire a tendance à être concis.

Un questionnaire dont le but est d'évaluer de manière absolue le niveau d'apport d'un nutriment donné sera plus long qu'un questionnaire utilisé pour simplement dépister les « grands » ou « petits » mangeurs au sein d'une population. Lorsque l'on cherche à estimer quantitativement les apports, il faut savoir que la longueur de la liste peut influencer les résultats : les listes longues ont tendance à surestimer alors que les listes courtes ont tendance à sous-estimer les apports.

Une fois la liste établie, la dernière étape de la création du questionnaire est d'obtenir une mesure de la fréquence de consommation qui peut être complétée d'une information sur la taille des portions (questionnaires semi-quantitatifs). Là encore, le nombre de propositions dépend de l'objectif de l'enquête et de la population étudiée, mais les catégories de fréquence devraient toujours être continues, sans « trous », afin que chaque répondant puisse trouver la catégorie qui correspond le mieux à sa consommation habituelle [34].

III.2. Les questionnaires d'évaluation des apports calciques :

III.2.1. L'auto-questionnaire de Fardellone :

Ce questionnaire publié en 1991, est un auto-questionnaire remis aux patients qui doivent le remplir seul pendant une consultation ou durant une hospitalisation. Il est très détaillé et donne une estimation relativement précise de la consommation quotidienne de calcium en milligramme.

Il a été validé dans une étude incluant 79 patients sains, d'âge moyen 34,4 ans \pm 10,4 ans, les âges extrêmes allant de 17 à 62 ans. Les patients devaient dans un premier temps remplir l'auto-questionnaire, puis pendant une semaine, remplir un semainier. L'étude de ce semainier a permis d'avoir une consommation quotidienne moyenne qui a pu être comparée statistiquement avec les résultats de l'auto-questionnaire.

Bien que très complet, ce questionnaire présente quelques inconvénients : il est chronophage et ne peut être rempli que par des patients ayant toutes leurs facultés intellectuelles. Les patients illettrés, déments ou avec une mauvaise acuité visuelle ne pourront pas renseigner ce questionnaire. Il n'a d'ailleurs pas été validé chez des patients âgés.

Il est composé de vingt items (voir annexe 01). Au travers de ces questions, on cherche à connaître la quantité de produits consommés en volume par semaine. Seulement six questions concernent directement une consommation quotidienne.

Il est demandé aux patients d'évaluer la taille de leur portion alimentaire, sans comparatif possible. Ces portions ne sont pas codifiées, elles sont sujettes à l'interprétation de chacun. Pour chaque portion ou volume ingéré, est joint un nombre qu'il convient de multiplier au nombre de portions pour avoir l'apport en calcium journalier. Pour illustrer, prenons la question 5 qui demande au patient "combien mange-t-il de portions de fromage à pâte cuite par semaine ? En précisant si la portion est petite, moyenne ou grosse". Manger une grosse

portion par semaine correspondrait alors à une consommation quotidienne de 56 mg de calcium.

Les six premiers items du questionnaire font référence aux produits laitiers qui fournissent la majorité des apports calciques quotidiens. Le premier concerne le lait, les trois suivants les laitages. Les questions 5 et 6 s'intéressent aux fromages. Les items 7 à 17 interrogent sur la consommation d'aliments qui ne sont pas riches en calcium. Cela correspond à la viande pour la question 7, en passant par les œufs à la question 8, les pommes de terre et les frites aux questions 9 et 10 ou encore les fruits et les légumes (secs ou verts) aux questions 12, 13 et 15. L'item 18 concerne l'eau du robinet consommée par jour, en donnant comme référence 9 mg par jour par verre (pour un verre de 100 ml). Cela correspond à peu près à une dureté de l'eau d'environ 22°fH. L'item 19 questionne sur la consommation d'eaux minérales. Le dernier item numéro 20 renseigne sur la consommation des jus de fruit et de l'alcool, qui ne sont pas riches en calcium.

Cet auto-questionnaire est certes un outil assez précis, mais peu pratique au quotidien. D'ailleurs son temps de remplissage n'est pas rapporté dans la publication initiale. En pratique, il faut plus de 5 minutes pour obtenir un résultat. Pour cette raison, il n'est pas utilisé en consultation médicale quotidienne ou en éducation thérapeutique à l'officine ^[35].

III.2.2. Questionnaire d'évaluation du CERIN / UNAFORMEC :

Le CERIN (Centre de Recherche et d'Information Nutritionnelles), en collaboration avec l'UNAFORMEC (Union Nationale des Associations de Formation Médicale et d'Evaluation Continues) a mis au point son propre questionnaire (voir annexe 02). Il se fait en ligne aussi bien par les praticiens que par les patients eux-mêmes. On y précise son âge, son sexe. Pour les femmes, il est possible de préciser si elles sont ménopausées ou enceintes.

Il ne donne pas de résultat final en mg mais un score allant de 3 à 42 points. Il est en fait un outil peu pratique pour les praticiens qui ne peuvent donc pas faire d'ajustement précis chez leurs patients. Néanmoins, il permet de dépister les patients faibles consommateurs de calcium, les invitant à solliciter une consultation auprès d'un praticien ^[35].

III.2.3. Questionnaire de CoCoNut :

L'auto-questionnaire créé par le groupe "Conseil Concis en Nutrition" (CoCoNut) en 2005 ne vise pas spécifiquement les patients ostéoporotiques, mais est un peu plus généralisé.

Son évaluation a porté exclusivement sur des femmes de deux villes différentes (Le Mans et Toulouse). Les 79 patientes de l'étude ont été incluses dans deux groupes d'âges différents, un groupe allant de 14 à 18 ans et un autre de 45 à 75 ans. Les patientes étaient recrutées chez deux médecins généralistes et une gynécologue. Pendant la consultation, elles devaient remplir l'auto-questionnaire. Elles consultaient ensuite une diététicienne sous un délai inconnu. Là, elles remplissaient le même auto-questionnaire et devaient répondre à un questionnaire de fréquence alimentaire. Les résultats étaient ensuite comparés statistiquement.

Le questionnaire CoCoNut est composé de six items évalués en fonction de leur fréquence d'ingestion (allant de deux à trois fois par jour à une à deux fois par semaine) (voir annexe 03). Parmi les aliments évalués, on retrouve quelques produits laitiers (200 ml de lait, une portion de fromage, un yaourt, une portion de fromage blanc) ainsi que des aliments moins courants (quiches, sandwich au fromage, gâteau de semoule ...).

Ce test apporte un score pouvant aller de 3 à 42 points. Un point équivaut à 60 mg de calcium. Au score final, est ajouté "250 à 300 mg" correspondant au calcium apporté par le reste de l'alimentation. Ces apports incluent les eaux de boisson, ces dernières pouvant avoir des teneurs en calcium plus ou moins élevées ^[35]. Avec cette correction, un score inférieur ou égal à 10 permet d'affirmer avec une sensibilité à 86% et une spécificité de 73% que les apports calciques sont inférieurs ou égaux à 800 mg par jour. Un score inférieur ou égal à 12 permet d'affirmer avec une sensibilité à 95% et une spécificité à 63% que les apports calciques sont inférieurs ou égaux à 1000 mg par jour. Ainsi un score inférieur ou égal à 12 permet de repérer 95% des femmes dont les apports journaliers sont inférieurs ou égaux à 1000 mg de calcium.

Une femme ménopausée a besoin d'au moins 16 points à ce score pour affirmer que ses apports sont suffisants ^[36].

Les résultats obtenus sont semi-quantitatifs. Ils sont moins précis que ceux fournis par le questionnaire de Fardellone, mais restent tout de même relativement fiables. Ce questionnaire est néanmoins plus facile à réaliser en pratique quotidienne, et surtout plus rapide. Cependant, il omet les eaux minérales riches en calcium et s'attarde sur des plats anecdotiques (croque-monsieur...). En tant qu'auto-questionnaire, il présente les mêmes inconvénients que le questionnaire de Fardellone vis-à-vis de la compréhension et de la lisibilité. Il n'est pas utilisé pour connaître les apports précisément, mais pour déceler des patients potentiellement à risque. Il prépare le terrain à d'éventuels conseils en nutrition ^[35].

III.2.4. Autres outils d'évaluation :

III.2.4.1. Questionnaire de la Pitié-Salpêtrière :

En 1999, le service de rhumatologie de l'hôpital de la Pitié-Salpêtrière à Paris se dote aussi de son propre auto-questionnaire. En plus de chercher à connaître les apports calciques, il tend à renseigner les apports en protéines et en sel. Il a été initialement évalué en réalisant une recherche de corrélation par régression linéaire simple, en le comparant aux résultats d'un entretien diététique.

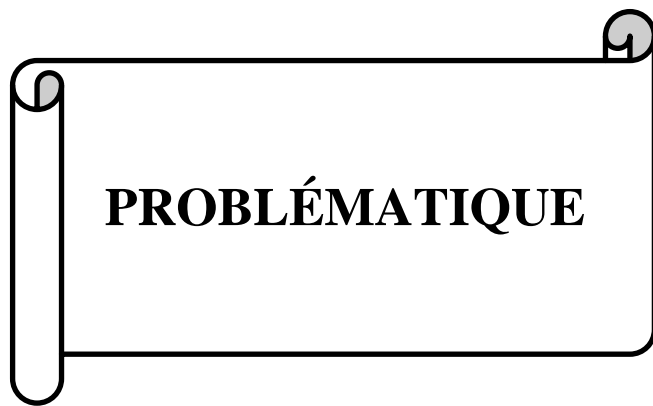
Cette étude a porté sur 96 femmes (âges non précisés) adressées à l'hôpital pour réaliser une ostéodensitométrie afin de dépister une ostéoporose. Le questionnaire se compose de 29 items (voir annexe 04). Les 25 premiers analysent les apports en protéines, calcium et sel en fonction des aliments consommés dans une semaine. Les items 26, 27 et 28 permettent de savoir si les patientes ont l'impression de manger très salé ou non. Le dernier item est une question ouverte permettant de connaître le sentiment des patientes quant à leurs apports en calcium. Le questionnaire dispose d'une grille de calcul permettant de connaître les apports journaliers. Parmi les éléments contenant du calcium, nous retrouvons le lait, les laitages ainsi que les fromages. Cependant, le questionnaire omet de parler des eaux minérales. En tant qu'auto-questionnaire, il rencontre les mêmes inconvénients que les précédents. Il est tout de même un outil intéressant ^[35].

III.2.4.2. Questionnaire calcique court :

Le questionnaire court (voir annexe 05) comporte huit items concernant uniquement une consommation journalière de produits laitiers et d'eaux minérales riches en calcium dont les valeurs ont été établies à partir de la base de données du CIQUAL. Les produits laitiers étant : le nombre de verres et/ou bols de lait de vache, le nombre de portions de 30 g de fromage à pâte cuite et à pâte molle, ainsi que le nombre de yaourts, fromages blancs et de "petits suisses". Ces apports ont été évalués dans une étude préalable faite en 2011 sur 370 personnes de la population générale, les résultats ayant été comparés avec ceux d'une étude alimentaire. Au résultat obtenu nous ajoutons 350 mg de calcium qui correspondent aux autres apports moyens de calcium dans une journée. Cette valeur a été estimée d'après les résultats de l'étude alimentaire INCA 2 et de l'enquête du CREDOC. Afin de ne pas créer de biais, ce questionnaire a toujours été dirigé de la même manière et par le même soignant au cours des consultations ^[35].



**PARTIE
PRATIQUE**



PROBLÉMATIQUE

I. Problématique et objectifs :

Le calcium est un élément indispensable à la vie, il est impliqué dans de nombreuses fonctions biologiques importantes. C'est également un élément fondamental de la construction osseuse et de son maintien, ainsi il est impératif d'assurer un apport calcique quantitativement et qualitativement suffisant en réponse aux besoins physiologiques et aux ANC décrits par les organismes et les sociétés internationales et qui diffèrent selon des paramètres bien démontrés (âge, sexe, grossesse, allaitement, ménopause...).

Le calcium est largement répandu dans l'alimentation et spécialement dans le lait et les produits laitiers, toutefois, une carence d'apport peut être à l'origine de multiples et de graves pathologies menaçant à la fois le pronostic vital et fonctionnel dont la plus fréquente est l'ostéoporose avec toutes ses complications fracturaires et qui constitue actuellement un véritable problème de santé publique en Algérie ^[37].

Dans cette optique, il s'avère intéressant d'aborder le calcium qui est le déterminant majeur du métabolisme phosphocalcique, comme élément de recherche et l'étudier dans ses différents aspects.

Notre travail porte sur l'évaluation de la ration calcique d'une population cible par des méthodes validées, sensibles, faciles et rapides. A cet effet, nos objectifs consistent à :

- 1- définir le niveau de la ration calcique de la population sélectionnée.
- 2- déterminer la contribution des différents groupes d'aliments dans les apports calciques.
- 3- comparer deux méthodes d'évaluation.

II. Patients et méthodes :

II.1. Type d'enquête alimentaire :

Il s'agit d'une étude transversale descriptive, basée sur une enquête nutritionnelle type : auto-questionnaire de fréquence.

II.2. Echantillon :

Notre étude est menée auprès d'une population de 150 personnes des deux sexes, âgées entre 20 et 60 ans, résidant dans deux régions « Ksar El-Boukhari W.de Médéa et Blida ».

L'enquête est étalée sur trois mois (février, mars et avril 2021), et réalisée au sein de l'EPH Ksar El Boukhari et la polyclinique BOUNAAMA Djilali à Blida. Il est à noter que l'étude a été réalisée loin du mois sacré.

Pour constituer notre population d'étude, nous avons procédé à un échantillonnage non aléatoire volontaire, car c'est une méthode moins coûteuse, simple et rapide.

II.3. Critères d'inclusion et d'exclusion :

➤ **Critères d'inclusion :** sujets volontaires des deux sexes avec une fourchette d'âge allant de 20 à 60 ans.

➤ **Critère d'exclusion :**

* Les personnes ayant une maladie du tube digestif (maladie cœliaque, cancer digestif, intervention sur le grêle, APLV, ou toute maladie pouvant agir sur l'absorption du calcium).

* Les personnes qui souffrent des maladies endocriniennes (diabète, dysthyroïdie ...).

* Les patients sous supplémentation en calcium.

* Les sujets sous régimes particuliers (restrictif, énergétique hypercalorique, végétarien ...).

* Femmes enceintes et allaitantes.

II.4. Considérations éthiques :

Les personnes recrutées ont été informées du but de l'étude, seuls les sujets adhérents après consentement libre et éclairé ont été recrutés tout en respectant le strict anonymat et la confidentialité de leurs informations.

II.5. Description des méthodes choisies pour l'évaluation :

Notre enquête est effectuée en deux étapes (figure 17).

- La première étape (partie A) concerne le remplissage d'un auto-questionnaire fréquentiel de Fardellone (voir annexe 01) dans sa version traduite en arabe (voir annexe 06).

D'abord, il s'agit de l'identification des sujets et la prise de certaines mesures anthropométriques, ensuite, les interroger sur leurs apports alimentaires et le remplissage de l'auto-questionnaire.

- * Au plan quantitatif, les questions ont porté d'une part sur la fréquence quotidienne ou hebdomadaire de prise des aliments et d'autre part sur l'importance de la portion ingérée.
- * Au plan qualitatif, la teneur en calcium de chacun des 20 items du questionnaire a été convertie au moyen des tables d'équivalence de Fardellone.

La moyenne de la durée nécessaire pour remplir le questionnaire est de 5 à 10 minutes.

- La deuxième étape (partie B) concerne l'évaluation à l'aide du questionnaire CoCoNut (voir annexe 03).

En suivant la même démarche, l'interrogatoire cette fois-ci est basé sur la prise des aliments riches en calcium décrits par le deuxième questionnaire qui sont : le lait, les produits laitiers et certaines préparations à base de ces derniers.

Le remplissage de ce questionnaire ne nécessite que quelques secondes. Les résultats sont obtenus sous forme des scores, ces derniers varient de 0 à 42 points ; chaque point correspond à 60 mg de Calcium.

La conversion en (mg/j) se fait selon des équations bien définies.

- En moyenne, nous avons interrogé 12 patients par semaine.

II.6. Recueil des résultats et analyses statistiques :

L'analyse descriptive de la population est représentée par des moyennes et des écart-types pour les variables quantitatives et des pourcentages pour celles qui sont qualitatives.

La saisie et l'analyse statistique des données sont réalisées à l'aide du logiciel statistique SPSS 4.

Les résultats des deux études ont été ordonnés dans des tableaux. Chaque tableau contient une dizaine de patients.

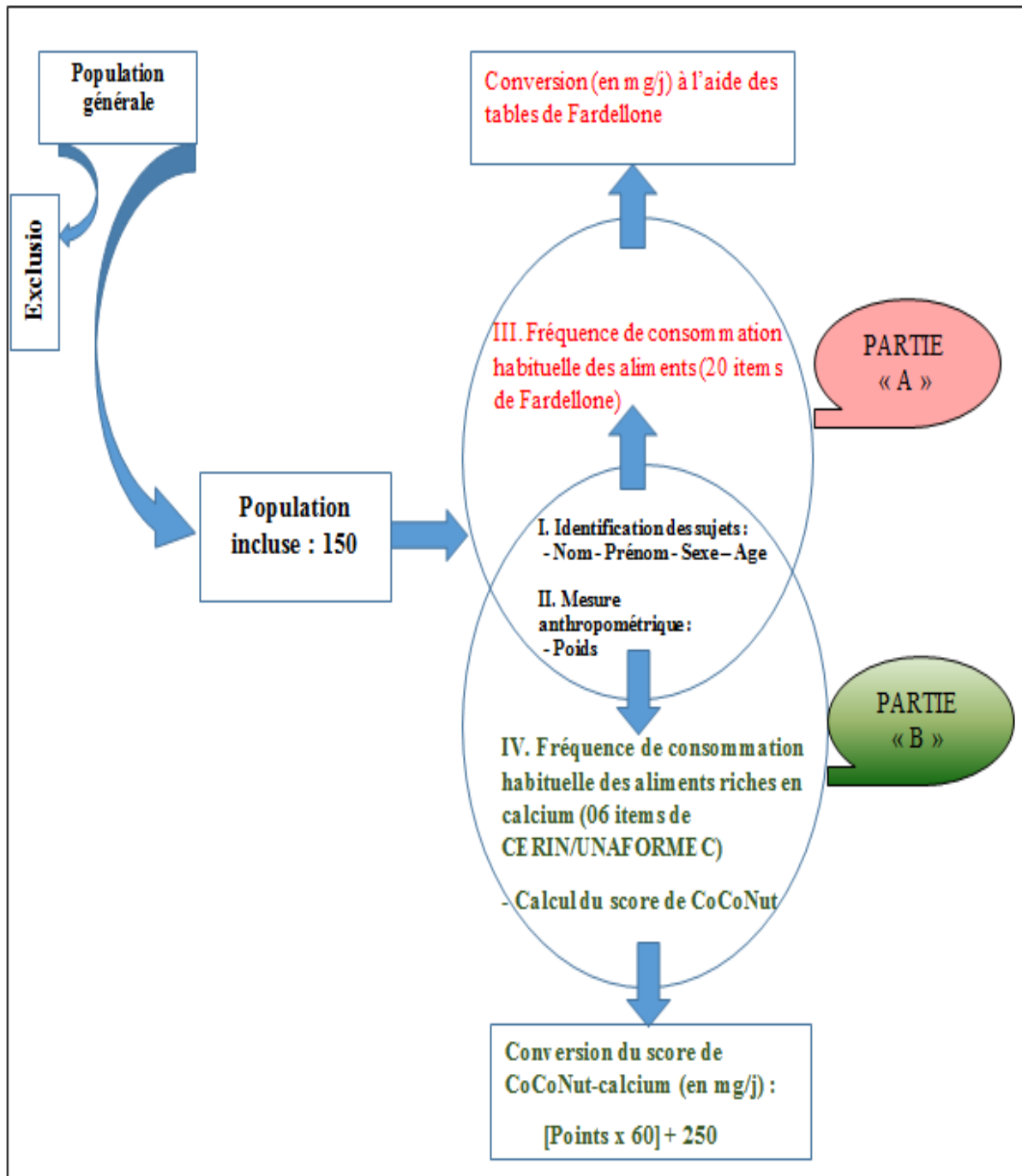


Figure 17 : Protocole de la réalisation de l'enquête alimentaire

III. Résultats :

III/A. Description générale de la population enquêtée :

1. Répartition des sujets selon le sexe :

La répartition selon le sexe a montré que la population de notre étude est faite de 86 femmes contre 64 hommes (tableau 8), soit respectivement 57,33% et 42,67% (figure 18).

Tableau 8 : Répartition des sujets selon le sexe

Sexe	Masculin	Féminin
Effectifs	64	86
Total	150	

On constate donc que notre population d'étude est composée d'une partie plus importante des femmes que des hommes.

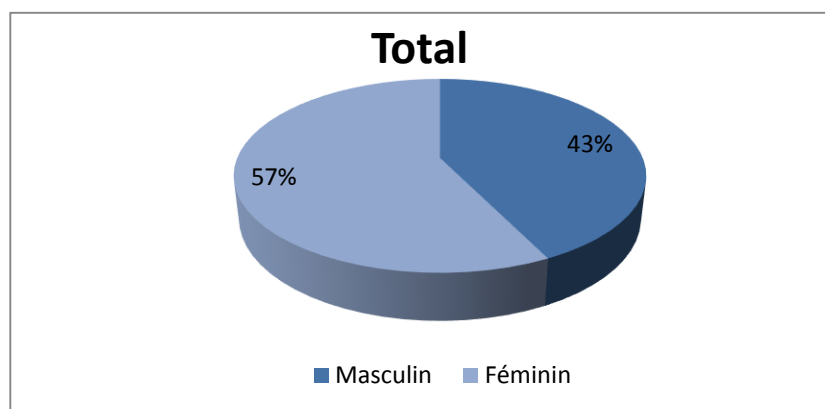


Figure 18 : Répartition des sujets en pourcentages selon le sexe

2. Répartition des femmes enquêtées selon leur statut physiologique :

Le tableau 09 présente l'effectif des femmes ménopausées par rapport à la totalité du sexe féminin.

Tableau 9 : La part des femmes ménopausées par rapport à la population féminine

Statut physiologique	Femmes réglées	Femmes ménopausées
Effectifs	65	21
Total	86	

Parmi les participantes dans notre étude, 21 sont ménopausées soit 24,42% de la population féminine (figure 19).

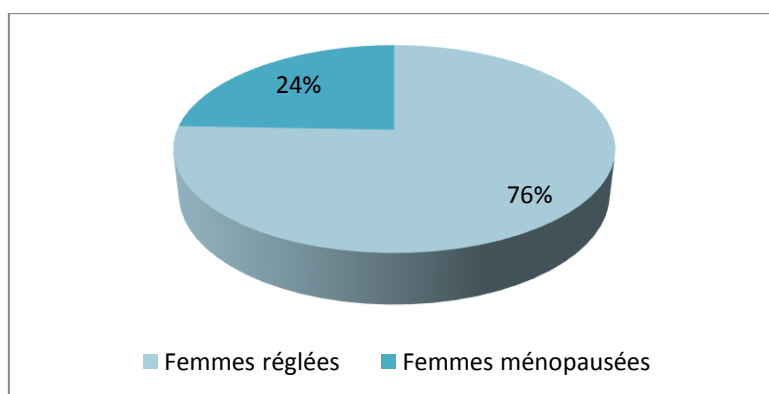


Figure 19 : Répartition des femmes ménopausées par rapport à la population féminine

3. Répartition des sujets selon l'âge :

L'âge moyen des patients recrutés est de 36,30 ans ($\pm 12,33$) avec des âges extrêmes allant de 20 à 60 ans.

La population a été répartie en deux groupes d'âge, le premier groupe concerne les personnes âgées de moins de 40 ans et le deuxième est relatif aux sujets âgés de 40 ans et plus (tableau 10).

Tableau 10 : Répartition des sujets selon l'âge

Age	Sujets < 40 ans	Sujets \geq 40ans
Effectifs	99	51
Total	150	

Le groupe âgé de moins de 40 ans constitue la partie la plus importante de la population étudiée avec un pourcentage égal à 66% contre 34% pour celui âgé de plus de 40 ans (figure 20).

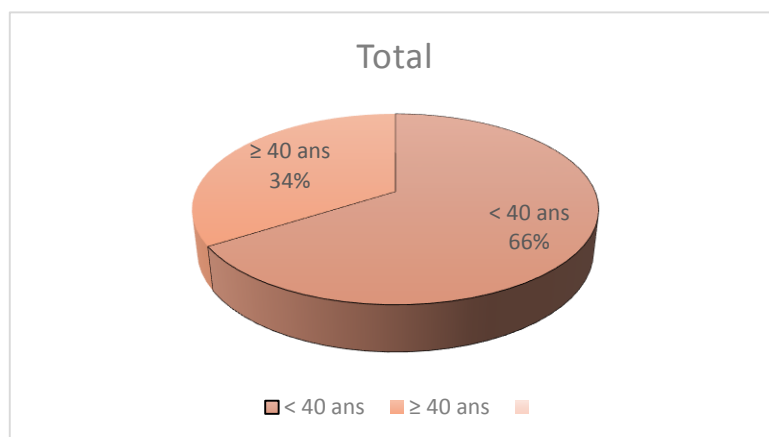


Figure 20 : Répartition de la population selon l'âge

III/B. Analyse des résultats de la première étude :

1. Moyenne de la ration calcique journalière selon l'âge, sexe et le statut physiologique :

Le tableau 11 présente la moyenne de la ration calcique quotidienne des personnes interrogées selon l'âge, le sexe et le statut physiologique des femmes à propos de la ménopause.

Tableau 11 : La moyenne de la ration calcique journalière selon l'âge, le sexe et le statut physiologique

	< 40 ans		≥ 40 ans		Statut physiologie
	Hommes	Femmes	Hommes	Femmes	Femmes ménopausées
Moyenne de la ration calcique journalière (mg/j)	735,95	613,89	560,64	774,16	615,24

Quel que soit le paramètre étudié, les sujets enquêtés ont une moyenne de ration calcique journalière dite médiocre (entre 500 et 999 mg/jour).

Les hommes âgés de moins de 40 ans ont une moyenne d'apport calcique de 735,95 mg/jour, cette moyenne d'apport est supérieure à celle marquée chez les femmes de la même tranche d'âge (613,89 mg/jour). Dans le groupe des personnes âgées de 40 ans et plus, la moyenne de la ration calcique chez les femmes est supérieure à celle observée chez les hommes (774,16 mg/jour contre 560,64 mg/jour). En fin, la moyenne de la ration calcique est estimée à 615,24 mg/jour chez les femmes ménopausées (figure 21).

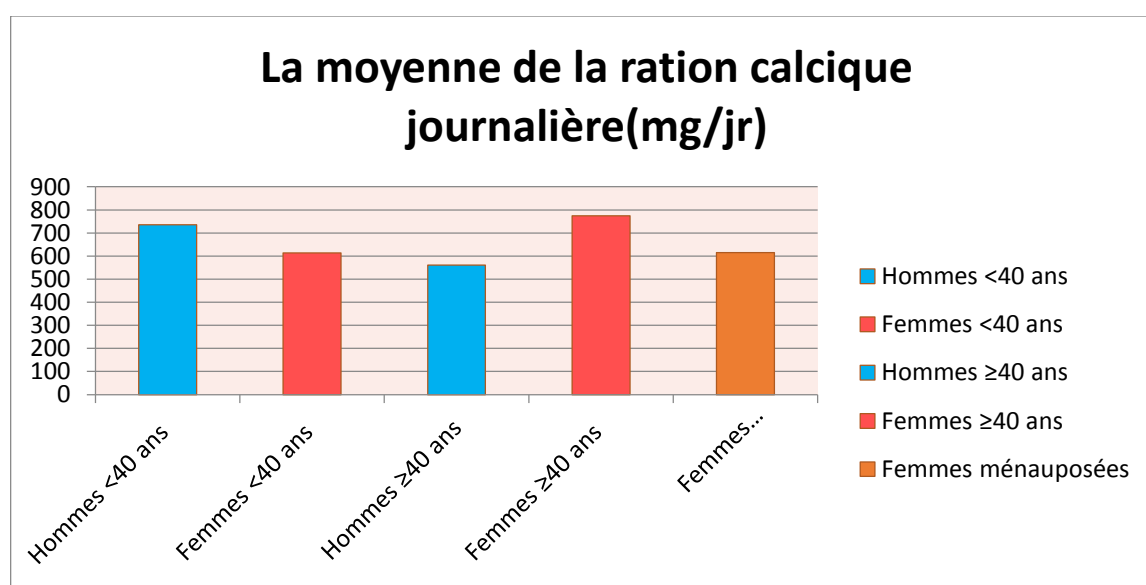


Figure 21 : La moyenne de la ration calcique journalière

2. Niveaux de la ration calcique journalière de l'ensemble de la population étudiée :

La consommation calcique quotidienne est considérée comme suffisante lorsqu'elle est supérieure à 1000 mg/jour, médiocre si elle est comprise entre 500 et 999 mg/jour, et faible lorsqu'elle est inférieure à 500 mg/jour (taux limite de sécurité déterminé par l'OMS) [38].

La répartition des sujets selon leur consommation calcique quotidienne est rapportée dans le tableau 12.

Tableau 12 : Niveaux de la ration calcique journalière de la population étudiée

Niveau de la ration calcique	Ration faible (<500 mg/jour)	Ration médiocre (500-999 mg/jour)	Ration élevée (≥1000 mg/jour)
Effectifs (%)	35 (23,33%)	108 (72%)	7 (4,67%)
Total (%)	150 (100%)		

23,33% de notre population d'étude ont une ration calcique faible (<500 mg/jour). 72% des sujets ont une ration médiocre (comprise entre 500 et 999 mg/jour) et 4,67% des sujets ont une ration suffisante (≥1000 mg/jour) (figure 22).

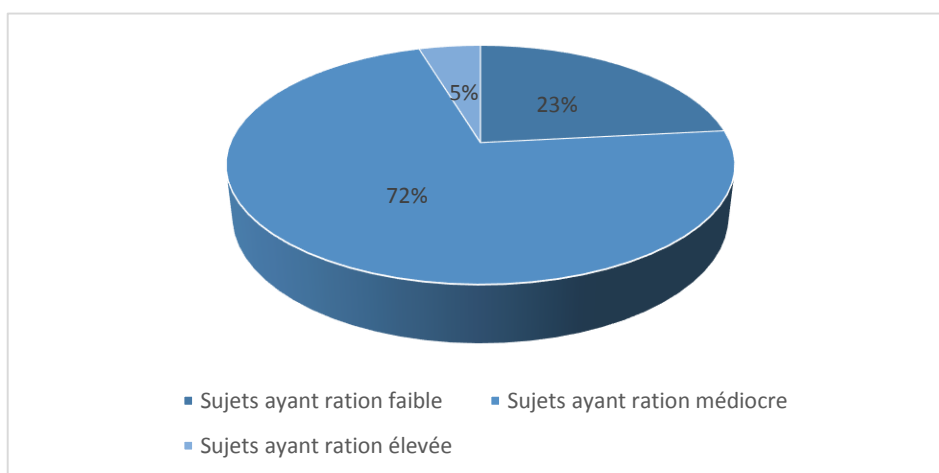


Figure 22 : Niveaux de la ration calcique journalière de la population entière

3. Niveaux de la ration calcique journalière de la population enquêtée répartie en fonction de l'âge, du sexe et du statut physiologique :

Les niveaux de la ration calcique sont ordonnés dans le tableau 13 selon les âges des patients, leur sexe et leur statut physiologique.

Tableau 13 : Niveaux de la ration calcique journalière selon l'âge, le sexe et le statut physiologique

	< 40 ans		≥ 40 ans		Statut physiologie
	Hommes	Femmes	Hommes	Femmes	Femmes ménopausées
Ration faible (<500 mg/jour)	15,38% (n = 6)	23,33% (n = 14)	40% (n = 10)	0% (n = 0)	23,81% (n = 5)
Ration médiocre (500-999 mg/jour)	71,80% (n = 28)	76,67% (n = 46)	60% (n = 15)	80% (n = 4)	71,43% (n = 15)
Ration suffisante (≥1000 mg/jour)	12,82% (n = 5)	0% (n = 0)	0% (n = 0)	20% (n = 1)	4,76% (n = 1)
Total	100% (n = 39)	100% (n = 60)	100% (n = 25)	100% (n = 5)	100% (n = 21)

15,38% des sujets du sexe masculin qui sont âgés de moins de 40 ans ont un apport calcique faible. 71,80% ont un apport médiocre et uniquement 12,82% assurent un apport suffisant. Les femmes de cet intervalle d'âge présentent toutes un apport insuffisant, ainsi 23,33% d'entre elles ont une ration faible et les restes (76,67%) assurent une ration médiocre.

Chez les personnes âgées de 40 ans et plus, aucun homme n'a assuré une ration suffisante, alors, on note 40% qui ont eu une ration faible et 60% qui ont assuré des apports médiocres.

Les femmes de cette tranche d'âge ont toutes assuré une ration soit médiocre (80%) soit suffisante (20%).

A propos des femmes ménopausées, près de 24% ont une ration faible, plus de 71% d'entre elles présente une ration médiocre et le reste (4,76%) assurent une ration suffisante (figure 23).

Ration calcique : méthodes d'évaluation

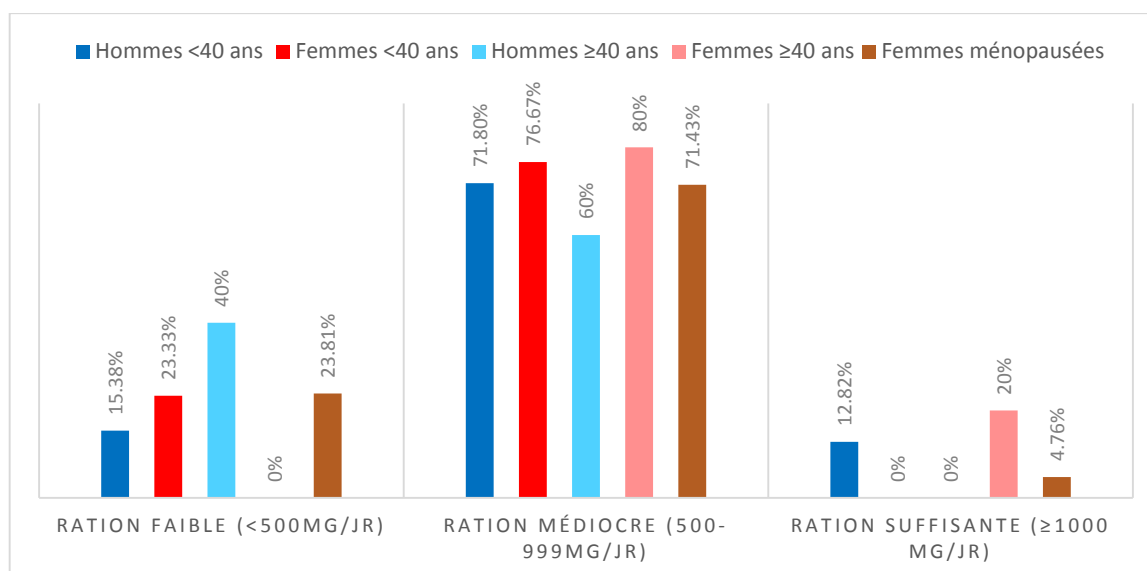


Figure 23 : Niveaux de la ration calcique journalière selon l'âge, le sexe et le statut physiologique

4. Contribution des différentes sources de calcium dans la ration journalière :

Pour faciliter notre étude, nous avons calculé pour chaque item sa moyenne et son écart-type.

La moyenne des apports calciques quotidiens des sujets enquêtés par le questionnaire de Fardellone est de 642,89 mg/jour soit un écart-type de 209,48 (tableau 14).

Tableau 14 : La contribution des différentes sources du calcium dans la ration journalière

Items	Moyenne (mg/jour) ± écart-type	Pourcentage %
Lait	173,6 ± 115,93	27,02%
Yaourt	81,06 ± 68,52	12,62%
Fromage blanc	23,63 ± 26,56	3,68%
Petits suisses	2,5 ± 7,30	0,39%
Fromage à pâte cuite	58,08 ± 61,41	9,04%
Fromage à pâte molle	8,34 ± 17,42	1,30%
Viande	15,81 ± 12,37	2,46%
Œuf	17,55 ± 19,75	2,73%
Pomme de terre	9,58 ± 8,77	1,50%
Frite	33,55 ± 31,81	5,22%
Pâtes	3,06 ± 2,40	0,48%

Ration calcique : méthodes d'évaluation

Légumes secs	13,68 ± 8,29	2,13%
Légumes verts	64,27 ± 57,06	10%
Pain	37,68 ± 28,54	5,87%
Fruits	22,25 ± 18,09	3,46%
Chocolat blanc	7,16 ± 10,98	1,11%
Chocolat noir	4,28 ± 13,63	0,67%
Eau de robinet	24,54 ± 37,18	3,82%
Eau minérale	35,1 ± 40,73	5,46%
Jus	6,67 ± 7,67	1,04%
Apport calcique journalier	642,89 ± 209,48	

Sur l'ensemble des personnes interrogées, la source laitière contribue de façon majeure à l'apport calcique journalier (avec 347,21 mg/jour soit 54,05%). Le lait est le plus représentatif avec un apport moyen de 173,6 mg/jour soit (27,02%), suivi par les différents types de fromages : 90 mg/jour (14,02%), le yaourt avec 81,06 mg/jour (12,62%) et en dernier lieu les petits suisses avec un apport moyen uniquement de 2,5 mg/jour. A propos des sources non laitières, les légumes verts sont au premier rang avec un apport moyen de 64,27 mg/jour soit (10%), vient par la suite le pain : 37,68 mg/jour (5,87%) et l'eau minérale avec 35,1 mg/jour (5,46%). L'eau de robinet n'apporte que 24,54 mg/jour, les frites apportent en moyenne 33,55 mg/jour. Le reste des groupes alimentaires contribuent d'une façon mineure à l'apport calcique journalier (figure 24).

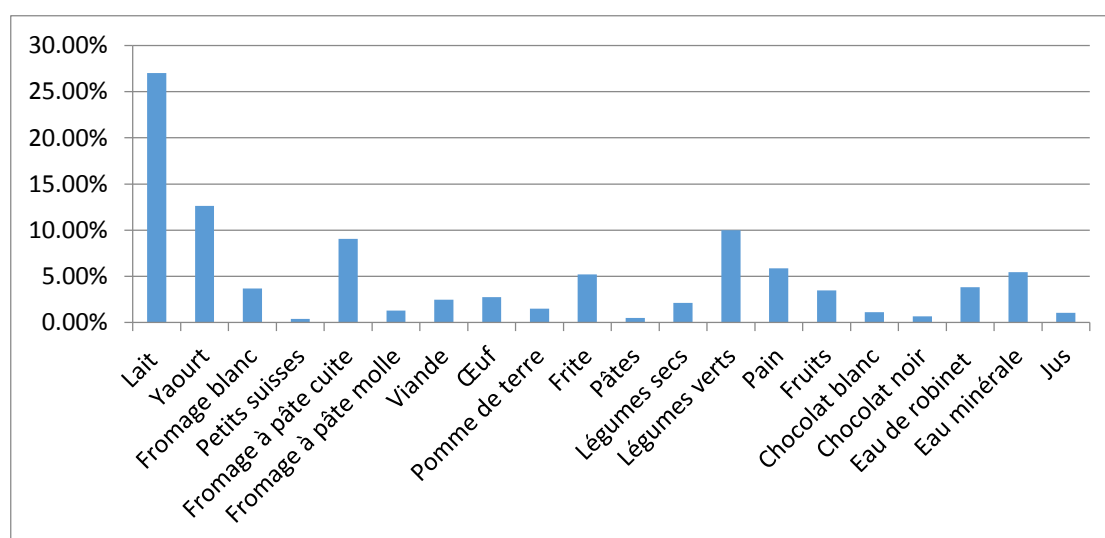


Figure 24 : La contribution des sources du calcium (en pourcentage) dans la ration journalière

5. Contribution de la source laitière dans la ration calcique journalière selon le sexe :

Le tableau 15 présente la contribution du lait et produits laitiers dans l'apport calcique journalier en fonction du sexe.

Tableau 15 : Contribution de la source laitière dans la ration calcique journalière selon le sexe

Source alimentaire / Sexe	Femmes	Hommes
Source laitière	351,81 (mg/jour) (56,42%)	341,05 (mg/jour) (51,10%)
Autres sources	271,80 (mg/jour) (43,58%)	326,42 (mg/jour) (48,90%)
Total	623,61 (mg/jour) (100%)	667,47 (mg/jour) (100%)

Chez les femmes, on constate que la source laitière contribue majoritairement à l'apport calcique avec un apport moyen d'environ 351,81 mg/jour soit plus de 56%

Chez les hommes, la moyenne des apports calciques d'origine laitière constitue la moitié des apports journaliers : 341,05 mg/jour soit 51,10% (figure 25).

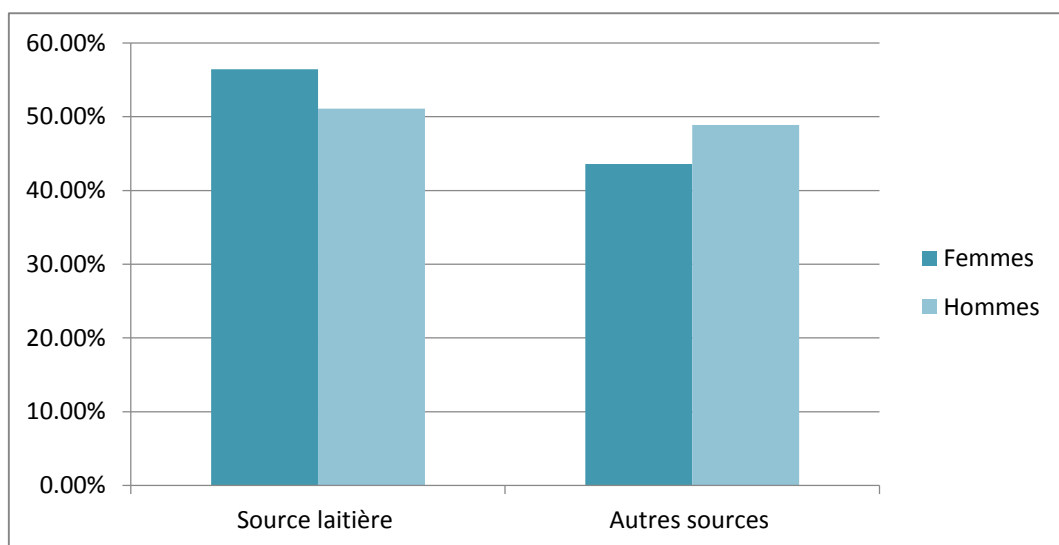


Figure 25 : La contribution de la source laitière dans la ration calcique journalière selon le sexe

6. Contribution de la source laitière dans la ration calcique journalière selon l'âge :

Le tableau 16 montre la contribution de la source laitière dans l'apport calcique journalier en fonction d'âge.

Tableau 16 : La contribution de la source laitière dans la ration calcique journalière selon l'âge

Source alimentaire / Age (année)	Sujets < 40 ans	Sujets ≥ 40 ans
Source laitière	368,24 (mg/jour) (55,63%)	306,41 (mg/jour) (50,72%)
Autres sources	293,73 (mg/jour) (44,37%)	297,76 (mg/jour) (49,28%)
Total	661,97 (mg/jour) (100%)	604,17 (mg/jour) (100%)

La répartition de la consommation calcique chez les sujets âgés de moins de 40 ans montre que 368,24 mg du calcium alimentaire est apporté quotidiennement par les sources lactiques (plus de 55%) contre 293,73 mg/jour pour les sources non lactiques (44,37%).

Chez les sujets qui ont 40 ans et plus, la contribution du lait et laitages dans la ration calcique journalière est proche de celle des sources non lactiques (306,41 mg/jour (50,72%) et 297,76 mg/jour (49,28%) respectivement) (figure 26).

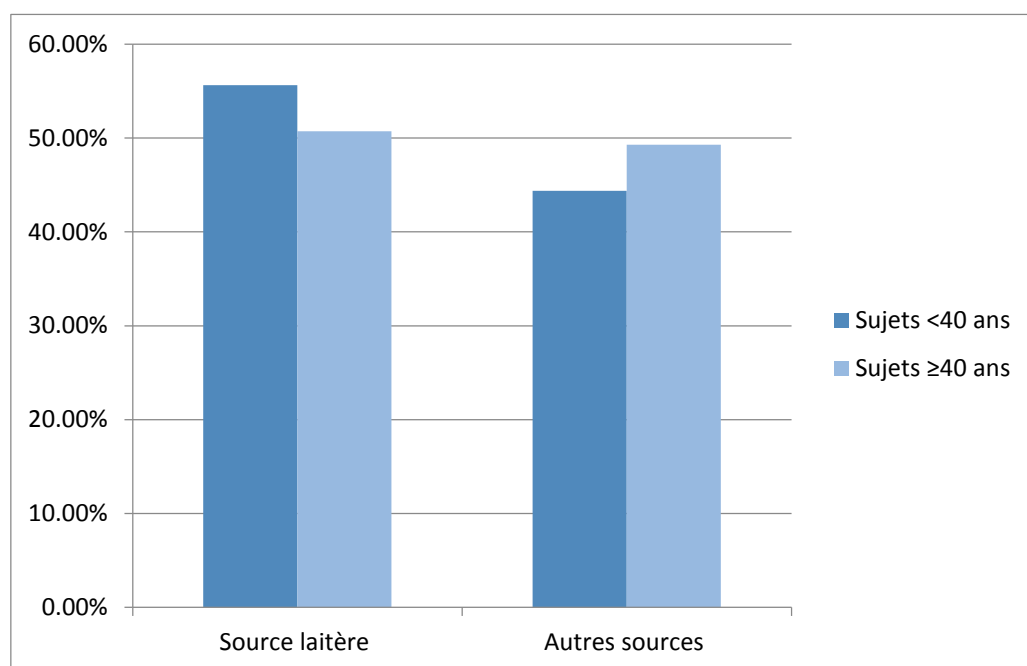


Figure 26 : Contribution de la source laitière dans la ration calcique journalière selon l'âge

7. Contribution de la source laitière dans la ration calcique des femmes ménopausées :

La moyenne de la contribution du lait et des laitages dans l'apport calcique journalier des femmes ménopausées est présentée dans le tableau 17.

Tableau 17 : Contribution de la source laitière dans la ration calcique journalière des femmes ménopausées

Source alimentaire	Sources laitières (lait + produits laitiers)	Autres sources
Moyenne (%)	333,24 (mg/jour) (54,14%)	282,3 (mg/jour) (45,86%)
Total	615,54 mg/jour (100%)	

Chez les femmes ménopausées, le lait et les laitages représentent la source la plus importante du calcium, elle constitue 54,14% des apports calciques journaliers (figure 27).

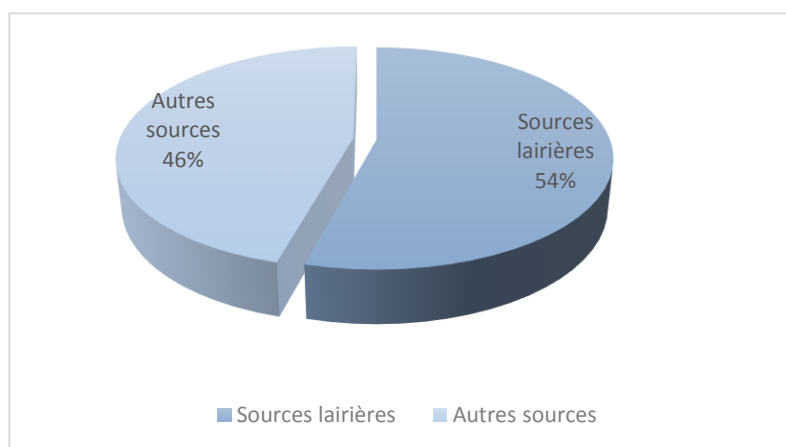


Figure 27 : Contribution de la source laitière dans l'apport calcique journalier des ménopausées

III/C. Analyse des résultats de la deuxième étude :

1. Contribution des aliments riches en calcium dans la ration journalière :

Après avoir répondu au questionnaire de CoCoNut, la moyenne des apports calciques journaliers est estimée à 809,2 mg/jour \pm 275,50 (tableau 18 et 19).

Tableau 18 : La contribution de la source laitière du calcium dans la ration journalière

Items	Moyenne (mg/jour) \pm Ecart-Type	Pourcentage %
Lait	295,6 \pm 175,35	36,53%
Plats au fromage	77,6 \pm 133,81	9,58%
Fromage (1part)	76,4 \pm 100,85	9,44%
Yaourt	82 \pm 97,02	10,13%
Fromage blanc	13,6 \pm 39,41	1,68%

Ration calcique : méthodes d'évaluation

Flan ou riz au lait	14 ± 46,33	1,73%
Sources non laitières	250	30,90%
Apport calcique journalier	809,2 ± 275,50	100%

Tableau 19 : Apport calcique de différentes sources (en moyenne et en pourcentage)

	Moyenne d'apport calcique (mg/j)	Pourcentage (%)
Sources laitières	559,2	69,10%
Autres sources	250	30,90%
Totale	809,2	100%

On constate bien que les laitages sont la source la plus importante du calcium, ils constituent plus de 69% de la moyenne des apports calciques, le lait est le chef de file avec un apport moyen de 295,6 mg/j soit 36,53% des apports, suivi par les différents fromages et les plats qui en contiennent (20,7%) et le yaourt (10,13%) et en dernier lieu viennent les préparations et desserts à base du lait (figure 28).

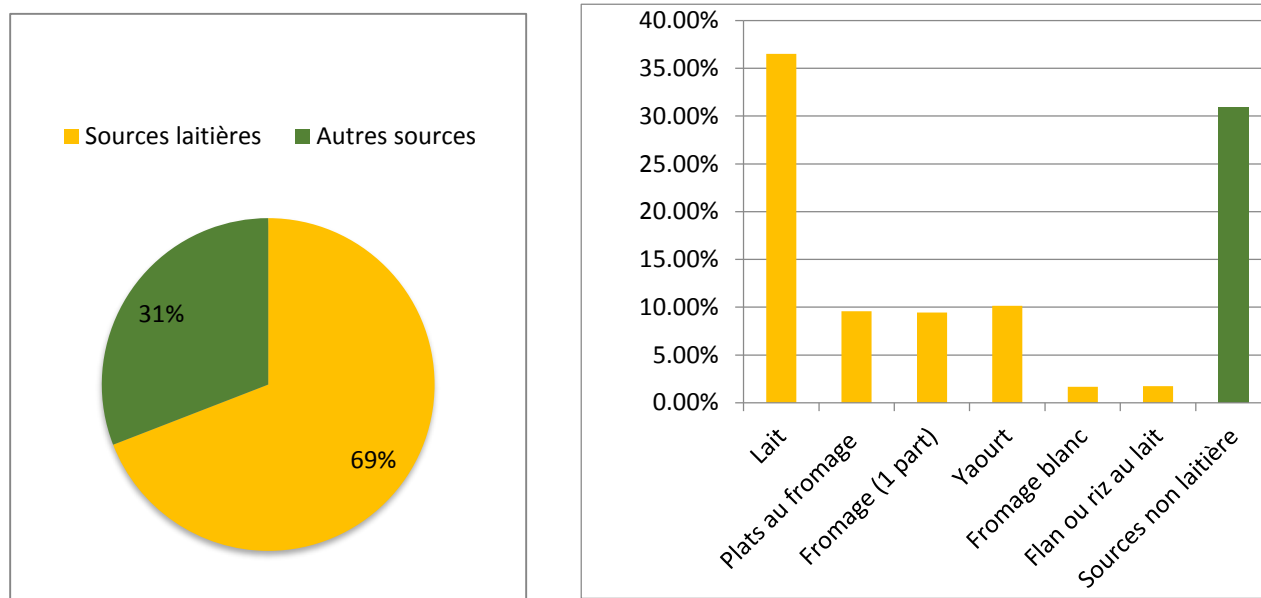


Figure 28 : Contribution des aliments riches en calcium dans la ration journalière

2. Niveaux de la ration calcique journalière de l'ensemble de la population étudiée :

La population étudiée est répartie en fonction du niveau de la ration calcique journalière. Les résultats sont présentés dans le tableau 20.

Tableau 20 : Niveaux de la ration calcique journalière de la population enquêtée

Niveau de la ration calcique	Ration faible (<500 mg/jour)	Ration médiocre (500-999 mg/jour)	Ration suffisante (≥1000 mg/jour)
Effectifs (%)	23 (15,33%)	93 (62%)	34 (22,67%)
Total (%)	150 (100%)		

On note 15,33% des sujets qui ont une ration calcique faible, 62% ont une ration médiocre et 22,67% qui assurent une ration suffisante (figure 29).

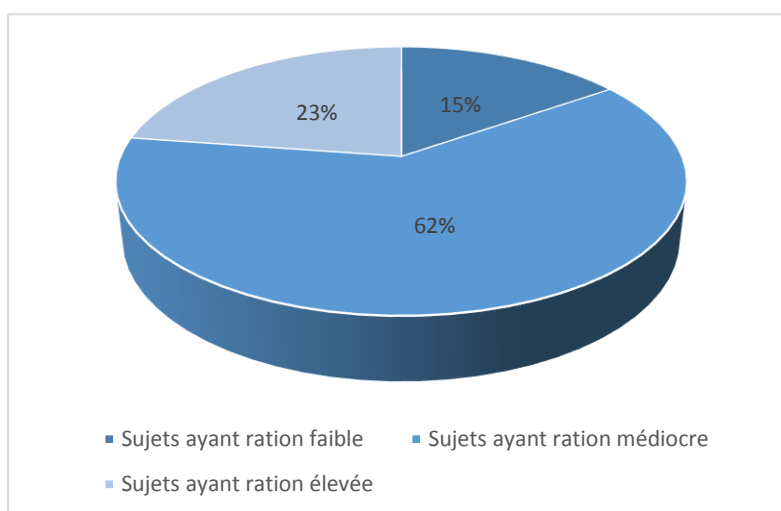


Figure 29 : Niveaux de la ration calcique journalière de l'ensemble de la population étudiée

3. Moyenne de la ration calcique journalière selon l'âge, sexe et le statut physiologique :

Le tableau 21 présente la répartition de la moyenne de la ration calcique journalière en fonction de trois paramètres (âge, sexe et statut physiologique).

Tableau 21 : La moyenne de la ration calcique journalière selon l'âge, le sexe et le statut physiologique

Age	< 40 ans		≥ 40 ans		Statut physiologie
Sexe	Hommes	Femmes	Hommes	Femmes	Femmes ménopausées
Moyenne de la ration calcique journalière (mg/j)	905,38	832	638,80	898	747,14

Les sujets du sexe masculin âgés de moins de 40 ans, marquent la moyenne d'apport calcique la plus élevée (905,38 mg/jour). Les femmes qui appartiennent à la même tranche d'âge ont une moyenne de 832 mg/jour.

Ration calcique : méthodes d'évaluation

A partir de 40 ans, on voit les résultats des apports calciques s'inversent entre les deux sexes (638,80 mg/jour chez les hommes contre 898 mg/jour chez les femmes).

Les femmes ménopausées présentent une moyenne d'apport d'environ 747 mg/jour (figure 30).

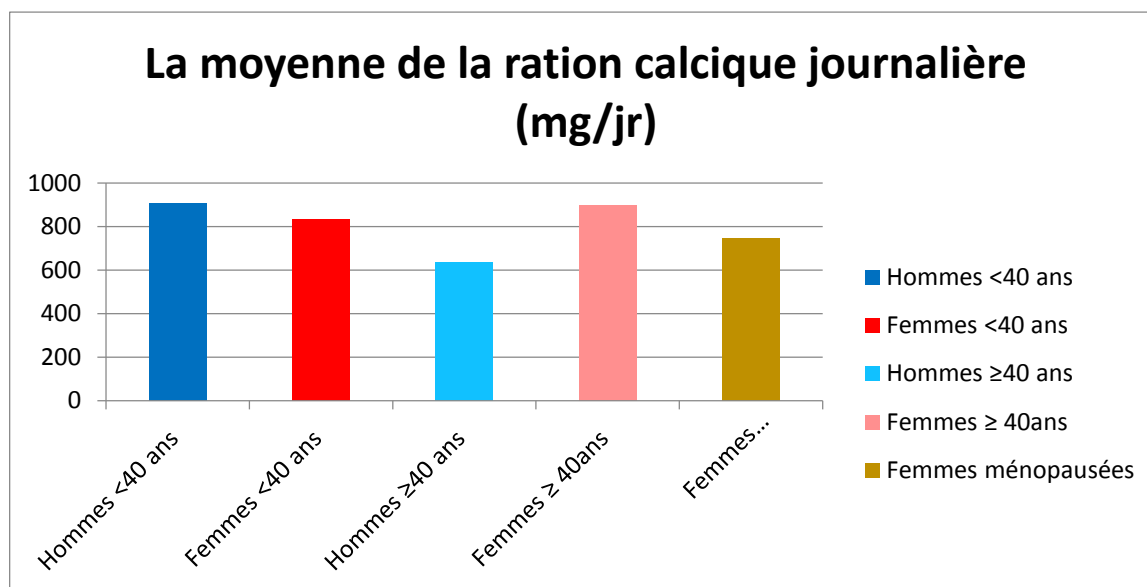


Figure 30 : Moyenne de la ration calcique journalière en fonction de l'âge, du sexe et du statut physiologique

III/D. Comparaison entre les deux études :

Le tableau 22 compare entre la moyenne de la ration calcique journalière de notre population d'étude obtenue par la première étude et celle obtenue par la deuxième étude.

Tableau 22 : Comparaison entre les moyennes de la ration calcique journalière des deux méthodes

Age		< 40 ans		≥ 40 ans		Statut physiologie
		Hommes	Femmes	Hommes	Femmes	
Moyenne (mg/j)	1 ^{ère} méthode	735,95	613,89	560,64	774,16	615,24
	2 ^{ème} méthode	905,38 (±50)	832 (±50)	638,80 (±50)	898 (±50)	747,14 (±50)

Quelle que soit la méthode d'évaluation utilisée, la moyenne de la ration calcique pour les différents groupes d'étude est toujours insuffisante (< 1000 mg/j). Cependant, il est bien évident que la moyenne d'apport calcique obtenue par la méthode de CoCoNut est supérieure

Ration calcique : méthodes d'évaluation

à celle estimée par la méthode de Fardellone, quelle que soit la catégorie étudiée, ainsi la différence est très remarquable pour les femmes âgées moins de 40 ans (différence de 218,11 mg/j), alors elle est plus faible chez les hommes âgés de 40 ans et plus (différence de 78,16 mg/j) (figure 31).

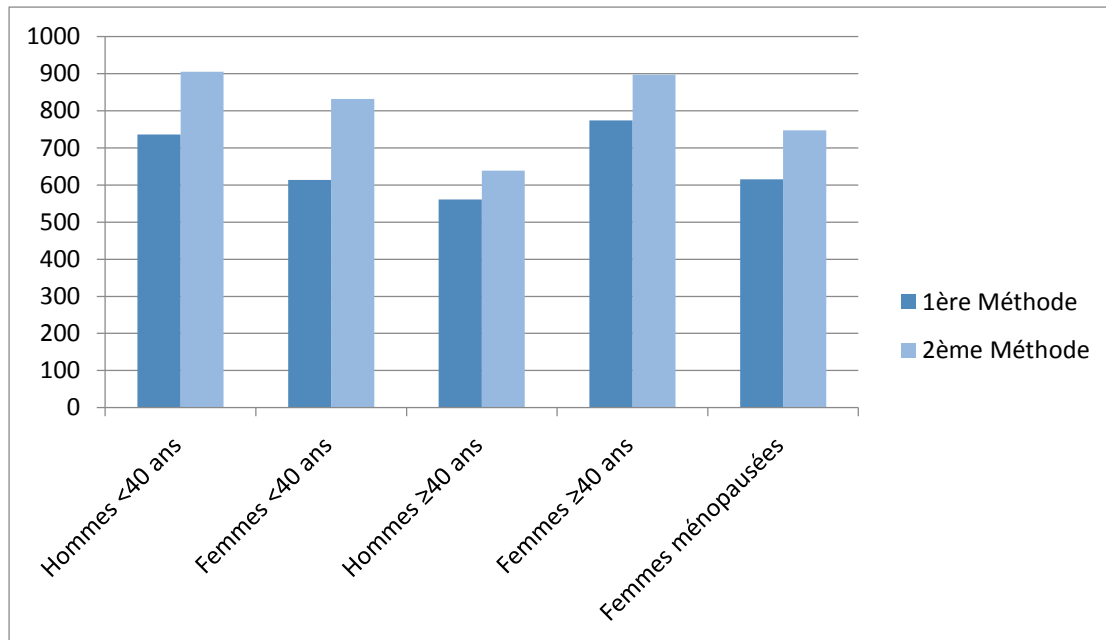
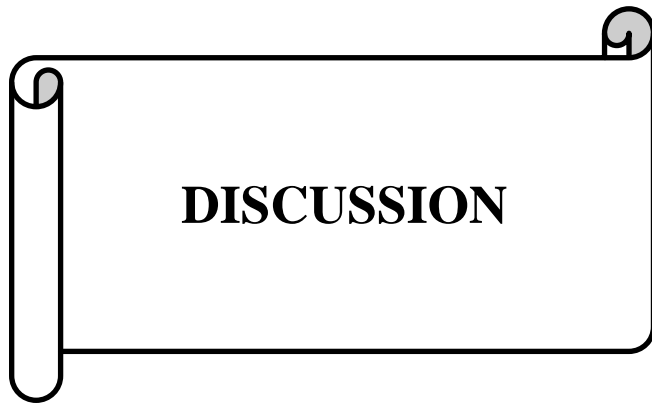


Figure 31 : Comparaison entre les moyennes de la ration calcique journalière des deux méthodes



I. Patients et méthodes :

A/ La population d'étude :

La population enquêtée est de prédominance féminine, Elle est très jeune, constituée de 66% de personnes de moins de 40 ans avec un âge moyen de 36,30 ans ce qui se rapproche globalement, aux données fournies par la FAO à propos de la situation sociodémographique de la population Algérienne ^[39].

B/ La méthodologie :

L'objectif de ce mémoire se résume d'une part dans l'évaluation quantitative et qualitative des apports calciques et de confronter les résultats aux recommandations conseillées, et d'autre part de définir l'outil le plus simple, le plus précis et le plus sensible pour cette évaluation.

Ainsi, en se référant aux recommandations de l'OMS (WHO) basées sur la détermination du taux limite de sécurité ^[36], Le niveau de la ration calcique est considéré comme suffisant lorsque l'apport moyen est supérieur à 1000 mg/jour, médiocre s'il est compris entre 500 et 999 mg/jour, et faible lorsqu'il est inférieur à 500 mg/jour.

Il existe de nombreux tests d'évaluation de la ration calcique qui auraient pu être utilisés dans cette étude. Cependant, on a adopté deux tests déjà validés :

***** l'auto-questionnaire fréquentiel de Fardellone : Il est plus complet et plus précis. C'est un test quantitatif, qui fournit des résultats en (mg), c'est actuellement l'outil de référence en rhumatologie en France, il a l'avantage d'être adapté à la culture alimentaire algérienne. Cependant, l'exactitude des résultats annoncés dépend du soin apporté aux réponses.

***** Le score CoCoNut-Calcium : un test semi-quantitatif, bénéficié également d'études d'acceptabilité et de faisabilité. Il est plus facile et plus court. Néanmoins, il ne tient pas compte précisément de la part du calcium d'origine non laitière, en particulier celle qui provient des eaux minérales riches en calcium et qui peuvent être source d'apport quotidien supérieur à 250 mg (250 mg sont les apports calciques estimés des sources non lactiques).

II. Discussion des résultats des apports alimentaires :

- Niveau des apports calciques :

L'analyse des apports nutritionnels de calcium montre des disparités non négligeables selon le sexe, l'âge et le statut physiologique.

A/ Apports calciques estimés par l'auto-questionnaire de Fardellone :

La moyenne des apports en calcium chez l'ensemble de nos sujets, a pu être estimée à $642,89 \pm 209,48$ mg/jour ce qui la situait au-dessous des normes de recommandation (800 - 1200 mg/j). Cette insuffisance d'apport est marquée chez tous les groupes de personnes étudiés.

Nos chiffres ne sont pas loin de ceux rapportés dans une étude marocaine (HARIFI et coll., 2010) effectuée sur des personnes âgées de 15 ans et plus. Cette équipe a trouvé une moyenne de ration calcique d'environ $747,8 \pm 364,8$ mg/jour, également, nos résultats se rapprochent beaucoup plus à ceux qui sont décrits par M. AIT OUAZAR et Al, qui a objectivé une moyenne d'apport d'environ 699 mg/j chez une population marocaine âgée entre 16 et 59ans.

Il faut noter également qu'uniquement 7 personnes soit 4,67% des sujets questionnés ont eu un apport calcique suffisant (≥ 1000 mg/j), c'est résultats alarmants sont presque identiques à ceux qui sont retrouvés suite à une enquête menée auprès des femmes tunisiennes dont la ration calcique n'était supérieure à 800 mg / jour que chez 4% des femmes non ménopausées [40].

Selon le sexe, les apports sont globalement supérieurs chez les hommes (667,47 mg/j VS 623,61mg/jour), cette supériorité est plus marquée chez les sujets plus jeunes, alors, chez les femmes on constate que les ménopausées sont plus déficitaires que les femmes réglées (615,24 VS 694,02), ce même constat est objectivé dans une étude marocaine concernant les femmes ménopausées.

En fait, L'évaluation de la ration calcique chez les sujets âgés et particulièrement les femmes ménopausées est intéressante du fait de l'implication de la carence calcique dans le défaut de minéralisation de l'os prédisposant à l'ostéoporose. Nous avons alors évalué la ration calcique chez 21 femmes classées ménopausées. L'apport calcique moyen retrouvé est de 615,24 mg par jour ce qui reste nettement inférieur aux apports recommandés pour cette tranche d'âge (ANC = 1300 mg/j), ces résultats sont similaires à ceux qui sont rapportés par une étude marocaine menée auprès de 69 femmes ménopausées âgées de plus de 50 ans et dont l'apport calcique moyen était estimé à 603 mg / jour [41].

Selon l'âge, les résultats sont discordants ; les sujets de sexe masculin âgés de 40 ans et plus paraissent ceux dont les apports en calcium (560,64 mg/j) se penchent plus en dessous des recommandations. Ces derniers sont fixés à 1000 mg/jour (GUEGUEN, 2001), en fait, avec l'âge les besoins calciques augmentent du fait de l'accélération des processus de résorption osseuse et aussi par la diminution physiologique des capacités de l'absorption intestinale.

Nos résultats obtenus pour la tranche d'âge des sujets de 40 ans et plus montre qu'aucun homme n'a assuré un apport calcique suffisant et que 10 personnes (soit 40%) ont eu un apport nettement faible (< 500mg/j).

A l'inverse, les participantes qui présentent la ration la plus faible sont celles qui sont plus jeunes, ainsi 14 femmes de moins de 40 ans (soit 23,33%) ont eu un apport nettement faible (<500mg/j) et aucune femme dans cette tranche d'âge n'a pu assurer un apport suffisant (≥ 1000 mg/j).

Au total : l'apport insuffisant en calcium objectivé dans la plupart des enquêtes alimentaires et en particulier chez les sujets à risque (adolescents, sujets âgés et femmes ménopausées) dont fait partie la nôtre, est associé à des risques pour la santé des os, et à l'installation de l'ostéoporose avec toutes ses complications à un âge avancé « On dit souvent de l'ostéoporose qu'il s'agit d'une maladie pédiatrique aux conséquences gériatriques ».

➤ Contribution des différents groupes d'aliments dans la ration calcique journalière :

Le lait et produits dérivés sont le groupe qui contribuent le plus à l'apport calcique quotidien de notre population (54,05% soit 347,21 mg/j). Le lait apporte à lui seul 27,02% (soit $173,6 \pm 115,93$ mg/j) de cette valeur, cette dominance est objectivée dans les différents groupes de notre population enquêtée.

HARIFI et coll. (2010), ont rapporté dans leur étude sur des sujets marocains (âgés de 15 ans et plus) que les laitages contribuaient à 66% de la ration calcique (soit l'équivalent de $205,8 \pm 123,7$ mg de calcium par jour) ; les résultats publiés par Mme BEBCHARIF suite à une étude visant l'état nutritionnel et les apports calciques des jeunes adultes Constantinois n'ont pas été très loin des nôtres (apports des laitages : 46,49% - participation du lait : 30,17%).

Le lait est le laitage le plus consommé par nos sujets. Les autres produits comme le fromage et yaourt sont moins consommés. Ceci rejoint le modèle de consommation des Algériens (FAO, 2005). Pour l'ensemble des enquêtés, les fromages et en particulier ceux qui

sont à pâte molle sont les moins consommés dans ce groupe de produits lactés, probablement en raison de leur coût élevé (FAO, 2005).

Même si la source laitière est dominante dans notre enquête, nos résultats restent encore loin des chiffres décrits par la littérature où la participation des laitages dans l'apport calcique devrait constituer au moins 70% ^[42]. En fait, les recommandations du Programme National Nutrition Santé (PNNS) en vue de l'utilisation de trois produits laitiers par jour est basée sur cette contribution importante des produits laitiers dans la ration calcique journalière. Cette insuffisance d'apport lactée observée pour tous les groupes d'étude explique en grande partie l'apport calcique médiocre de notre échantillon d'étude.

Pour l'ensemble de nos sujets, trois autres groupes se distinguent fortement des autres sources restantes, après le groupe lait et dérivés. Ceux sont les groupes des céréales, légumineuses et féculents, les groupes des fruits et légumes verts, et le groupe eau et boissons sucrées, avec respectivement des proportions de : 15,2% - 13,46% et 10,32%.

En fait, les céréales et féculents contribue pour une bonne partie dans les apports calciques, ceci paraît logique du fait qu'ils constituent la base de notre alimentation (FAO, 2005).

A propos des fruits et légumes verts, et d'après nos propres constatations, actuellement sur nos marchés la majorité des légumes et fruits perdurent toute l'année, même pour ceux qui sont saisonniers. Le problème est encore une fois leur coût ; même si leur consommation est quotidienne, le nombre de légumes et fruits apporté par jour reste insuffisant, d'où une source moindre en calcium comme nous l'avons vu précédemment, alors, les repères internationaux recommandent la consommation d'au moins cinq fruits et légumes par jour (JOURDAIN-MENNINGER et coll., 2010).

Une source en ce nutriment non négligeable est aussi apportée par l'eau avec 9,28%. Selon CONSTANT et HAWILI (2011), dans le cadre d'une alimentation équilibrée, l'eau de boisson constitue une source naturelle de minéraux particulièrement de calcium et de magnésium, qui peuvent exercer un effet bénéfique sur la santé.

Le groupe des chocolats et celui des viandes, poissons et œufs sont les deux groupes qui apportent le moins de calcium, avec dans l'ordre 1,77% et 5,19%. Cette faible consommation s'explique essentiellement par le coût élevé de la plupart de ces denrées, mais également par la disponibilité irrégulière sur le marché.

B/ Discussion des résultats de la deuxième étude : « test de CoCoNut-Calcium »

La deuxième méthode d'évaluation que nous avons utilisée est le score CoCoNut-Calcium, validé par l'UNAFORMEC (Union Nationale des Associations de Formation Médicale et d'Evaluation Continues), structure nationale de Formation Médicale Continue, avec le soutien éthique du CERIN. Il a été publié pour la première fois en 2005.

Ce test a déjà bénéficié d'études d'acceptabilité et de faisabilité, d'après les auteurs, sa faisabilité était suffisamment bonne en population générale pour qu'il puisse être utilisé en dépistage des insuffisances d'apport calcique.

En fait, le score CoCoNut-Calcium permet une appréciation globale des apports calciques liée en particulier aux apports d'origine laitière, ainsi la contribution de la source non laitière est estimée à 250 (+/-50) mg/j, l'imprécision de ce test vient par cette dernière notion.

Certains auteurs estiment les apports en calcium des viandes, légumes et fruits à environ 200mg / jour, en plus, la moyenne d'apports en calcium par la consommation d'1,5 litre d'eau quotidiens est d'environ 200 mg / jour ^[43]. Ce qui fait que les apports calciques d'origine non laitière, définis par le test CoCoNut sont loin des estimations de la plupart des auteurs.

- Niveaux d'apports calcique et contribution des différentes sources dans la ration journalière :

La moyenne des apports calciques estimés par la deuxième méthode pour l'ensemble de la population est d'environ 809,2 mg/j, la moyenne d'apport se rapproche des valeurs optimales chez les hommes de moins de 40 ans (905,38 mg/j). Alors, près de 23% des sujets enquêtés ont pu avoir une ration calcique suffisante (≥ 1000 mg/j) selon ce questionnaire.

Ces résultats se rapprochent à ceux qui sont rapportés par des enquêtes américaines notamment celle de Sebring et al, faite à l'aide d'un score alimentaire chez l'adulte jeune américain d'âge moyen de 38 ans, où l'apport alimentaire moyen en calcium était de 896 mg/j.

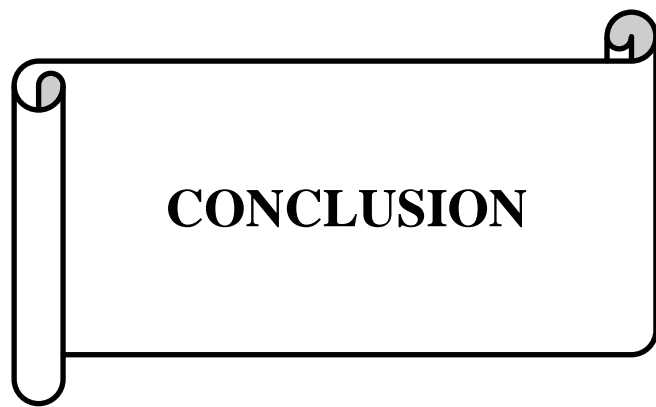
La contribution des produits laitiers évaluée par cette méthode (69,10%) se rapproche beaucoup des données de la littérature, cette constatation est due probablement à l'implication des plats et des préparations à base du lait et des produits laitiers dans ce deuxième questionnaire (plat aux fromages, dessert à base du lait...) ce qui correspond à nos habitudes alimentaires.

Même si le questionnaire CoCoNut est de faisabilité et d'acceptabilité reconnue, il manque beaucoup de précision ; Comme exemple : la portion des fromages et des produits laitiers impliquée dans la préparation des plats cités au questionnaire n'est plus précise. Donc source majeure de surestimation des apports calcique de notre population d'étude.

C/ Comparaison entre les résultats des deux méthodes :

L'analyse des résultats obtenus par les deux méthodes adoptées pour notre travail objective en commun : une insuffisance de moyenne d'apport calcique, la médiocrité du niveau de la ration calcique de l'ensemble de la population étudiée, et en fin, la dominance de la source laitière dans la couverture de la ration calcique journalière de notre échantillon d'étude.

Cependant la différence des résultats objectivée par les deux méthodes d'évaluation nécessite d'une par une analyse statistique plus approfondie afin de juger sa significativité et d'autre part la révision des items de questionnaire de « CoCoNut-Calcium » qui devraient être plus précis.



CONCLUSION

Conclusion :

L'identification de la ration calcique par des auto-questionnaires validés dans la région de Blida et les wilayas environnantes est une des rares études en Algérie.

L'étude s'est intéressée à une partie de la population algérienne qui présente des caractéristiques qui ne semblent pas très différentes de la population globale ; cependant, cette enquête alimentaire doit être complétée par une étude sur un échantillon représentatif de la population générale.

Le travail a montré une insuffisance d'apport calcique essentiellement secondaire à une faible consommation du lait et des produits laitiers. Cette ration calcique faible était objectivée par les deux méthodes de questionnement (Fardellone et CoCoNut) ; toutefois, il serait souhaitable d'établir des auto-questionnaires algériens validés et vérifiés par nos sociétés savantes.

Les résultats obtenus sont inquiétants, ce qui nous oblige à introduire dès maintenant une stratégie de prévention et de lutte contre les multiples pathologies liées à cette faible ration calcique dont la principale est l'ostéoporose avec ses complications fracturaires graves et invalidantes.

Cette stratégie doit concerner tout le personnel de santé : médecins spécialistes, médecins généralistes et pharmaciens ; à cet effet, les objectifs visés pourraient se résumer à :

- 1- Sensibiliser la population et surtout les pouvoirs publics sur la gravité du problème et sur les moyens de prévention.
- 2- Développer les moyens de questionnement et établir des auto-questionnaires propres à la population algérienne.
- 3- Insister sur une alimentation variée et équilibrée à tout âge.
- 4- Veiller à la consommation d'un produit laitier à chaque repas.
- 5- Encourager et éduquer les enfants à prendre des produits laitiers à la place des boissons sucrées.
- 6- Assurer les ANC chez les enfants et les adolescents afin de créer un capital osseux important.

Ration calcique : méthodes d'évaluation

7- Identifier les sujets à risque d'ostéoporose (sujets âgés, femmes ménopausées...) par un dépistage sélectif.

8- Faciliter l'accès aux produits laitiers et aux autres alternatifs et substituts au lait pour les régimes particuliers.

9- Former et informer les professionnels de santé par des formations continues.

10-Valoriser le domaine de la nutrition clinique et donner l'importance aux projets de recherche sur les programmes de préventions nutritionnelles et de sécurité alimentaire.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Le calcium : présentation, sources alimentaires, et besoins nutritionnels [En ligne]. Agence Nationale de la Sécurité Sanitaire, de l'Alimentation, de l'Environnement et du Travail ANSESS ; 2020 [consulté le 25/01/2021]. Disponible : <https://www.anses.fr/fr/content/le-calcium>
2. Le calcium [En ligne]. Les éléments chimiques ; 2013 [consulté le 25/01/2021]. Disponible : <https://www.elementschimiques.fr/?fr/elements/z/20>
3. PERROTEY J. Le calcium [En ligne]. Encyclopaedia Universalis ; s.d. [consulté le 31/01/2021]. Disponible: <https://www.universalis.fr/encyclopedie/calcium/?fbclid=IwAR1Qe5x9OfnZAPHqe-r4e8xsZDeaYRlr--Habk7foxpXC1KKoexw68AgBc>
4. Calcium : présentation [En ligne]. Union de professeurs de physique et de chimie ; 2011 [consulté le 31/01/2021]. Disponible : <https://national.udppc.asso.fr/40-aic-2011/classification-periodique/392-calcium-presentation.html?fbclid=IwAR2Hgh7FOqlaqo70mgG6cySb3x55JF5h-éqpXaLRH7hku9a2gF41DCIIoc40g>
5. Calcium – Ca [En ligne]. LENNTECH ; s.d. [consulté le 31/01/2021]. Disponible : https://www.lenntech.fr/periodique/elements/ca.htm?fbclid=IwAR1aHN_VQjK04ja3IN7S41BwLFjCC-zNG9pPIPOjZXsGSFzMGTw_1a3jWOY
6. Faits sur les éléments de calcium [En ligne]. Chemicool ; 2012 [consulté le 31/01/2021]. Disponible : "Calcium." Tableau périodique de Chemicool. Chemicool.com. 4 octobre 2012. Web. <<https://www.chemicool.com/elements/calcium.html>>.
7. LAFONT O, DUVAL D. Le préparateur en pharmacie. Technique et documentation ; 2001.
8. NEYRAT P. Calcium : ses rôles [En ligne]. e-santé.fr ; 2001 [consulté le 15/02/2021]. Disponible : <https://www.e-sante.fr/calcium-ses-roles/guide/572?page=1>
9. ERRAMI F. Evaluation de la ration calcique chez la population de MARRAKECH [Mémoire en ligne]. Marrakech (MAR) : Université Cadi Ayyad ; 2009 [cité le 15/02/2021]. Disponible : <http://wd.fmpm.uca.ma/biblio/theses/annee-htm/FT/2009/these03-09.pdf>
10. WEMEAU J L, VIALTTES B, SCHLIENGER J L. Métabolisme phosphocalcique. Endocrinologie, diabète, métabolisme et nutrition. Elsevier Masson SAS ; 2014. p. 495-503.

11. L'absorption du calcium des aliments, c'est important ! [En ligne]. Lait'quilibre ; 2017 [mis à jour le 04 juin 2019, cité le 19/02/2021]. Disponible : <https://www.produits-laitiers.com/labsorption-du-calcium-des-aliments-cest-important/>
12. SAULAIS C. Calcium et magnésium dans l'organisme humain : trois sites d'action comparés [Mémoire en ligne]. Nancy : Université Henri-Poincaré ;2000[cité le 19/02/2021]. Disponible:http://docnum.univ-lorraine.fr/public/SCDPHA_T_2000_SAULAIS_CLAIRE.pdf
13. James L, Lewis III.Revue générale des troubles de la concentration du calcium [En ligne]. Birmingham (GBR) : Le manuel MSD version pour professionnels de santé ; 2020 [cité le 19/02/2021].Disponible :<https://www.msmanuals.com/fr/professional/troubles-endocriniens-et-m%C3%A9taboliques/troubles-%C3%A9lectrolytiques/revue-g%C3%A9n%C3%A9rale-des-troubles-de-la-concentration-du-calcium>
14. L'équipePasseportSanté. Vitamine D [En ligne]. PasseportSanté, ; 2014 [mis à jour en janvier 2014 ; cité le 20/02/2021]. Disponible : https://www.passeportsante.net/fr/Solutions/PlantesSupplements/Fiche.aspx?doc=vitamine_d_ps
15. RIZZOLI R. Produits laitiers et croissance osseuse [En ligne]. Académie nationale de la médecine ; 2008[cité le 21/02/2021]. Disponible : <https://www.academie-medecine.fr/produits-laitiers-et-croissance-osseuse/>
16. ALLAIN P. Calcium intracellulaire- rôles [En ligne]. Pharmacorama ; s.d. [cité le 21/02/2021]. Disponible : <https://www.pharmacorama.com/pharmacologie/medicaments-elements/calcium-inhibiteurs-calciques-strontium/calcium-intracellulaire-role/#:~:text=L%27augmentation%20de%20la%20concentration,stri%C3%A9%20squelettique%2C%20muscle%20lisse%20vasculaire.>
17. FERRE P. Action et sécrétion de l'insuline : Double jeu pour les canaux potassiques. Med Sci [En ligne]. 2005 [cité le 21/02/2021];21(8-9)[environ 4 écrans]. Disponible : <https://doi.org/10.1051/medsci/2005218-9694>
18. BODIN L A. Relation dose-effet du calcium sur la coagulation étude expérimentale par thromboélastographie [Mémoire en ligne]. Paris (FRA) : Académie de Paris ; 2010 [cité le 21/02/2021]. Disponible : http://medias.desar.org/Memoires-Theses/Memoires/2010/Bodin_Antoine.pdf

19. TUTIN C. Ostéoporose, mieux vaut prévenir [En ligne]. Doctissimo ; s.d. [mis à jour le 16/08/2016 ; cité le 21/02/2021]. Disponible :

https://www.doctissimo.fr/html/dossiers/osteoporose/sa_4626_osteoporose_traitement.htm

20. Prévention du rachitisme par la vitamine D : ni trop ni trop peu [En ligne]. Prescrire.org ; 2013 [cité le 21/02/2021]. Disponible :

<https://www.prescrire.org/fr/3/31/49015/0/NewsDetails.aspx>

21. CORMICK G, CIAPPONI A, CAFFERATA ML, BELIZAN J M. La supplémentation en calcium pour prévenir l'hypertension artérielle [En ligne]. La bibliothèque Cochrane ; 2015 [cité le 22/02/2021]. Disponible : <https://doi.org/10.1002/14651858.CD010037.pub2>

22. DAINE F. Calcium [En ligne]. Doctissimo ; s.d. [modifié le 05/09/2018 ; cité le 22/02/2021]. Disponible :

https://www.doctissimo.fr/html/nutrition/vitamines_mineraux/calcium.htm

23. Mécanismes potentiels des effets des produits laitiers sur le poids santé. Savoir laitier ; s.d. [cité le 22/02/2021]. Disponible :

<https://www.savoirlaitier.ca/donnees-scientifiques/poids-sante/mecanismes-potentiels-des-effets-des-produits-laitiers-sur-le-poids-sante>

24. BENCHERIF, M. Alimentation, état nutritionnel, apport calcique et calcémie d'une population de jeunes adultes [Mémoire en ligne]. Constantine (DZD) : Université Mentouri ; 2011 [cité le 22/02 et le 30/04/2021]. Disponible :

<https://bu.umc.edu.dz/theses/agronomie/BEN6040.pdf>

25. MAZAURIC L. Intérêt de la consommation de lait et de produits laitiers chez l'adulte pour l'apport calcique : étude qualitative auprès de 14 sages-femmes assurant le suivi médical des grossesses [Mémoire en ligne]. Clermont- Ferrand (FRA) : Université d'Auvergne – Clermont 1 ; 2013 [cité le 09/06/2021]. Disponible : <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-00903620/document>

26. NAVARA C. Le calcium à travers l'alimentation conseils à l'officine [Mémoire en ligne]. Bordeaux (FRA) : Université de Bordeaux ; 2017 [cité le 10/04 et le 09/06/2021]. Disponible : <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01491091/document>

27. HORDE P. Ration alimentaire – Définition [Enligne]. Le journal des femmes ; s.d. [modifié le 11/11/2013 ; cité le 10/03/2021]. Disponible :

<https://sante-medecine.journaldesfemmes.fr/faq/22391-ration-alimentaire-definition>

28. La ration alimentaire [Enligne]. Maxicours; s.d. [cité le 10/03/2021]. Disponible :

<https://www.maxicours.com/se/cours/la-ration-alimentaire/>

29. SENOUCI, F. La ration alimentaire, Service de neurophysiologie et d'exploitation fonctionnelle du système nerveux. Oran : Faculté de médecine [cité le 25/03/2021]. Disponible :

http://www.facmed-univ-oran.dz/ressources/fichiers_produits/fichier_produit_2680.pdf

30. Collectif lanutrition.fr. Les apports nutritionnels conseillés (ANC) [En ligne]. Lanutrition.fr ; 2009 [modifié le 27/02/ 2017 ; cité le 25/03/2021]. Disponible :

<https://www.lanutrition.fr/bien-dans-son-assiette/bien-manger/les-recommandations-de-lanutrition.fr/les-apports-nutritionnels-conseilles-anc>

31. Apports journaliers recommandés [En ligne]. MGC Prévention ; s.d. [modifié le 10/01/2016 ; cité le 26/03/2021]. Disponible :

<https://www.mgc-prevention.fr/lexique/apports-journaliers-recommandes/>

32. SCHLIENGER J L. Nutrition clinique pratique chez l'adulte, l'enfant et la personne âgée. 1^{ère} édition. Strasbourg (FRA) : Elsevier-masson; 2018.

33. TUCKER K L. Vegetariandiets and bonestatus. The American Journal of Clinical Nutrition [En ligne]. 2014 [cité le 10/04/2021]. <https://doi.org/10.3945/ajcn.113.071621>

34. Collège des enseignants de nutrition. Méthodologie des enquêtes alimentaires [En ligne]. Université médicale virtuelle francophone ;2011 [cité le 20/04/2021]. Disponible : http://campus.cerimes.fr/nutrition/enseignement/nutrition_14/site/html/cours.pdf

35. PENSECN. Évaluation d'un questionnaire simplifié d'apports en calcium et d'une supplémentation orale en vitamine D en consultation de dépistage d'ostéoporose [Mémoire en ligne]. Angers (FRA) : Université Angers ; 2014 [cité le 25/04/2021]. Disponible : <https://dune.univ-angers.fr/fichiers/20050174/2014PPHA1815/fichier/1815F.pdf>

36. WAGNER D, Comparaison de deux méthodes d'évaluation de la ration calcique chez des femmes ménopausées consultant en médecine générale et intérêt d'une supplémentation en

calcium dans la prise en charge de l'ostéoporose [Mémoire en ligne]. Nancy (FRA) : Université Henri Poincaré ; 2010 [cité le 30/06/2021]. Disponible : <https://hal.univ-lorraine.fr/hal-01732364/document>

37. HAOUICHAT C. Prévalence de l'ostéoporose post-ménopausique dans la localité de Douéra. Thèse : p 97.
38. PHILIPPE I, BAUDIER F, MAZELIN A, BOURDERON D, PINOCHET C. Étude du comportement alimentaire de 225 adolescentes âgées de 16 à 18 ans. Cah Nutr Diet 1988 ; 23:126-36.
39. Profil Nutritionnel de l'Algérie - Division de l'Alimentation et de la Nutrition, FAO, 2005.
40. LAATAR A, KERKENI S, KASSAB S, et al. La ration calcique chez les femmes tunisiennes : à propos de l'étude PODIT. Rev Rhum 2004;71:979.
41. M. AIT OUAZAR et all ; Évaluation de la ration calcique dans la population de Marrakech et de sa région : à propos de mille cas.
42. Lait, nutrition et santé. Paris : Lavoisier-Tec et Doc, 2007, 566p.
43. HEANEY RP, DOWELLS MS. Absorbability of calcium in a high calcium mineral water. Osteoporosis Int, 1994; 4: p 323-324.

Annexe 01 :

L'auto-questionnaire de Fardellone

(face recto)

Evaluation de l'apport calcique journalier. Questionnaire Patient

Nom :

Prénom :

Date de naissance :

Ce questionnaire a pour but d'estimer la quantité de calcium apportée par l'alimentation. Veuillez inscrire vos réponses dans les cases réservées à cet effet et ne rien inscrire dans la case blanche.

1. Buvez-vous du lait tous les jours ?			
Si oui, combien en buvez-vous par jour ?	nombre de verres	<input type="text"/>	X 120 =
	nombre de tasses	<input type="text"/>	X 120 =
	nombre de bols	<input type="text"/>	X 360 =
Si non, combien en buvez-vous par semaine ?			
	nombre de verres	<input type="text"/>	X 17 =
	nombre de tasses	<input type="text"/>	X 17 =
	nombre de bols	<input type="text"/>	X 51 =
2. Mangez-vous des yaourts ou des crèmes desserts ?			
Si oui, combien par semaine ?	<input type="text"/>		X 21 =
3. Mangez-vous du fromage blanc ? si oui :			
Combien de pots de 100 g par semaine ?	<input type="text"/>		X 14 =
Combien de pots de 500 g par semaine ?	<input type="text"/>		X 68 =
Combien de pots de 1 kg par semaine ?	<input type="text"/>		X 136 =
4. Mangez-vous des petits suisses ? Si oui :			
Combien de petits modèles par semaine ?	<input type="text"/>		X 4 =
Combien de grands modèles par semaine ?	<input type="text"/>		X 8 =
5. Mangez-vous du gruyère, édam, gouda ou un autre fromage à pâte cuite ?			
Si oui, combien de fois en mangez-vous par semaine ?	<input type="text"/>		X 19 ^a =
vos portions sont-elles : petites ^a <input type="checkbox"/>	moyennes ^b <input type="checkbox"/>	grosses ^c <input type="checkbox"/>	X 38 ^b =
			X 56 ^c =
6. Mangez-vous du camembert, brie, chèvre ou autre fromage à pâte molle ?			
Si oui, combien de fois en mangez-vous par semaine ?	<input type="text"/>		X 9 ^a =
vos portions sont-elles : petites ^a <input type="checkbox"/>	moyennes ^b <input type="checkbox"/>	grosses ^c <input type="checkbox"/>	X 17 ^b =
			X 26 ^c =
7. Mangez-vous de la viande (charcuterie comprise) ou du poisson tous les jours ?			
Si oui, combien de fois en mangez-vous par jour ?	<input type="text"/>		X 7 ^a =
vos portions sont-elles : petites ^a <input type="checkbox"/>	moyennes ^b <input type="checkbox"/>	grosses ^c <input type="checkbox"/>	X 15 ^b =
			X 22 ^c =
8. Combien d'œufs mangez-vous en moyenne par semaine ?		<input type="text"/>	X 4 =

Ration calcique : méthodes d'évaluation

(face verso)

<p>9. Combien de fois mangez-vous des pommes de terre (vapeur, à l'eau...) par semaine ? <input style="width: 50px;" type="text"/></p> <p>vos portions sont-elles : petites^a <input type="checkbox"/> moyennes^b <input type="checkbox"/> grosses^c <input type="checkbox"/></p>		<p>X 1,5^a =</p> <p>X 3^b =</p> <p>X 4^c =</p>
<p>10. Combien de fois mangez-vous des frites par semaine ? <input style="width: 50px;" type="text"/></p> <p>vos portions sont-elles : petites^a <input type="checkbox"/> moyennes^b <input type="checkbox"/> grosses^c <input type="checkbox"/></p>		<p>X 7^a =</p> <p>X 14^b =</p> <p>X 21^c =</p>
<p>11. Combien de fois mangez-vous des pâtes ou de la semoule par semaine ? <input style="width: 50px;" type="text"/></p> <p>vos portions sont-elles : petites^a <input type="checkbox"/> moyennes^b <input type="checkbox"/> grosses^c <input type="checkbox"/></p>		<p>X 0,7^a =</p> <p>X 1,4^b =</p> <p>X 2^c =</p>
<p>12. Combien de fois mangez-vous des légumes secs (lentilles, haricots secs, pois chiches...) par semaine ? <input style="width: 50px;" type="text"/></p> <p>vos portions sont-elles : petites^a <input type="checkbox"/> moyennes^b <input type="checkbox"/> grosses^c <input type="checkbox"/></p>		<p>X 4^a =</p> <p>X 8^b =</p> <p>X 11^c =</p>
<p>13. Combien de fois mangez-vous des légumes verts (potage compris) par semaine ? <input style="width: 50px;" type="text"/></p> <p>vos portions sont-elles : petites^a <input type="checkbox"/> moyennes^b <input type="checkbox"/> grosses^c <input type="checkbox"/></p>		<p>X 7^a =</p> <p>X 13^b =</p> <p>X 20^c =</p>
<p>14. Combien mangez-vous de pain par jour ?</p> <p style="padding-left: 40px;">ficelles <input style="width: 50px;" type="text"/></p> <p style="padding-left: 40px;">baguettes <input style="width: 50px;" type="text"/></p> <p style="padding-left: 40px;">biscottes <input style="width: 50px;" type="text"/></p>		<p>X 25 =</p> <p>X 20 =</p> <p>X 4 =</p>
<p>15. Combien mangez-vous de fruits par semaine ? <input style="width: 50px;" type="text"/></p>		<p>X 4 =</p>
<p>16. Mangez-vous du chocolat au lait (ou blanc) ?</p> <p style="padding-left: 20px;">si oui, combien en mangez-vous par semaine ?</p> <p style="padding-left: 20px;">nombre de barres par semaine : <input style="width: 50px;" type="text"/></p>		<p>X 6 =</p>
<p>17. Mangez-vous du chocolat noir ?</p> <p style="padding-left: 20px;">si oui, combien en mangez-vous par semaine ?</p> <p style="padding-left: 20px;">nombre de barres par semaine : <input style="width: 50px;" type="text"/></p>		<p>X 2 =</p>
<p>18. Combien buvez-vous d'eau du robinet par jour ?</p> <p style="padding-left: 20px;">nombre de verre par jour : <input style="width: 50px;" type="text"/></p>		<p>X 9 =</p>
<p>19. Buvez-vous de l'eau minérale ?</p> <p style="padding-left: 20px;">Si oui, combien de verres buvez-vous par jour ?</p> <p style="padding-left: 40px;">Benharoun <input style="width: 50px;" type="text"/></p> <p style="padding-left: 40px;">Mouzaia <input style="width: 50px;" type="text"/></p> <p style="padding-left: 40px;">Guedila <input style="width: 50px;" type="text"/></p> <p style="padding-left: 40px;">Saïda <input style="width: 50px;" type="text"/></p> <p style="padding-left: 40px;">Ifri <input style="width: 50px;" type="text"/></p> <p style="padding-left: 40px;">Lalla Khadidja <input style="width: 50px;" type="text"/></p> <p style="padding-left: 40px;">El Golia <input style="width: 50px;" type="text"/></p> <p style="padding-left: 40px;">Autre <input style="width: 50px;" type="text"/></p>		<p>X 41 =</p> <p>X 13 =</p> <p>X 9 =</p> <p>X 6 =</p> <p>X 7 =</p> <p>X 5 =</p> <p>X 2 =</p> <p>X 10 =</p>
<p>20. Buvez-vous du vin, bière, cidre ou jus de fruits ?</p> <p style="padding-left: 20px;">Si oui, nombre de verres par jour : <input style="width: 50px;" type="text"/></p>		<p>X 7 =</p>
<p><u>Apport calcique journalier (mg/jour), TOTAL :</u></p>		<div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 30px; margin: 0 auto;"></div>

Annexe 02 :

Questionnaire d'évaluation des apports calciques du CERIN / UNAFORMEC

Comment savoir si vous manquez de calcium ?



COMMENT REMPLIR LE QUESTIONNAIRE ?

Seuls les aliments riches en calcium les plus couramment consommés figurent dans ce questionnaire. Ce sont le lait, les fromages, les yaourts et les plats ou desserts à base de fromage ou de lait.

- 1 Essayez de faire une réponse « en général », en vous basant sur votre alimentation moyenne.
- 2 Pour chaque aliment proposé, 5 réponses sont possibles, mais une seule doit être entourée :

Pour ceux que vous mangez au moins une fois par jour, entourez les cases gris-bleu

Pour ceux que vous mangez moins souvent, mais au moins une fois par semaine, entourez les cases rouges

- 3 N'entourez rien pour les aliments que vous mangez peu souvent, c'est-à-dire moins d'une fois par semaine.
- 4 Pour connaître votre score, faites le total des points obtenus par colonne puis le total des colonnes.

Âge : Sexe : masculin féminin

	Vous en mangez tous les jours		Vous en mangez de temps en temps		
	2 à 3 fois par jour	1 fois par jour	5 à 6 fois par semaine	3 à 4 fois par semaine	1 à 2 fois par semaine
Lait (200ml) : un bol ou un grand verre	8	4	3	2	1
Sandwich au fromage ou quiche ou croque-monsieur ou soufflé au fromage ou plat au gratin	9	4	3	2	1
Fromage (1 part)	8	4	3	2	1
1 Yaourt	6	3	2	1	0
Fromage blanc (1 part)	4	2	1	0	0
Fian ou riz au lait ou gâteau de semoule ou glace ou crème dessert	7	3	2	1	0
TOTAL de POINTS par COLONNE	+	+	+	+	
	TOTAL des COLONNES =				

POUR COUVRIR VOS BESOINS EN CALCIUM IL VOUS FAUT AU MOINS :

Un(e) adolescent(e) (10 à 18 ans) :	15 points
Une femme enceinte :	12 points
Un(e) adulte :	10 points
Une femme ménopausée :	15 points
Un homme de plus de 65 ans :	15 points

Attention,

si vous êtes dans les groupes à risque : essentiellement adolescentes et femmes ménopausées, vous pouvez manquer sérieusement de calcium si votre score est inférieur à 10 points.

Demandez conseil à votre médecin ou votre pharmacien : ils vous aideront à y remédier.

Référence : Estimation des apports calciques. Validation d'un questionnaire. Revue du praticien Médecine générale 2005 ; 19 : 972-75



MPPA - Incommunication CERIN Siren 301 207 018 - 03116 82066C

Annexe 03 :

Test CoCoNut-Calcium

Test CoCoNut Calcium (CoCoNut Ca)					
	Vous en mangez souvent, au moins 1 fois/jour		Vous en mangez moins souvent, mais au moins 1 fois/semaine		
	2 à 3 fois/jour	1 fois/jour	5 à 6 fois/semaine	3 à 4 fois/semaine	1 à 2 fois/semaine
Lait (200mL = 1 bol ou 1 grand verre)	8	4	3	2	1
Sandwich au fromage, ou quiche, ou croque-monsieur, ou soufflé au fromage, ou plat au gratin	9	4	3	2	1
Fromage (1 part)	8	4	3	2	1
Yaourt	6	3	2	1	0
Fromage blanc (1 part)	4	2	1	0	0
Fian, ou riz au lait, ou gâteau de semoule, ou glace, ou crème dessert	7	3	2	1	0
Total de points par colonne		+	+	+	+
					Total colonnes =

Annexe 04 :

Questionnaire de l'hôpital de la Pitié-Salpêtrière

<p>Nom : _____ Taille : _____ Prénom : _____ Poids : _____ Date de naissance : _____ Date : _____</p> <p><i>Ce questionnaire a pour but d'évaluer vos apports alimentaires en protéines, calcium, et sels.</i></p> <p>1 Quel est le poids de vos parts de viande ? (sachant qu'une portion moyenne pèse entre 100 g et 150 g)</p> <p>Combien de fois par semaine mangez-vous :</p> <p>2 de la viande ? 3 du poisson ? 4 du jambon ? 4 de la charcuterie, du poisson en conserve, des ravioli, pizza, friands ? 5 Combien d'œufs mangez-vous par semaine ? (y compris : entremets, quiche, gratins ...) Quelle quantité de lait consommez-vous chaque jour ?</p> <p>6 lait "liquide" (nombre de verres) 7 lait en poudre (nombre de cuillers à soupe)</p> <p>8 lait "en tube" (nombre de cuillers à soupe) 9 Combien de yaourts, yaourts aux fruits, gélifiés, crèmes-dessert ou équivalent, mangez-vous par semaine ? Combien de petit-suisse mangez-vous par semaine ?</p> <p>10 nombre de "petits" suisses 11 nombre de "gros" suisses quelle quantité de fromage blanc mangez-vous par semaine ?</p> <p>12 nombre de pots de 100 g 13 nombre de pots de 500 g</p>	<p>14 Combien de fois par semaine consommez-vous du fromage râpé ? Sachant qu'un camembert équivaut à 8 parts de fromage, combien de part mangez-vous chaque semaine de :</p> <p>15 camembert, brie, chèvre (ou autre fromage à pâte molle) fromage type "kiri, samos, 1/2 sel" ? 16 gruyère, comté, gouda (ou autre fromage à pâte cuite) ?</p> <p>17 Sachant qu'une baguette pèse 250 g, quelle quantité de pain mangez vous par jour ?</p> <p>18 Combien de biscotte (ou "crackers", ou tranche de pain emballé d'un format similaire) mangez-vous par jour ? 19 Combien de croissants (pains au chocolat ...) mangez-vous par semaine ?</p> <p>Combien de fois par semaine mangez-vous des céréales au petit déjeuner ? 20 des barres chocolatées (type "mars", "balisto" ...) 21 des biscuits ? 22 Combien de fois par semaine mangez-vous des pâtes (ou de la semoule) ? 23 Combien de fois par semaine consommez-vous des olives, cacahuètes, biscuits à apéritif ?</p> <p>24 A table, rajoutez-vous du sel ? Avez-vous l'impression de manger :</p> <p>25 très salé ? 26 moyennement salé ? 27 peu salé ? 28</p> <p>Vos apports calciques vous semblent-ils satisfaisant ? OUI NON</p> <p>N'hésitez pas à compléter ce questionnaire par d'éventuelles précisions concernant votre alimentation :</p> <p>Merci d'avoir répondu à ces questions.</p>
--	--

Annexe 05 :

Questionnaire calcique court

Nature de l'aliment	Nombre de fois par jour	Contenu en calcium (mg)	Total (mg)
Lait de vache (1 verre de 100 mL) (1 bol de 300 mL)		x 120 x 360	= =
Fromage (1 portion de 30 g) Gruyère (1 portion de 30 g)		x 150 x 270	= =
Yaourt (125 g)		x 180	=
Fromage blanc* (125 g) Un petit-suisse		x 200 x 100	= =
Eau minérale** (500 mL)		x 250	=
Autres apports moyens***		+ 350	=
Total journalier (mg)			=

Annexe 06 :

La version traduite en arabe du questionnaire de Fardellone

تقييم كمية الكالسيوم اليومية. استجواب المريض.

الاسم: اللقب: العمر:
الحالة الفيزيولوجية: رقم الهاتف:

الوزن:
الجنس:

هذا الاستجواب هدفه تقدير كمية الكالسيوم المقدمة عن طريق الطعام.

1- هل تشرب الحليب يوميا؟

.....=120*

.....=120*

.....=360*

.....=17*

.....=17*

.....=51*

.....=21*

.....=14*

.....=68*

.....=136*

.....=4*

.....=8*

.....= 19 a*

.....=38 b *

.....=56 c*

.....=9 a*

.....=17 b *

.....=26 c*

.....=7 a*

.....=15 b *

.....=22 c*

.....=4*

إذا نعم، كم تشرب فالايوم؟ عدد الكؤوس عدد الأكواب عدد الأوعية

إذا لا، كم تشرب فالأسبوع؟ عدد الكؤوس عدد الأكواب عدد الأوعية

2- هل تأكل زبادي (ياغورت) أو قشدة التحلية (كريم ديسير) ؟

إذا نعم، كم من مرة فالأسبوع؟

3- هل تأكل الجبن الأبيض؟ إذا نعم:

كم من علبة جبن 100 غ في الأسبوع؟.....

كم من علبة جبن 500 غ فالأسبوع؟.....

كم من علبة جبن 1 كغ فالأسبوع؟.....

4- هل تأكل جبن petit-suisse؟ إذا نعم

كم من نوع صغير فالأسبوع؟.....

كم من نوع كبير فالأسبوع؟.....

5- هل تأكل جبن الغرويير، ايدام، جودا، أو أي نوع اخر من الجبن ذو عجينة مطبوخة؟

إذا نعم كم تأكل منه في الأسبوع؟.....

هل قطعكم: صغيرة* متوسطة b..... كبيرة c.....

6- هل تأكل كامامبير، بري ، شافر أو أي نوع اخر من الجبن الطري؟

إذا نعم كم من مرة تأكل في الأسبوع؟.....

هل قطعكم: صغيرة a..... متوسطة b..... كبيرة c.....

7- هل تأكل اللحم (يشمل كذلك إضافات للطعام لتجعله شهيا) أو السمك كل يوم؟

إذا نعم كم تأكل من مرة في اليوم؟.....

هل قطعكم صغيرة a..... متوسطة b..... كبيرة c.....

8- كم تأكل بيض في الأسبوع؟.....

Ration calcique : méthodes d'évaluation

.....=1.5 a*
.....= 3 b *
.....= 4 c*
.....=7 a*
.....=14 b *
.....=2 c*
.....=0.7 a*
.....= 1.4 b *
.....=2 c*
.....= 4 a*
.....=8 b *
.....=11 c*
.....=7 a*
.....=13 b *
.....=20 c*
.....=25 a *
.....= 20 b *
.....= 4 c*
.....=4*
.....=6*
.....=9*
.....=10*
.....=7*

9- كم من مرة تأكل البطاطا المطبوخة (مقلية في الماء، على البخار...) في الأسبوع؟.....

هل قطعكم: صغيرة a..... متوسطة b..... كبيرة c.....

10- كم من مرة تأكل بطاطا مقلية في الأسبوع؟.....

هل قطعكم: صغيرة a..... متوسطة b..... كبيرة c.....

11- كم من مرة تأكل العجانن أو السميد في الأسبوع؟.....

هل قطعكم: صغيرة a..... متوسطة b..... كبيرة c.....

12- كم من مرة تأكل الحبوب الجافة (عدس، الفاصوليا، حمص...) في الأسبوع؟.....

هل قطعكم: صغيرة a..... متوسطة b..... كبيرة c.....

13- كم من مرة تأكل الخضر (يشمل كذلك الحساء) في الأسبوع؟.....

هل قطعكم: صغيرة a..... متوسطة b..... كبيرة c.....

14- كم تأكل من الخبز في اليوم؟ خبز رقيق..... رغيف..... بسكويت.....

15- كم من مرة تأكل الفواكه في الأسبوع؟.....

16- هل تأكل الشوكولاتة بالحليب أو بيضاء؟

إذا نعم كم تأكل منها في الأسبوع؟

عدد القطع في الأسبوع.....

17- هل تأكل الشوكولاتة السوداء؟

إذا نعم كم من مرة في الأسبوع؟

عدد القطع في الأسبوع.....

18- كم تشرب من ماء الحنفية في اليوم؟

عدد الكؤوس في اليوم.....

19- هل تشرب المياه المعدنية؟

إذا نعم كم تشرب من كأس في اليوم؟.....

20- هل تشرب عصير الفواكه؟

إذا نعم كم عدد الكؤوس في اليوم؟.....

كمية الكالسيوم اليومية (مع/اليوم). المجموع:

Résumé :

Notre mémoire a visé un des plus importants micronutriments dans l'organisme « le calcium », cet élément qui est largement présent dans l'alimentation, est principalement apporté par les aliments lactés néanmoins la source non laitière garde tout son intérêt.

En fait, une alimentation équilibrée en calcium doit être variée et permettre de couvrir l'ensemble des besoins calciques de l'organisme en particulier ceux de l'os.

Assurer ses besoins en calcium n'est pas aussi facile, du fait, de leur variabilité intra et inter individuelle considérable ; ainsi, toute carence d'apport est à l'origine de multiples pathologies (en particulier osseuses) pour lesquelles une prise en charge adéquate doit passer obligatoirement par une étape décisive : l'évaluation des apports calciques.

Le choix de la méthode d'enquête alimentaire est également primordial : la technique choisie doit être précise, spécifique et sensible ; en effet, il est impératif qu'elle soit adaptée aux habitudes alimentaires de la population enquêtée.

Dans ce contexte, nous avons réalisé une étude pratique sur 150 patients d'âge moyen d'environ 36 ans, appartenant à la région de Blida et Ksar El-Boukhari, afin d'apprécier l'apport alimentaire en calcium et en préciser les sources. Pour ce faire, nous avons adopté deux méthodes de questionnement déjà validées : « l'auto-questionnaire de Fardellone » et « le test CoCoNut-Calcium ».

Quelle que soit la méthode utilisée, les résultats obtenus ont montré une insuffisance de l'apport calcique moyen de la totalité des groupes étudiés ; cette ration médiocre est liée en grande partie à un apport déficient en produits laitiers.

L'auto-questionnaire de Fardellone s'est avéré plus détaillé et plus précis toutefois, il était chronophage, par contre, le test CoCoNut a permis une évaluation globale qui semble plus facile et plus pratique mais son inconvénient majeur est sa faible précision.

Nos habitudes alimentaires particulières nous incitent à l'établissement des auto-questionnaires propres à notre population, ainsi les résultats obtenus nous recommandent d'introduire une stratégie de prévention et de lutte contre les multiples pathologies liées à cette faible ration calcique ; une telle stratégie devrait être basée sur une sensibilisation et une éducation nutritionnelle de l'ensemble de la population.

Mots clés : Calcium - Ration calcique - Produits laitiers - Besoins nutritionnels - Enquête alimentaire - Fardellone - CoCoNut - Ostéoporose.