

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MENTOURI CONSTANTINE

INSTITUT DE LA NUTRITION, DE L'ALIMENTATION  
ET DES TECHNOLOGIES AGRO – ALIMENTAIRES  
(INATAA)

Département de Nutrition

N° d'ordre :  
N° de série :

MEMOIRE  
Présenté pour l'obtention du  
DIPLOME DE MAGISTER EN SCIENCES ALIMENTAIRES  
OPTION : NUTRITION HUMAINE

Par  
**BENCHARIF Meriem**

**Alimentation, état nutritionnel, apport calcique et  
calcémie d'une population de jeunes adultes**

**Soutenu le 28/06/2011**

**Devant le jury composé de :**

Présidente	: BARKAT M.	Maître de Conférences	(INATAA, Université Mentouri Constantine)
Promoteur	: AGLI A.	Professeur	(INATAA, Université Mentouri Constantine)
Examinatrices	: KHARROUB K.	Maître de Conférences	(INATAA, Université Mentouri Constantine)
	OULAMARA H.	Maître de Conférences	(INATAA, Université Mentouri Constantine)

**Année universitaire : 2010/2011**

## *Remerciements*

*À Dieu, tout puissant et miséricordieux, pour m'avoir donné courage, patience et volonté d'arriver jusque-là.*

*Au Professeur AGLI A. qui a dirigé ce travail de Magister tout en me laissant beaucoup de liberté et d'initiatives. Votre vision des choses ont été pour moi des voies de réflexion. Ce fut un très grand plaisir de travailler avec vous durant ces trois années. Votre disponibilité malgré votre emploi du temps chargé, votre vaste connaissance dans le domaine scientifique et votre bouillonnement perpétuel de nouvelles idées ont été extrêmement enrichissants. Veuillez trouver ici Monsieur le Professeur, le témoignage de ma reconnaissance et l'expression de ma plus haute considération.*

*Aux membres du jury :*

*Docteur BARKAT M. qui nous a fait l'honneur d'examiner notre travail et de présider le jury de soutenance ;*

*Docteur KHARROUB K. et Docteur OULAMARA H. qui nous ont honoré par leur participation au jury, par leurs remarques, leurs critiques et conseils.*

*Au Département de Nutrition de l'INATAA, qui a été à l'origine du Magister « Nutrition Humaine ». Au Laboratoire de Nutrition et Technologie Alimentaire (LNTA) qui a soutenu pédagogiquement, matériellement et financièrement la réalisation de notre formation en post graduation et du présent travail.*

*À Madame DAHDOUH Soraya, l'infirmière de l'INATAA qui a été sollicitée pour la réalisation des prélèvements sanguins et qui n'a pas hésité à nous aider.*

*À tous les enseignants de l'INATAA qui m'ont formé pendant la graduation et post-graduation. Qu'il veuille bien accepter mes remerciements car leur apprentissage m'a beaucoup servi pour élaborer ce travail.*

*À tous les étudiants pour leur participation à notre enquête, leur patience et leur amabilité.*

*Aux personnes qui me sont très chères et qui ont toujours cru en moi. Votre présence a été un moteur de ce travail. Pour votre soutien inestimable et indéfectible tout au long de ces longues études.*

## SOMMAIRE

	<b>Page</b>
<b>INTRODUCTION</b>	<b>1</b>
<b>SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE</b>	
<b>CHAPITRE I. CALCIUM, ELEMENT ESSENTIEL A L'ORGANISME ET A L'ECHELLE CELLULAIRE</b>	<b>3</b>
I. 1. Répartition du calcium dans l'organisme	3
I. 1. 1. Formes du calcium sanguin	3
I. 1. 2. Stock calcique et capital osseux	4
I. 2. Métabolisme du calcium	5
I. 2. 1. Biodisponibilité du calcium alimentaire	7
I. 2. 2. Facteurs intervenant dans l'absorption du calcium	7
I. 2. 3. Régulation hormonale du métabolisme calcique et homéostasie	9
I. 3. Rôle physiologique du calcium	10
I. 3. 1. Rôle structural (ou plastique)	11
I. 3. 2. Rôle de transmission et de transport	11
<b>CHAPITRE II. EVALUATION DE L'ETAT NUTRITIONNEL</b>	<b>14</b>
II. 1. Notion d'état nutritionnel	14
II. 2. Méthodes d'évaluation de l'état nutritionnel et intérêt	15
II. 2. 1. Mesures anthropométriques	15
II. 2. 2. Indicateurs biochimiques	16
II. 2. 3. Examens cliniques	17
II. 3. Enquête nutritionnelle	18
II. 3. 1. Modalités d'enquête nutritionnelle	19
II. 3. 2. Méthodes d'évaluation de la consommation alimentaire	20
II. 4. Echantillon et choix de l'échantillonnage	26
II. 5. Exploitation des données	26
II. 6. Limites des enquêtes alimentaires	27
<b>CHAPITRE III. APPORTS ALIMENTAIRES EN CALCIUM ET CALCEMIE</b>	<b>28</b>
III. 1. Besoins calciques	28
III. 1. 1. Besoins nets	29
III. 1. 2. Besoins nutritionnels moyens	29
III. 2. Apports nutritionnels conseillés en calcium	30
III. 3. Sources alimentaires en calcium	30
III. 4. Estimation du calcium sanguin	31
III. 4. 1. Recueil des prélèvements	31
III. 4. 2. Conservation des échantillons sanguins	31
III. 4. 3. Dosage du calcium ionisé	32
III. 5. Carence et excès calcique, leurs causes et symptômes	32
III. 5. 1. Hypocalcémie	32
III. 5. 2. Hypercalcémie	34
<b>METHODOLOGIE</b>	
I. Enquête nutritionnelle	36
I. 1. Population étudiée et échantillonnage	36
I. 1. 1. Sélection des sujets	37
I. 2. Déroulement et réalisation de l'enquête	37
I. 3. Questionnaire	38

I. 3. 1. Pré-enquête	39
I. 3. 2. Description du questionnaire retenu	39
I. 3. 3. Suite de l'enquête nutritionnelle	42
I. 4. Dosage de l'hématocrite et de la calcémie	43
I. 4. 1. Prélèvements sanguins	43
I. 4. 2. Détermination de l'hématocrite	44
I. 4. 3. Détermination de la calcémie	45
I. 5. Difficultés rencontrées lors de la réalisation de l'enquête	46
II. Saisie, traitements des données et exploitation statistique	46

## RESULTATS

I. Enquête nutritionnelle	48
I. 1. Description générale de la population enquêtée	48
I. 1. 1. Répartition des sujets selon le sexe et l'âge	48
I. 1. 2. Répartition des sujets selon le lieu de résidence	48
I. 2. Caractéristiques anthropométriques	49
I. 3. Apports alimentaires	49
I. 3. 1. Apports énergétiques et nutritionnels	49
I. 3. 2. Répartition des apports journaliers en calcium par repas	54
I. 3. 3. Sources alimentaires de calcium	56
I. 4. Fréquence de consommation habituelle des aliments	58
I. 4. 1. Lait et produits laitiers	58
I. 4. 2. Céréales, légumineuses et féculents	59
I. 4. 3. Viandes, poissons, œufs et charcuteries	60
I. 4. 4. Fruits et légumes	61
I. 4. 5. Corps gras et produits sucrés	61
I. 4. 6. Eau et boissons sucrées	62
I. 5. Etat de santé	63
I. 5. 1. Compléments alimentaires	63
I. 5. 2. Distribution des maladies	66
I. 5. 3. Pratique d'exercice physique	67
I. 6. Examen clinique	70
II. Suite de l'enquête nutritionnelle	71
II. 1. Description générale de la population interrogée	72
II. 1. 1. Répartition des sujets du sous échantillon selon le sexe et l'âge	72
II. 1. 2. Répartition des sujets du sous échantillon selon le lieu de résidence	72
II. 2. Caractéristiques anthropométriques	72
II. 3. Apports alimentaires en calcium	73
II. 4. Mesures tensionnelles	73
II. 5. Dosage de l'hématocrite et de la calcémie	76
II. 5. 1. Hématocrite	77
II. 5. 2. Calcémie	79

## DISCUSSION

I. Enquête nutritionnelle	81
I. 1. Population étudiée	81
I. 2. Caractéristiques anthropométriques	81
I. 3. Apports alimentaires	82
I. 3. 1. Apports énergétiques	82
I. 3. 2. Apports en macronutriments	83
I. 3. 3. Apports en micronutriments	84
I. 3. 4. Répartition des apports journaliers en calcium par repas	87

I. 3. 5. Sources alimentaires de calcium	87
I. 4. Fréquence de consommation habituelle des aliments	88
I. 5. Etat de santé	91
I. 5. 1. Compléments alimentaires	91
I. 5. 2. Distribution des maladies	91
I. 5. 3. Pratique d'exercice physique	92
I. 6. Examen clinique relatif au niveau de la calcémie	92
II. Suite de l'enquête nutritionnelle	93
II. 1. Description générale du sous échantillon	93
II. 2. Apports alimentaires en calcium	93
II. 3. Mesures tensionnelles	94
II. 4. Dosage de l'hématocrite et de la calcémie	95
II. 4. 1. Hématocrite	95
II. 4. 2. Calcémie	96
<b>CONCLUSION</b>	<b>98</b>
<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES</b>	<b>100</b>
<b>ANNEXES</b>	<b>125</b>

## LISTE DES ABREVIATIONS

<b>AEQT</b>	:	<b>a</b> pport <b>é</b> nergétique <b>q</b> uotidien <b>t</b> otal
<b>AGMI</b>	:	<b>a</b> cides <b>g</b> ras <b>m</b> ono <b>i</b> nsaturés
<b>AGPI</b>	:	<b>a</b> cides <b>g</b> ras <b>p</b> oly <b>i</b> nsaturés
<b>AGS</b>	:	<b>a</b> cides <b>g</b> ras <b>s</b> aturés
<b>ANC</b>	:	<b>a</b> pports <b>n</b> utritionnels <b>c</b> onseillés
<b>ATP</b>	:	<b>a</b> dénosine <b>t</b> riphosphate
<b>BNM</b>	:	<b>b</b> esoins <b>n</b> utritionnels <b>m</b> oyens
<b>CaBP</b>	:	<b>c</b> alcium <b>b</b> inding <b>p</b> rotein
<b>CaR</b>	:	<b>r</b> écepteur <b>c</b> alcium <b>e</b> xtracellulaire
<b>Cér, Lég, Féc</b>	:	<b>c</b> éréales, <b>l</b> égumineuses et <b>f</b> éculents
<b>CGPS</b>	:	<b>c</b> orps <b>g</b> ras et <b>p</b> roduits <b>s</b> ucrés
<b>EBS</b>	:	<b>e</b> au et <b>b</b> oissons <b>s</b> ucrées
<b>ET</b>	:	<b>é</b> cart <b>t</b> ype
<b>FL</b>	:	<b>f</b> ruites et <b>l</b> égumes
<b>HTA</b>	:	<b>h</b> ypertension <b>a</b> rtérielle
<b>IGF - 1</b>	:	<b>i</b> nsulin-like <b>g</b> rowth <b>f</b> actor - <b>1</b>
<b>IMC</b>	:	<b>i</b> ndice de <b>m</b> asse <b>c</b> orporelle
<b>INATAA</b>	:	<b>I</b> nstitut de la <b>N</b> utrition, de l' <b>A</b> limentation et des <b>T</b> echnologies <b>A</b> gro- <b>A</b> limentaires
<b>INSP</b>	:	<b>I</b> nstitut <b>N</b> ational de <b>S</b> anté <b>P</b> ublique
<b>LA</b>	:	<b>l</b> ipides <b>a</b> nimaux
<b>LNTA</b>	:	<b>L</b> aboratoire de <b>N</b> utrition et de <b>T</b> echnologie <b>A</b> limentaire
<b>LV</b>	:	<b>l</b> ipides <b>v</b> égétaux
<b>m</b>	:	<b>m</b> oyenne
<b>max</b>	:	<b>m</b> aximum
<b>min</b>	:	<b>m</b> inimum
<b>N</b>	:	<b>e</b> ffectif
<b>P</b>	:	<b>s</b> euil de <b>s</b> ignification
<b>PA</b>	:	<b>p</b> rotéines <b>a</b> nimales
<b>PAD</b>	:	<b>p</b> ression <b>a</b> rtérielle <b>d</b> iaستولique
<b>PAS</b>	:	<b>p</b> ression <b>a</b> rtérielle <b>s</b> ystolique
<b>PNNS</b>	:	<b>P</b> rogramme <b>N</b> ationale <b>N</b> utrition <b>S</b> anté
<b>PTH</b>	:	<b>p</b> arathormone
<b>PV</b>	:	<b>p</b> rotéines <b>v</b> égétales
<b>SU.VI.MAX.</b>	:	<b>S</b> upplémentation en <b>V</b> itamines et <b>M</b> inéraux <b>A</b> ntio <b>X</b> ydants
<b>TA</b>	:	<b>t</b> ension <b>a</b> rtérielle
<b>TCA</b>	:	<b>t</b> able (s) de <b>c</b> omposition des <b>a</b> liments
<b>VDR</b>	:	<b>v</b> itamin <b>D</b> <b>r</b> eceptor
<b>VPOC</b>	:	<b>v</b> iandes, <b>p</b> oissons, <b>œ</b> ufs et <b>c</b> harcuteries

## LISTE DES FIGURES

	Page
Figure 01 :	Répartition du calcium plasmatique dans l'organisme chez le sujet sain 04*
Figure 02 :	Principales voies du métabolisme calcique 06*
Figure 03 :	Contrôle hormonal de l'homéostasie calcique 08*
Figure 04 :	Rôles du calcium en tant que signal calcique 11*
Figure 05 :	Aspects métabolique et mécanique de la contraction du muscle strié squelettique 11*
Figure 06 :	Fixation du calcium sur la protéine calmoduline 12*
Figure 07 :	Voies de la coagulation intrinsèque et extrinsèque 13*
Figure 08 :	Protocole de réalisation de l'enquête nutritionnelle 36*
Figure 09 :	Répartition des sujets selon le sexe 48*
Figure 10 :	Statut pondéral des sujets enquêtés selon le sexe 49*
Figure 11 :	Proportion des apports énergétiques pour l'ensemble de l'échantillon étudié 50*
Figure 12 :	Relation entre les apports alimentaires journaliers en calcium et l'indice de masse corporelle chez l'ensemble des sujets 52*
Figure 13 :	Répartition des apports calciques quotidiens (en pourcentage) par repas chez les sujets enquêtés et selon le sexe 54*
Figure 14 :	Répartition des apports calciques quotidiens (en pourcentage) par repas chez les sujets enquêtés selon l'état pondéral 55*
Figure 15 :	Répartition des apports calciques quotidiens (en pourcentage) par repas chez les sujets enquêtés selon l'apport calcique 55*
Figure 16 :	Contribution des groupes d'aliments consommés en l'apport calcique moyen journalier en pourcentage selon le sexe 56*
Figure 17 :	Contribution des groupes d'aliments consommés en l'apport calcique moyen journalier en pourcentage selon l'état pondéral 57*
Figure 18 :	Contribution des groupes d'aliments consommés en l'apport calcique moyen journalier en pourcentage selon l'apport calcique 58*
Figure 19 :	Relation entre les apports journaliers en calcium et la fréquence de consommation habituelle des laitages chez les sujets étudiés 59*
Figure 20 :	Distribution des pourcentages de consommation de compléments alimentaires selon le sexe 62*
Figure 21 :	Distribution des pourcentages de consommation de compléments alimentaires selon l'état pondéral 62*
Figure 22 :	Distribution des pourcentages de consommation de compléments alimentaires selon l'apport calcique 62*
Figure 23 :	Distribution des pourcentages de sujets pratiquant de l'exercice physique selon le sexe 68*
Figure 24 :	Distribution des pourcentages de sujets pratiquant de l'exercice physique selon l'état pondéral 68*
Figure 25 :	Distribution des pourcentages de sujets pratiquant de l'exercice physique selon l'apport calcique 69*
Figure 26 :	Répartition des sujets du sous échantillon selon le sexe 72*
Figure 27 :	Statut pondéral des sujets du sous échantillon selon le sexe 73*

Figure 28 :	Répartition des sujets selon leurs chiffres tensionnels en fonction du sexe	75*
Figure 29 :	Répartition des sujets selon les chiffres tensionnels suivant l'état pondéral	75*
Figure 30 :	Répartition des sujets selon les chiffres tensionnels d'après l'apport calcique	76*
Figure 31 :	Relation entre les apports alimentaires journaliers en calcium et la pression artérielle systolique chez les sujets enquêtés	75*
Figure 32 :	Relation entre les apports journaliers en calcium et l'hématocrite chez les sujets étudiés	78*
Figure 33 :	Relation entre les apports journaliers en fer et l'hématocrite chez les sujets étudiés	78*
Figure 34 :	Relation entre les apports journaliers en calcium et la calcémie chez les sujets étudiés	80*

\* : page au verso



## LISTE DES TABLEAUX

		Page
Tableau 01 :	Classification de l'hypertension artérielle	43*
Tableau 02 :	Distribution des effectifs et pourcentages de l'échantillon étudié selon le sexe et le lieu de résidence	143
Tableau 03 :	Distribution des effectifs et pourcentages de l'échantillon étudié selon l'indice de masse corporel	143
Tableau 04 :	Apports énergétiques et nutritionnels quotidiens chez les sujets enquêtés en fonction du sexe	49*
Tableau 05 :	Rapport d'équilibre nutritionnel chez les sujets enquêtés en fonction du sexe	49*
Tableau 06 :	Apports énergétiques et nutritionnels quotidiens chez les sujets enquêtés en fonction de l'état pondéral	50*
Tableau 07 :	Rapport d'équilibre nutritionnel chez les sujets enquêtés en fonction de l'état pondéral	50*
Tableau 08 :	Répartition des apports calciques quotidiens (mg/jour) par repas et selon le sexe	143
Tableau 09 :	Répartition des apports calciques quotidiens (mg/jour) par repas selon l'état pondéral	143
Tableau 10 :	Répartition des apports calciques quotidiens (mg/jour) par repas selon l'apport calcique	144
Tableau 11 :	Contribution des groupes d'aliments consommés en l'apport calcique journalier (mg/jour) selon le sexe	144
Tableau 12 :	Contribution des groupes d'aliments consommés en l'apport calcique journalier (mg/jour) selon l'état pondéral	144
Tableau 13 :	Contribution des groupes d'aliments consommés en l'apport calcique journalier (mg/jour) selon l'apport calcique	145
Tableau 14 :	Fréquence de consommation habituelle des aliments (nombre de fois/jour) chez les sujets enquêtés selon le sexe	57*
Tableau 15 :	Fréquence de consommation habituelle des aliments (nombre de fois/jour) chez les sujets enquêtés selon l'état pondéral	58*
Tableau 16 :	Fréquence de consommation habituelle des aliments (nombre de fois/jour) chez les sujets enquêtés selon leur apport calcique journalier	59*
Tableau 17 :	Distribution des effectifs et pourcentages selon leur consommation ou non de compléments alimentaires par sexe	145
Tableau 18 :	Distribution des effectifs et pourcentages selon leur consommation ou non de compléments alimentaires suivant l'état pondéral	145
Tableau 19 :	Distribution des effectifs et pourcentages selon leur consommation ou non de compléments alimentaires d'après leur apport calcique	145
Tableau 20 :	Distribution des effectifs et pourcentages des sujets selon le type de compléments alimentaires consommés et par sexe	63*
Tableau 21 :	Distribution des effectifs et pourcentages des sujets selon le type de compléments alimentaires consommés et suivant l'état pondéral	64*
Tableau 22 :	Distribution des effectifs et pourcentages des sujets selon le type de compléments alimentaires consommés et d'après leur apport calcique	64*
Tableau 23 :	Distribution des effectifs et pourcentages des sujets selon le but de consommation de compléments alimentaires et par sexe	65*
Tableau 24 :	Distribution des effectifs et pourcentages des sujets selon le but de consommation de compléments alimentaires et suivant l'état pondéral	65*
Tableau 25 :	Distribution des effectifs et pourcentages des sujets selon le but de consommation de compléments alimentaires et d'après leur apport calcique	65*
Tableau 26 :	Distribution des effectifs et pourcentages des sujets présentant des maladies/affections par sexe	66*
Tableau 27 :	Distribution des effectifs et pourcentages des sujets présentant des maladies/affections selon l'état pondéral	67*

Tableau 28 :	Distribution des effectifs et pourcentages des sujets présentant des maladies/affections d'après leur apport calcique	67*
Tableau 29 :	Distribution des effectifs et pourcentages de sujets pratiquant ou non de l'exercice physique selon le sexe	146
Tableau 30 :	Distribution des effectifs et pourcentages de sujets pratiquant ou non de l'exercice physique selon l'état pondéral	146
Tableau 31 :	Distribution des effectifs et pourcentages de sujets pratiquant ou non de l'exercice physique selon l'apport calcique	146
Tableau 32 :	Fréquence et durée d'exercice physique des sujets enquêtés selon le sexe	69*
Tableau 33 :	Fréquence et durée d'exercice physique des sujets enquêtés selon l'état pondéral	70*
Tableau 34 :	Fréquence et durée d'exercice physique des sujets enquêtés selon l'apport calcique	70*
Tableau 35 :	Distribution des effectifs et pourcentages des signes cliniques décelés chez les sujets enquêtés selon le sexe	70*
Tableau 36 :	Distribution des effectifs et pourcentages des signes cliniques décelés chez les sujets enquêtés selon l'état pondéral	71*
Tableau 37 :	Distribution des effectifs et pourcentages des signes cliniques décelés chez les sujets enquêtés selon l'apport calcique journalier	71*
Tableau 38 :	Distribution des effectifs et pourcentages de l'échantillon étudié selon le sexe et le lieu de résidence	146
Tableau 39 :	Distribution des effectifs et pourcentages de l'échantillon étudié selon l'état pondéral	146
Tableau 40 :	Apports calciques quotidiens (mg/jour) chez les sujets enquêtés en fonction du sexe	72*
Tableau 41 :	Apports calciques quotidiens (mg/jour) chez les sujets enquêtés en fonction de l'état pondéral	72*
Tableau 42 :	Pression artérielle systolique et diastolique de l'échantillon étudié en fonction du sexe	74*
Tableau 43 :	Pression artérielle systolique et diastolique de l'échantillon étudié en fonction de l'état pondéral	74*
Tableau 44 :	Pression artérielle systolique et diastolique de l'échantillon étudié en fonction de l'apport calcique	74*
Tableau 45 :	Répartition des effectifs et pourcentages des sujets selon leurs chiffres tensionnels et en fonction du sexe	147
Tableau 46 :	Répartition des effectifs et pourcentages des sujets selon les chiffres tensionnels et suivant l'état pondéral	147
Tableau 47 :	Répartition des effectifs et pourcentages des sujets selon les chiffres tensionnels et d'après l'apport calcique	147
Tableau 48 :	Valeurs d'hématocrite chez les sujets étudiés en fonction du sexe	77*
Tableau 49 :	Valeurs d'hématocrite chez les sujets étudiés en fonction de l'état pondéral	77*
Tableau 50 :	Valeurs d'hématocrite chez les sujets étudiés en fonction de l'apport calcique	77*
Tableau 51 :	Valeurs de la calcémie chez les sujets étudiés selon le sexe	79*
Tableau 52 :	Valeurs de la calcémie chez les sujets étudiés en fonction de l'état pondéral	79*
Tableau 53 :	Valeurs de la calcémie chez les sujets étudiés en fonction de l'apport calcique	79*

\* : page au verso

# **Introduction**

## INTRODUCTION

L'alimentation est une fonction physiologique tout à fait nécessaire à notre vie. Facteur majeur d'un bon état de santé, une alimentation équilibrée doit permettre de couvrir l'ensemble des besoins nutritionnels de l'organisme, de telle sorte que l'individu se sente en condition de pleine efficacité physique et intellectuelle.

Une bonne santé débute par une bonne nutrition. Pour l'adulte, ces deux termes ont une importance capitale, car c'est sur cette classe d'âge que reposent essentiellement les ressources économiques du reste de la société (OMS, 1995) et tout particulièrement les jeunes adultes ; l'avenir de demain et de tout un peuple.

L'évaluation de l'état nutritionnel des populations constitue donc un outil indispensable pour l'identification des problèmes nutritionnels, de leurs causes profondes et de leurs conséquences en terme de santé publique (HERCBERG et GALAN, 1985b).

Dans notre pays, les études disponibles sur le sujet sont peu nombreuses et disparates, nous citons celui de l'INSTITUT NATIONAL DE SANTE PUBLIQUE (INSP) en 2007 sur des adultes âgés de 35 à 70 ans, une autre étude du STEP-WISE (OMS, 2005) réalisée sur 510 hommes et 917 femmes âgés de 25 à 34 ans et le travail de CISSE et DIARRA (2008) sur des étudiants universitaires (18-27 ans).

D'un autre côté, les carences en micronutriments jouent un rôle important dans l'étiologie de maladies transmissibles et non transmissibles (FAO/OMS, 1998), et leur problème ne fait que perdurer. En Algérie, selon les statistiques de l'OMS de l'année 2004, 0,8% des mortalités de la population sont dues à des carences nutritionnelles (WHO, 2010b).

C'est dans ce contexte, que nous avons pris comme indicateur l'un des éléments essentiels à la vie de l'homme, le calcium. Ce minéral participe d'une manière active aux différentes fonctions métaboliques et électrochimiques des nerfs, des muscles, ainsi qu'à la formation de structures du système osseux ou des dents. Il a par ailleurs, un rôle de catalyseur dans de multiples réactions biochimiques de l'organisme (MONTIGNAC, 1991).

L'effet positif des apports calciques sur la santé osseuse tout au long de la vie est largement admis sur la base de données expérimentales, précliniques et cliniques. Ces dernières incluant à la fois des études d'observation et d'intervention. Le calcium contribue de façon majeure au développement et au maintien d'une structure osseuse adaptée à résister aux contraintes mécaniques usuelles et donc à la prévention des fractures et autres méfaits (BONJOUR et coll., 2005).

Le dosage de la calcémie sert au diagnostic et au suivie d'un déficit ou d'un excès en calcium (**VAJPAYEE et coll., 2007**).

C'est dans ce contexte que s'inscrit notre étude dont les objectifs sont l'évaluation de l'alimentation, de l'état nutritionnel, de l'apport calcique et de la calcémie d'une population de jeunes adultes.

# **Synthèse Bibliographique**

## CHAPITRE I. CALCIUM, ELEMENT ESSENTIEL A L'ORGANISME ET A L'ECHELLE CELLULAIRE

Le calcium est un métal alcalino-terreux, essentiel à tous les êtres vivants. De symbole chimique  $\text{Ca}^{2+}$ , de nombre atomique 20, de poids moléculaire 40,08 g/mol et de densité 1,54 g/cm<sup>3</sup>. C'est un composé qui peut être lié aux protéines, enzymes, ou sels (STARON, 1981 ; COMELADE, 1995 ; SCANLON et SANDERS, 2007).

Le calcium fait partie des 8 éléments les plus abondants dans la croûte terrestre et dans le corps humain, respectivement 3,50% (LEHNINGER, 1985 ; BOREL et STERNBERG, 2000) et 1,90% du nombre total d'atomes juste après l'oxygène, le carbone, l'hydrogène et l'azote (RICHARD et VALET, 1994).

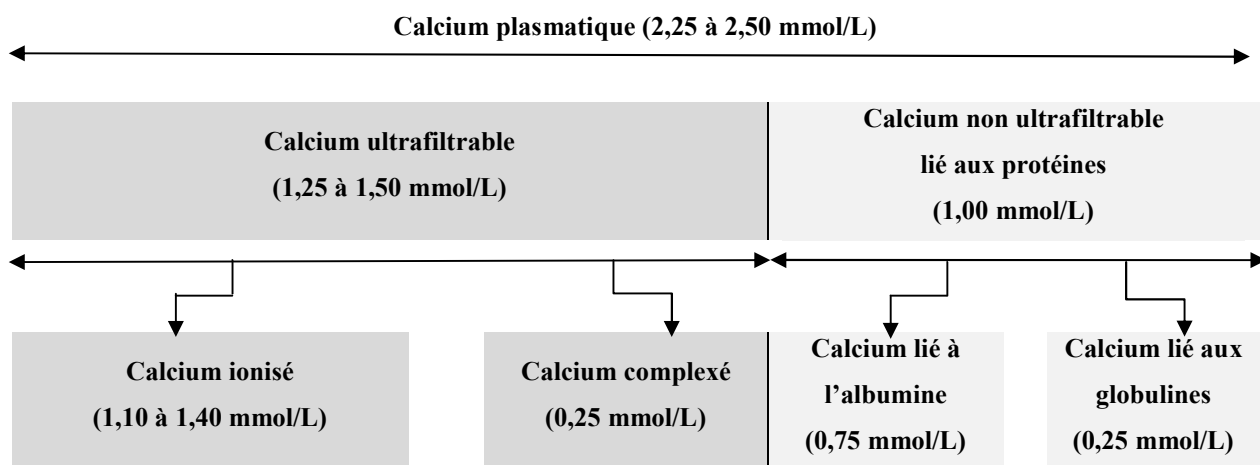
### I. 1. Répartition du calcium dans l'organisme

La répartition du calcium est extrêmement inégale entre les différents secteurs de l'organisme (LACOUR et coll., 1995 ; BIESALSKI et GRIMM, 2004). Chez un adulte de 70 kg, en bonne santé, plus de 99% (soit environ 1 kg) de calcium est localisé au niveau des os et des dents. Le reste se trouve dans les tissus mous (muscles, tendons, peau, viscères) et les liquides extracellulaires dont le sang (SULLIVAN, 2004 ; SOBOTKA et coll., 2008).

#### I. 1. 1. Formes du calcium sanguin

Une faible fraction du calcium osseux s'échange quotidiennement avec le compartiment extracellulaire, en particulier avec le plasma. Elle contribue au maintien stable de la calcémie (SOUBERBIELLE et PORQUET, 1998) et au fonctionnement physiologique normal (GAYET et CAZEL, 2002). Dans le sang, le calcium se répartit en deux fractions comme montré dans la figure 01 (SILBERNAGL et DESPOPOULOS, 2001 ; HOULLIER et coll., 2006) :

- A. Fraction ultrafiltrable (ou diffusible) :** Environ 60% du calcium filtre sous forme libre à travers les parois capillaires (LAGENTE, 2000). Un cinquième de cette fraction est complexé par différents anions (citrate, phosphates, lactates, bicarbonates, oxalates, acétates, acides gras). Tandis que le reste est sous forme ionisée (SILBERNAGL et DESPOPOULOS, 2001). Le calcium ionisé est important du point de vue physiologique (DUPIN et coll., 1996 ; LAGENTE, 2000), de la sorte qu'il est considéré comme la fraction biologiquement active du calcium (GIDENNE et coll., 2003). C'est un élément fondamental du maintien de nombreuses fonctions cellulaires (RICHARD et VALET, 1994 ; VASSAULT, 2006). Il intervient notamment dans l'excitabilité neuromusculaire, dans la coagulation sanguine et dans les mécanismes de l'ossification (LOUISOT, 1983 ; RUASSE, 2002) ;
- B. Fraction non ultrafiltrable :** Elle représente à peu près 40% du calcium total. Cette forme est fixée aux protéines plasmatiques où la majorité est liée à l'albumine et un quart aux globulines (LAGENTE, 2000 ; APFELBAUM et coll., 2004). Cette liaison avec les protéines est dépendante du pH sanguin : elle augmente lors d'une alcalose et diminue lors d'une acidose (LOUISOT, 1983 ; SILBERNAGL et DESPOPOULOS, 2001). Les variations des protéines sériques sont parallèles aux variations de la calcémie (BOULANGER et coll., 1971 ; LACOUR et coll., 1995).



**Figure 01: Répartition du calcium plasmatique dans l'organisme chez le sujet sain (LAGENTE, 2000)**

### I. 1. 2. Stock calcique et capital osseux

Le calcium et la vitamine D sont les nutriments dont l'impact spécifique sur le métabolisme osseux a été le mieux documenté scientifiquement. En effet, pour ces nutriments, leur impact a été objectivé dans différents types d'études expérimentales et cliniques. Celles-ci démontrant par quels mécanismes ces nutriments agissent physiologiquement sur le métabolisme osseux et, par quels processus physiopathologiques leur carence affecte soit la construction du squelette pendant la croissance, soit le maintien de son intégrité au cours de la vie adulte (BONJOUR et coll., 2005 ; SOUBERBIELLE et coll., 2009).

Chez le sujet sain, le capital calcique se constitue très tôt (FISCHER et GHANASSIA, 2004). Un fœtus à terme présente un pool-calcique d'environ 30 à 40 g (STEVENS et LOWE, 2006). Chez le nouveau-né, le squelette n'est que partiellement minéralisé ; le corps ne contient, à ce moment, qu'environ 0,8% de calcium (FAO/OMS, 1962 ; SCANLON et SANDERS, 2007).

L'enfance (jusqu'à l'âge de 4 ans) et la puberté représentent les deux périodes de croissance osseuse rapide, au cours desquelles le gain de masse osseuse est le plus élevé. Au cours de la phase pubertaire, l'organisme acquiert 40 à 45% de sa masse osseuse totale. C'est aussi la période où apparaissent des différences de masse osseuse entre les deux sexes. Celles-ci sont essentiellement liées à une durée de croissance plus prolongée chez les garçons, aboutissant à un accroissement plus important de la taille des os et de l'épaisseur corticale. Tandis que chez les filles, l'acquisition du capital osseux s'achève peu après l'apparition de la menstruation (KAMEL et DURAND, 2003 ; MOORE et coll., 2007).

Durant la période d'adolescence, plus de calcium est consommé, plus les os sont solides et plus ils le demeurent longtemps. Or, les enquêtes nutritionnelles révèlent que peu de jeunes femmes atteignent des consommations adéquates de calcium et de vitamine D, et que plusieurs femmes arrivent à 40 ans avec une densité osseuse moyenne (LAMBERT-LAGACE, 2004).

Vers l'âge de 20 ans, la croissance des os en longueur cesse, mais les os continuent à s'épaissir et à devenir plus denses jusqu'à 25 ans (PASSMORE et coll., 1974 ; FAO/OMS, 1998 ; POIRIER et coll., 2002). A cet âge, le capital osseux est constitué ; il reste stable pendant quelques années, puis diminue lentement avec l'âge (LAMBERT-LAGACE, 2004), du fait que les mécanismes de destruction du tissu osseux l'emportent sur les mécanismes de construction (VAN DE GRAAFF et IRAFOX, 1999). Cette réduction est d'environ 0,5 à 1% de la masse osseuse du squelette par année (LAMBERT-LAGACE, 2004).

Chez la femme, la perte osseuse s'accélère nettement à la ménopause, par carence en œstrogènes

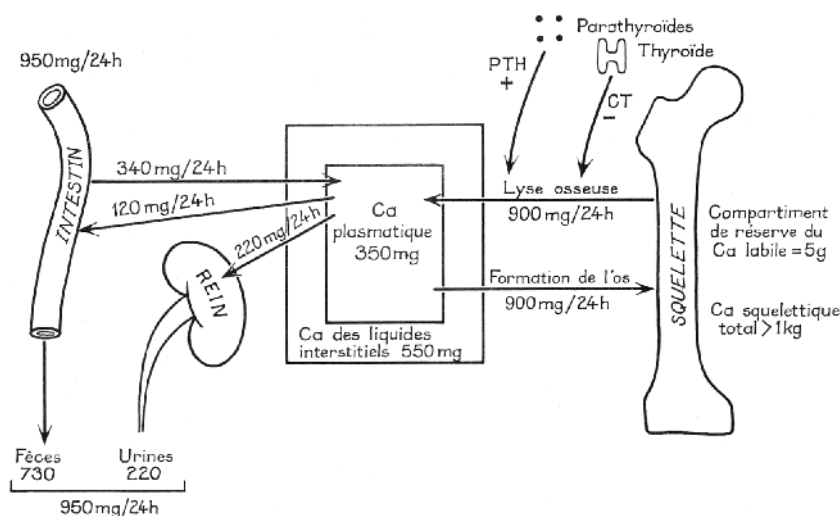


(**POIRIER et coll., 2002**), ainsi que chez l'homme âgé (**HOULLIER et coll., 2006**). La diminution peut atteindre 3% de la masse osseuse du squelette par année, et cela pendant environ 5 ans (**LAMBERT-LAGACE, 2004**). Les os deviennent fragiles et se fracturent facilement (**ABRAMS, 2003 ; HOULLIER et coll., 2006**). Cependant, une étude faite en 2007, a montré qu'un supplément de calcium et de vitamine D réduisait l'incidence des fractures du col du fémur chez les femmes âgées (**FERRY et coll., 2007**).

## I. 2. Métabolisme du calcium

Le métabolisme du calcium est fondamental dès les premiers stades de la vie et tout particulièrement au cours des phases de croissance de l'organisme (**RICHARD et VALET, 1994**). Mais arrivée à un certain âge, son utilisation peut être médiocre (**DUPIN, 1992 ; FRANCIS et SELBY, 1997**).

Le schéma général du métabolisme calcique est résumé dans la figure 02, mais en voici les grandes lignes :



**Figure 02 : Principales voies du métabolisme calcique (ARDAILLOU et AMIEL, 1979)**

- **Absorption** : Le calcium doit être sous forme ionisée pour être absorbé (**JACOTOT et CAMPILLO, 2003 ; ALIAS et coll., 2008**). Un taux de 50 à 60% du calcium ingéré est absorbé (**JACOTOT et CAMPILLO, 2003 ; HORN et coll., 2005**). Ce taux est sous l'influence de nombreux facteurs et de régulation hormonale (**CAVALIER et SOUBERBIELLE, 2009**). L'absorption intestinale du calcium a lieu essentiellement au niveau du duodénum en milieu acide et se fait par deux voies indépendantes : d'une part un transport actif (20%), qui se situe dans le premier tiers de l'intestin grêle, transcellulaire, régulé en fonction des besoins, assuré par une protéine de transport « calcium binding protein » (CaBP) et dont la biosynthèse est induite par le métabolite actif de la vitamine D (**PILARDEAU, 1995 ; LEMOINE, 2003**). D'autre part, le transport passif (80%) qui se situe dans l'iléon, para cellulaire et ne dépend que du gradient de concentration entre le taux du calcium de la lumière intestinale et celui du plasma (**LAGENTE, 2000 ; GUEGUEN, 2001 ; MION, 2001**). Quand l'apport en calcium est correct ou élevé, ce mécanisme passif permet l'absorption de la plus grande partie du calcium (**ABRAMS, 2003**) ;

- **Elimination** : L'élimination du calcium se fait principalement par le rein et par le tube digestif (**DUCLOS, 2003 ; JACOTOT et CAMPILLO, 2003**). La sueur et le lait en période de lactation sont aussi le siège de cette excrétion (**PILARDEAU, 1995 ; BIESALSKI et GRIMM, 2004**). Seul le calcium ultrafiltrable passe à travers le glomérule rénal et plus de 95% sont réabsorbés dans les tubes rénaux (**HORN et coll., 2005**). La

réabsorption maximale a lieu dans le tube proximal où le calcium est réabsorbé avec le sodium et l'eau (**MARTI et FOSSATI, 1993a ; LAGENTE, 2000**). Pour une calcémie normale, une très petite partie du calcium filtré est éliminée. En cas d'hypercalcémie la moitié du calcium est réabsorbée et l'autre moitié est éliminée (**NORDIN, 1997 ; LAGENTE, 2000**). Ceci revient à dire, que la perte urinaire inévitable est imposée par la constance de la calcémie (**COXAM et DAVICCO, 2006**). En ce qui concerne l'élimination fécale ; elle est constituée du calcium alimentaire qui n'a pas été réabsorbé, augmenté du calcium contenu dans les différents sucs digestifs (**TREMOLLIÈRES et coll., 1980 ; LAGENTE, 2000**).

### **I. 2. 1. Biodisponibilité du calcium alimentaire**

L'absorbabilité, ou la disponibilité pour l'absorption intestinale, est une caractéristique de l'aliment qui dépend de facteurs alimentaires et non physiologiques. Elle ne constitue que la première étape de la biodisponibilité, car le calcium absorbé doit ensuite être disponible pour l'os et non excrété dans l'urine (**GUEGUEN, 2006**).

L'absorbabilité calcique chez l'homme est très variable (**ALIAS et coll., 2008**) et diffère d'un aliment à un autre (**LACOUR et coll., 1995**). Le lait et les produits laitiers servent en général de référence pour la biodisponibilité du calcium (**GUEGUEN, 2006**). Leur coefficient d'absorption réelle se situe le plus souvent, dans les conditions physiologiques les plus favorables, entre 25 et 35%. Ceci est suivi des eaux minérales sulfatées calciques avec un taux d'absorption de 32% (**GUEGUEN, 2001 ; ALIAS et coll., 2008 ; CONSTANT et HAWILI, 2011**). Les aliments végétaux des régimes courants ont une biodisponibilité bien plus faible que celle du calcium des produits laitiers. Du fait qu'ils contiennent des substances rendant leur calcium insoluble et donc peu absorbable (**GUEGUEN, 2006**). C'est le cas des épinards et cressons dont le coefficient d'absorption ne dépasserait pas les 5% (**FAIRWEATHER-TAIT et TEUCHER, 2002 ; GUEGUEN, 2006**). Toutefois **MORRIS et coll. (2008)**, ont fait des essais afin d'améliorer la biodisponibilité du calcium dans certains végétaux, c'est le cas pour les carottes. Les résultats obtenus sur le rat et l'homme ont pu montrer une élévation du coefficient d'absorption à 41%.

### **I. 2. 2. Facteurs intervenant dans l'absorption du calcium**

Une alimentation riche en calcium n'est toutefois, pas un gage de consolidation osseuse car ce minéral est un nutriment de type « seuil ou plateau », c'est-à-dire qu'au-delà d'une valeur critique, aucun bénéfice n'est démontré avec l'augmentation de la consommation (**BOISSEAU, 2005 ; COXAM, 2005**).

Ainsi, l'efficacité nutritionnelle du calcium ingéré est sous la dépendance de nombreux facteurs biochimiques. Les uns renforcent la valeur calcique de la ration, d'autres lui en sont défavorables (**ADRIAN et coll., 2003**) :

- Classiquement un rapport alimentaire calcium sur phosphore égal à 1/1,5 ou voisin de 0,7 chez l'adulte est considéré comme le plus favorable à l'absorption calcique (**COMELADE, 1995 ; ALIAS et coll., 2008**). Les proportions optimales varient avec l'âge (**BOUR, 1974 ; BUZACOUX, 1974**). Ces deux éléments sont liés parce que leur absorption commune est favorable à chacun d'eux (**ALIAS et coll., 2008**). En effet, l'excès de l'un en s'éliminant entraînera l'autre (**LEDERDER, 1985**). Donc, il ne suffit pas pour maintenir la santé d'un individu de lui fournir dans son alimentation, les quantités de calcium et de phosphore nécessaires. Il faut en outre qu'il y ait entre ces deux éléments un certain rapport dans la ration alimentaire (**LEDERDER, 1985 ; ADRIAN et coll., 2003**). Les produits laitiers (lait, fromages, yaourt) sont très favorables à ce point de vue (**ALIAS et coll., 2008**) ;

- Le lactose accroît également l'absorption du calcium par voie passive (**ADRIAN et coll., 2003**), au niveau de l'intestin grêle et du gros intestin, le protégeant vis-à-vis d'interactions défavorables (**GUEGUEN,**

2006) ;

- En 2004, il a été démontré que la diminution des apports protéiques induit une diminution de l'absorption digestive du calcium (**BREUIL et EULLER-ZIEGLER, 2004**). Les protéines représentent un nutriment spécifique, de par leur influence marquée sur la production d'insulin-like growth factor - 1 (IGF - 1) ; facteur indispensable à l'acquisition et au maintien d'un bilan osseux positif. Les protéines, dont la caséine, stimulent par l'intermédiaire de certains acides aminés essentiels, la sécrétion d'IGF - 1 par le foie. Ainsi, l'IGF - 1 agit aussi au niveau rénal, en stimulant la production du métabolite actif de la vitamine D (1,25(OH)<sub>2</sub>D), qui à son tour, augmente la capacité de l'épithélium intestinal à absorber le calcium et le phosphore (**TOME et coll., 2002 ; BONJOUR et coll., 2005**) ;

- D'un autre côté, les aliments contenant l'acide phytique (céréales complètes ou peu blutées, haricots, soja, maïs), ou de l'acide oxalique (épinard, oseille, chocolat), provoquent la formation de sels insolubles (oxalates de calcium ou phytates de calcium), empêchant la résorption du calcium et entraînant ainsi l'élimination dans les selles (**LEDERDER, 1985 ; ALAIS et LINDEN, 1997 ; APFELBAUM et coll., 2004**) ;

- D'une façon générale ; l'alcool, la caféine et la nicotine augmentent l'élimination du calcium (**GAYET et CAZEL, 2002**). Toutefois, les experts médicaux ne sont pas décisifs sur le sujet de l'apport en caféine et son effet sur l'absorption du calcium. Selon l'équipe de chercheurs de **LLOYD et coll. (2000)** et celle de **FARRELL et coll. (2009)**, aucune corrélation n'a été trouvée entre la perte minérale osseuse et ce stimulant. Les fibres alimentaires consommées en excès entraînent dans les fèces une partie du calcium alimentaire (**POISSONNET, 1991 ; APFELBAUM et coll., 2004**). Mais également, les acides gras saturés à longue chaîne diminuent la digestibilité calcique en formant des savons intestinaux insolubles (**BERNIER et coll., 1988**) ;

- Un régime hypersodé peut induire via une diminution de la réabsorption tubulaire rénale (**ALAIS et coll., 2003**), une augmentation de l'excrétion urinaire de calcium. Ainsi, chaque gramme supplémentaire de sodium consommé entraîne la fuite de 40 à 60 mg de calcium. Ce qui induirait à une perte osseuse additionnelle de 1% si la totalité du calcium urinaire provenait du squelette. Ces données sont validées chez la femme ménopausée et chez l'homme (**BREUIL et EULLER-ZIEGLER, 2004 ; COXAM, 2005**).

### **I. 2. 3. Régulation hormonale du métabolisme calcique et homéostasie**

La concentration plasmatique en calcium résulte de l'équilibre entre ses formes libres (calcium circulant ou intracellulaire) et stockées (dans les organites intracellulaires et dans l'os).

Elle dépend également du flux net de calcium dans l'organisme (**RUSHTON, 2004 ; BAIRD, 2011**) ; c'est-à-dire de la différence entre la quantité de calcium absorbée au niveau de l'intestin et celle rejetée par le rein ou dans l'excrétion fécale (**HERMANN et CIER, 1970**).

Outre les ajustements spécifiques à chacune des cellules de l'organisme, qui font du calcium un ion ubiquiste, seulement trois hormones interviennent dans le contrôle global de l'homéostasie calcique (figure 03). Deux d'entre elles sont hypercalcémiantes : la parathormone (PTH) et le calcitriol, la troisième est hypocalcémiante : la calcitonine (**RICHARD et VALET, 1994 ; RUASSE, 2002**).

- **PTH** : C'est une hormone peptidique de 84 acides aminés (**SILBERNAGL et DESPOPOULOS, 2001**), sécrétée par les glandes parathyroïdes (**SOUBERBIELLE et coll., 2002**). La PTH intervient sur les tissus cibles en agissant sur des récepteurs spécifiques membranaires (**DUCCLOS, 2003 ; GENNERO et coll., 2004**). Elle stimule surtout l'ostéolyse en augmentant l'activité et le nombre des

ostéoclastes ; seules cellules osseuses capables de libérer du calcium depuis la trame osseuse vers la circulation générale (SOUBERBIELLE et coll., 2002 ; DUCLOS, 2003). Son action sur le rein se résume dans l'augmentation de la réabsorption du calcium par le tubule distal et inhibe la réabsorption du phosphate par le tubule proximal. La PTH augmente aussi la synthèse rénale (tube proximal) de la 1,25 (OH)<sub>2</sub>D. Ce métabolite stimule à son tour, l'absorption intestinale du calcium et exerce un rétrocontrôle sur la sécrétion de PTH (SOUBERBIELLE et coll., 2006) ;

- **Calcitriol** : ou la 1,25 dihydroxy-cholécalciférol, est une seconde hormone (MARTI et FOSSATI, 1993a), qui agit à trois niveaux. Elle favorise l'absorption intestinale du calcium (HOUILIER, 2008 ; SHENKIN, 2008), en contrôlant et en augmentant la synthèse de la protéine spécifique de liaison (CaBP) qui assure le transport cellulaire du calcium (GARABEDIAN, 2008 ; WALKER et McMAHON, 2008). D'autre part, elle intervient au niveau de l'os en favorisant la mobilisation du minéral (KRUH, 1973 ; HOLICK, 2007) via une action sur le récepteur de la vitamine D (vitamin D receptor ou VDR), situé dans les ostéoblastes. Le VDR lié à la vitamine D active un autre système (receptor activator of nuclear factor κB) qui augmente l'ostéoclastogenèse, et favorise ainsi la libération du calcium et du phosphore (BRIOT et coll., 2009 ; GUILLOT et coll., 2011). Dans le rein lui-même, elle favorise la réabsorption des ions phosphate et calcique (VILKAS, 1994). Son délai d'action sur le rein, l'os et l'intestin ne lui permet cependant pas d'intervenir dans le maintien à court terme de la calcémie. Une concentration de calcitriol normale est néanmoins nécessaire à l'expression normale des effets biologiques de la PTH (HOUILIER, 2008 ; CAVALIER et SOUBERBIELLE, 2009) ;
- **Calcitonine** : C'est un polypeptide de 32 acides aminés sécrété par les cellules C de la thyroïde (BROWN et coll., 1996 ; SOUBERBIELLE et PORQUET, 1998). Cette hormone est considérée comme un antagoniste physiologique de la PTH (RUSHTON, 2004). Au niveau de l'os, elle entraîne une diminution de la résorption osseuse par inhibition des ostéoclastes (DUCLOS, 2003), ce qui permet à l'activité continue des ostéoblastes d'augmenter la fixation du calcium dans l'os (GUIDON, 2005). Au niveau des reins, la calcitonine diminue la réabsorption tubulaire du calcium et des phosphates (SCANLON et SANDERS, 2007).

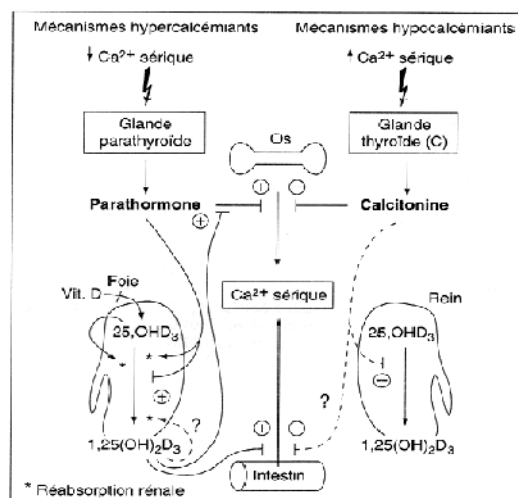


Figure 03: Contrôle hormonal de l'homéostasie calcique (CLOS et MULLER, 1995)

### **I. 3. Rôle physiologique du calcium**

Le calcium est un minéral essentiel, jouant un rôle dans divers types de cellules (GREMY, 1982 ; ALIAS et coll., 2008). Il a une importance considérable dans la physiologie de l'organisme en intervenant dans de nombreux systèmes biologiques (LABARTHE, 2005 ; FERRY et coll., 2007). Certaines de ses propriétés ont été utilisées en thérapie, neurologie et cardiologie (VASSAULT, 2006 ; SOBOTKA et coll., 2008).

Les principales fonctions du calcium se résument dans deux différents rôles (CLOS et MULLER, 1995 ; RUASSE, 2002 ; GUIDON, 2005) :

- Le premier est en masse, entrant dans la composition du squelette ;
- Le second en quantités infimes, sous forme soluble et ionisée, médiateur essentiel de l'activité cellulaire.

#### **I. 3. 1. Rôle structural (ou plastique)**

En se combinant au phosphore, le calcium est un constituant essentiel et majeur de la matrice minérale de l'os et des dents (BUZACOUX, 1974 ; SCANLON et SANDERS, 2007).

L'os est un organe vivant en perpétuel renouvellement et fait fonction de réservoir de calcium échangeable (LIEBERMAN et FRIEDLAENDER, 2005 ; SCANLON et SANDERS, 2007). En effet, ce tissu conjonctif est constitué d'une matrice protéique (VINCENT, 1978), sur laquelle se déposent des cristaux d'hydroxyapatite (phosphate de calcium), la combinaison adéquate d'éléments organiques (collagène, cellules osseuses) et inorganiques (phase minérale) permettant à cette structure d'être durable et résistante, sans devenir cassante (ANSELME, 2006 ; COXAM, 2008). Dans le cas d'une hypocalcémie, la réserve de calcium de l'os est mise à contribution pour protéger le fonctionnement du cerveau, des poumons et des muscles dont le muscle cardiaque. Cette opération de sauvetage passe inaperçue jusqu'au jour où les réserves de calcium dans l'os baissent à des niveaux inquiétants (LAMBERT-LAGACE, 2004). Chez l'adulte, le renouvellement du calcium de l'os mobilise entre 400 et 600 mg de calcium par jour (JACOTOT et CAMPILLO, 2003), en grande partie réutilisé (DUPIN, 1992).

En ce qui concerne les dents ; l'émail est un matériau acellulaire constitué à vie, les cellules qui l'ont synthétisé dégénérant au moment de l'apparition de la dent. Ce matériau est fortement minéralisé par des sels de calcium. La dentine et le cément sont semblables au tissu osseux. Ils sont constitués de collagène calcifié et élaborés par des odontoblastes qui tapissent la chambre pulpaire vascularisée (CLOS et MULLER, 1995 ; GAYET et CAZEL, 2002).

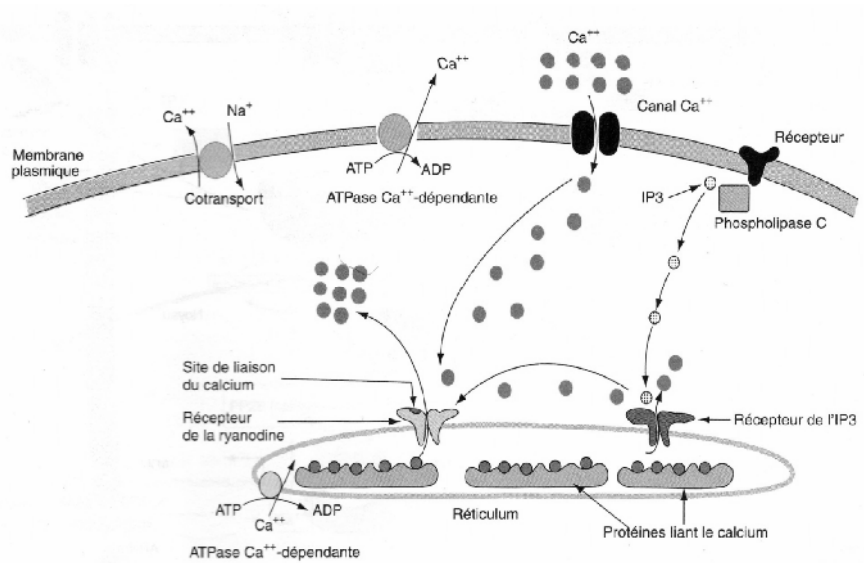
#### **I. 3. 2. Rôle de transmission et de transport**

La faible part du calcium corporel extra-osseux est tout aussi importante que la vaste réserve squelettique. Elle intervient par sa fraction ionisée libre dans de multiples fonctions : excitabilité neuromusculaire, conduction nerveuse, contraction musculaire, coagulation sanguine, libération d'hormones, activation d'enzymes, fonctionnement des glandes parathyroïdes, métabolisme de la vitamine D, etc. (GAYET et CAZEL, 2002 ; SOBOTKA et coll., 2008).

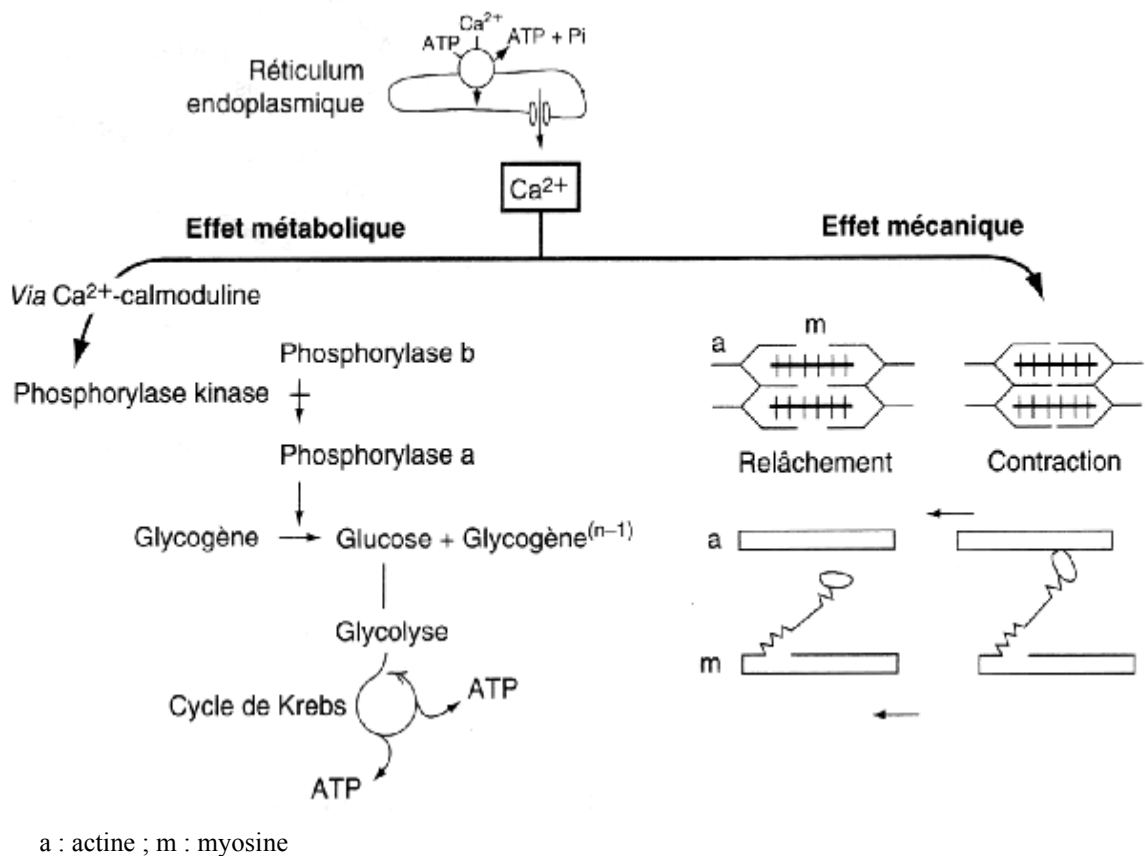
- Le calcium joue un rôle à part dans la communication cellulaire, car il agit à la fois en tant qu'un ion porteur de charges et donc impliqué dans la genèse du signal électro physiologique, et en tant qu'une molécule dont les concentrations cytoplasmiques varient de façon considérable, assurant une fonction de signal métabolique ou de second messager (DEMOTES-MAINARD, 2003) ;

- La production de signaux électriques par les cellules excitables est le résultat de l'activité de canaux calciques, sodiques et potassiques (BEAUMONT et coll., 2004). L'action de ces canaux entraîne l'entrée de calcium dans la cellule, ainsi que sa libération par le réticulum sarcoplasmique (figure 04) par action sur les récepteurs de la ryanodine. Ce calcium se fixe sur l'appareil myofibrillaire, ce qui conduit à la contraction musculaire (CARRE, 2003 ; POORTMANS et BOISSEAU, 2003). Le blocage des canaux calciques de type L entraîne donc la relaxation des fibres musculaires lisses (SILBERNAGL et LANG, 2002 ; BEAUMONT et coll., 2004 ; GUIDON, 2005). Le calcium régule les déplacements relatifs actine-myosine du cytosquelette, par l'intermédiaire d'une protéine particulière, la troponine C. Il stimule aussi la glycogénolyse via la calmoduline (CLOS et MULLER, 1995 ; BERG et coll., 2002), et permet ainsi de produire de l'adénosine triphosphate (ATP), nécessaire après hydrolyse, à la mise sous tension de la myosine, puis au relâchement (figure 05) et à la recapture du calcium par le réticulum, grâce à une ATPase  $\text{Ca}^{2+}$  (GILLES et coll., 2006 ; MOUSSARD, 2006). Par ailleurs, le complexe  $\text{Ca}^{2+}$ -calmoduline (figure 06) joue un certain rôle lors de la croissance cellulaire. Il agit aussi sur beaucoup d'autres enzymes, que ce soit dans le foie, les reins, le cœur, le pancréas, le cerveau, les spermatozoïdes, les plaquettes sanguines, etc. (SILBERNAGL et DESPOPOULOS, 2001 ; SOBOTKA et coll., 2008) ;

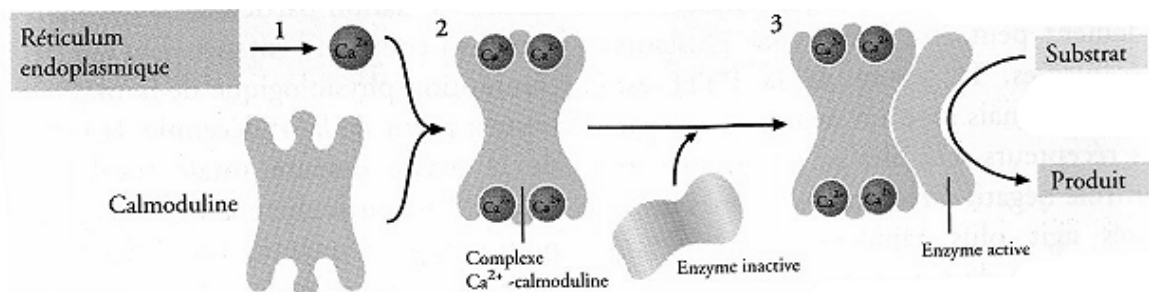
- La concentration intracellulaire de calcium est plus de mille fois plus faible, que la concentration extracellulaire (LIEBERMAN et FRIEDLAENDER, 2005). Dans le cytoplasme, la concentration de calcium peut s'élever rapidement (10  $\mu\text{mol/L}$ ), ce qui constitue le « signal calcium » en réponse à l'interaction d'hormones ou de neurotransmetteurs avec leur récepteur sur la membrane plasmique. La transduction du signal des hormones se fait par des récepteurs dont le second messenger est soit l'inositol 1,4,5 triphosphate (récepteur IP3), soit l'adénosine diphosphate (récepteur ryanodine dans les cellules musculaires et pancréatiques), comme présenté dans la figure 04. Ce second messenger est à son tour lié par un canal calcique du réticulum endoplasmique ou de la membrane plasmique, ce qui permet la libération de calcium du réticulum ou son entrée dans la cellule. L'extinction du « signal calcium » est très rapide du fait de l'activité permanente des pompes à calcium qui, grâce à l'énergie de l'ATP,



**Figure 04 : Rôles du calcium en tant que signal calcique (DEMOTES-MAINARD, 2003)**



**Figure 05 : Aspects métabolique et mécanique de la contraction du muscle strié squelettique (CLOS et MULLER, 1995)**



**Figure 06 : Fixation du calcium sur la protéine calmoduline (BIESALSKI et GRIMM, 2004)**

enferment à nouveau le calcium dans le réticulum ou l'échangent avec des ions de sodium afin de permettre sa sortie de la cellule (ETIENNE et CLAUSER, 2004 ; GUIDON, 2005 ; BOLSOVER et coll., 2006) ;

- A l'extérieur de la cellule, le calcium agit par l'intermédiaire du récepteur calcium extracellulaire (CaR). Ce récepteur appartient à la famille des nombreux récepteurs couplés aux protéines G (ROUX et ORCEL, 2000 ; DORANGE-RECTON et ROHMER, 2010), qui sont regroupés en trois grandes catégories : le groupe I auquel appartiennent les récepteurs au glutamate, très répandus dans le système nerveux central, le groupe II auquel appartiennent le CaR, et le groupe III comprenant les récepteurs à l'acide gamma-aminobutyrique (SHECHTER et ROSSIGNOL, 2004) ;

Le CaR est retrouvé sur les cellules de nombreux organes impliqués dans la régulation de la calcémie : les cellules parathyroïdiennes sécrétrices de la PTH, les cellules C de la thyroïde productrices de calcitonine

(HOULLIER, 2008 ; SAN GABRIEL et coll., 2009), les cellules tubulaires rénales interférant avec l'activité de la pompe  $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATPase}$ , les cellules osseuses immatures mais également ostéoblastes et ostéoclastes, et les cellules digestives participant à l'absorption du calcium. Ce récepteur a de plus été localisé au niveau de cellules ne participant pas à l'homéostasie du calcium, comme les cellules du système nerveux central, de la moelle osseuse, les éléments figurés du sang et les cellules mammaires. Ce qui suggère un rôle du calcium dans de nombreuses fonctions comme les sécrétions hormonales, l'expression génique, l'apoptose ou la prolifération cellulaire (HOULLIER et coll., 2001 ; GENNERO et coll., 2004 ; HOULLIER et coll., 2006 ; PATEL et coll., 2010) ;

- Le calcium ionisé plasmatique est un élément essentiel du mécanisme de défense de l'organisme contre l'hémorragie, l'hémostase. Les modalités de cette dernière peuvent être décomposées en trois phases successives : un temps pariétal, consistant en une vasoconstriction, un temps plaquettaire caractérisé par la formation du clou hémostatique dû à l'agrégation des plaquettes et un temps plasmatique ou coagulation vraie. La coagulation (figure 07) comporte elle-même trois phases successives : (1) la fibrinof ormation ou conversion du fibrinogène (facteur I) en fibrine sous l'action d'une protéase, la thrombine ; (2) la thrombinof ormation ou conversion de la prothrombine (facteur II) en thrombine sous l'action d'un activateur ; (3) la formation de cet activateur (facteur X) consécutive à l'activation de d'autres facteurs différents. Il s'agit d'une cascade de protéines plasmatiques (à l'exception du facteur III, la thromboplastine tissulaire). Chacune d'entre elles est normalement une enzyme protéolytique inactive, activée par la précédente, elle-même préalablement activée, et ainsi de suite. Le calcium intervient comme co-facteur (facteur IV) dans la plupart de ces phénomènes d'activations successives. Il joue également un rôle important dans les deux premières étapes de l'hémostase, puisqu'il est à l'origine de la contraction des muscles lisses des vaisseaux et de l'agrégation plaquettaire (CLOS et MULLER, 1995 ; BAIRD, 2011).

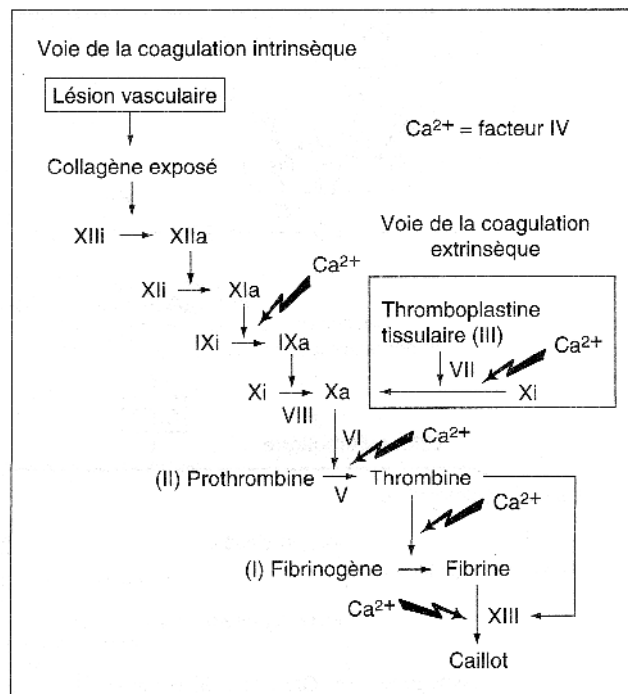


Figure 07 : Voies de la coagulation intrinsèque et extrinsèque (CLOS et MULLER, 1995)



## CHAPITRE II. EVALUATION DE L'ETAT NUTRITIONNEL

### II. 1. Notion d'état nutritionnel

L'état nutritionnel représente l'état de l'organisme résultant de l'ingestion, de l'absorption et de l'utilisation des aliments, ainsi que des facteurs de nature pathologique (AYKROYD et MAYER, 1973).

Il n'existe pas un point qui correspond à un bon état de nutrition mais plutôt une zone de bon état nutritionnel (AGBESSI DOS-SANTOS et DAMON, 1991). Si l'on s'écarte de cette zone par excès comme dans l'obésité ou par défaut comme dans la dénutrition (COUET, 2001), ceci provoque des anomalies biochimiques, des signes cliniques qui peuvent conduire au stade ultime, à la mort (SACCOUN, 2008).

Chez le sujet en bonne santé, en bon état d'équilibre ; quel que soit le nutriment considéré, la quantité absorbée à partir de l'alimentation doit être suffisante pour assurer l'utilisation métabolique de ce nutriment, couvrir les pertes et maintenir des réserves adéquates. Cette balance nutritionnelle peut être déséquilibrée en diverses circonstances, soit par une insuffisance d'apports ou de l'absorption du nutriment, soit par une augmentation des pertes ou des besoins (HERCBERG et GALAN, 1985a).

La rupture de l'état d'équilibre pour une ou plusieurs de ces raisons, aboutit à la déficience dans le nutriment considéré (BENEFICE et coll., 1981 ; SACCOUN, 2008). Face à cette situation l'organisme puise dans ses réserves pour faire face aux besoins. Lorsque les réserves sont épuisées toutes les fonctions où le nutriment intervient seront perturbées (MELCHIOR, 2002).

### II. 2. Méthodes d'évaluation de l'état nutritionnel et intérêt

Les mesures de l'état nutritionnel des individus servent à apprécier leur état de santé (FAO, 1981). Mais aussi comme indiqué dans le rapport du comité d'experts de l'OMS (1963) cité par AYKROYD et MAYER (1973), que ces méthodes d'enquêtes peuvent avoir aussi pour objectif, de rassembler des données sur la prévalence de la gravité d'un ou de plusieurs états de carence.

Les moyens servant à l'établissement du statut nutritionnel d'une population, se font d'après des observations anthropométriques, biochimiques et/ou cliniques (FAO/OMS, 1967 ; FAO, 1981 ; BLONDE-CYNOBER et AUSSEL, 2006).

#### II. 2. 1. Mesures anthropométriques

L'OMS préconise l'utilisation de l'anthropométrie comme instrument d'évaluation de l'état nutritionnel et de la santé (OMS, 1995). C'est la seule et unique méthode à la fois ; universellement applicable à grande échelle sur terrain (BENEFICE et coll., 1981 ; OMS, 1995), bon marché et non invasive, permettant d'apprécier la corpulence, les proportions et la composition du corps humain (JOHNSTON et LAMPL, 1984 ; BARBE et RITZ, 2005 ; EVERITT, 2006).

Parmi le nombre considérable de circonspections possibles, il est souhaitable de choisir celles qui fournissent le maximum de renseignement sur l'état nutritionnel (HERCBERG et GALAN, 1985b) tout en étant simples, rapides et fidèles (DESCHAMPS, 1985). Les plus courantes sont celles qui portent sur (FAO, 1981 ; KELLER, 1983) :

- La masse corporelle exprimée par le poids ;
- Les dimensions linéaires en particulier la taille ;
- La composition du corps notamment les réserves énergétiques et protéiques déterminées à partir des principaux tissus mous superficiels (graisse sous-cutané et muscles).

D'après **CHARLES et DUCIMETIERE (2001)**, il semble que le poids et la taille sont les indicateurs les plus communément employées en épidémiologie pour évaluer l'état nutritionnel d'un individu. Ces deux paramètres permettent de classer la population en fonction du degré de déficit pondéral, de surpoids et d'obésité, pour un certain nombre de raisons (**OMS, 2003a**) :

- Pour rendre possible l'identification des sujets et groupes à risque augmenté, de morbidité et de mortalité ;
- De permettre de recenser les priorités en matière d'intervention aux niveaux individuel et communautaire.

Selon l'**OMS (2003a)**, la mesure la plus utile pour cette classification est l'indice de Quetelet ou l'indice de masse corporelle (IMC). Ce dernier a été retenu pour la définition internationale de l'obésité de l'adulte proposée en 1997 par l'international obesity task forces (**CHARLES et DUCIMETIERE, 2001**). C'est l'indice de choix dans les études épidémiologiques (**FAO, 1994**). Il forme le rapport poids en kilogramme sur la taille en mètre carré. L'IMC reflète la masse corporelle des individus (**FAO, 1994**) de façon indépendante de leur taille, chez les adultes (**OMS, 2003a**).

C'est un outil précieux pour la détermination des valeurs normales du poids (entre 18,50 et 24,99 kg/m<sup>2</sup>) et pour la définition du surpoids (entre 25,00 et 29,99 kg/m<sup>2</sup>) et de l'obésité (au-delà de 30,00 kg/m<sup>2</sup>). Les valeurs en dessous de 18,50 kg/m<sup>2</sup> déterminent la maigreur (**NATIONAL INSTITUTES OF HEALTH, 2000 ; OMS, 2003a**). Ces valeurs de l'IMC sont indépendantes de l'âge et analogues pour les deux sexes (**BARBE et RITZ, 2005**).

## II. 2. 2. Indicateurs biochimiques

Les mesures biochimiques ou biologiques constituées par des échantillons d'urine ou de sang (**BENEFICE et coll., 1981**), sont des preuves objectives de l'état de santé. Elles renforcent les conclusions de l'analyste (**FAO, 1981**).

Moins compliquées que les études physiologiques ou métaboliques, elles sont très utiles pour fournir des informations précises sur le statut nutritionnel des populations et sur l'ampleur réelle des déficiences, en les dépistant à un stade précoce (**BIESALSKI et GRIMM, 2004**).

Les dosages biochimiques sont également utiles au stade clinique. Ils permettent de préciser l'étiologie carencielle de symptômes non spécifiques. Ceci est particulièrement vrai pour certains nutriments spécifiques (**CYNOBER et AUSSEL, 2004**). Toutefois, le recours aux marqueurs biochimiques ne dispense pas de l'évaluation clinique (**COUET, 2001**).

Le coût des dosages reste tout de même suffisamment important pour qu'il importe de faire un choix parmi ceux qui apportent le plus d'information (**SACCOUN, 2008**). A titre d'exemple, les paramètres hématologiques comme le taux d'hémoglobine et d'hématocrite sont les tests les plus courants pour fournir une approche commode des anémies nutritionnelles (**FAO, 1981 ; DESCHAMPS, 1985**).

Les examens biochimiques les plus utilisés sont ceux qui portent sur le sang (**SACCOUN, 2008**), car la collection d'échantillon d'urine est contraignante (**BENEFICE et coll., 1981**). Néanmoins, un problème important posé par les examens biochimiques est d'ordre éthique. Il est nécessaire de limiter au minimum indispensable les quantités de sang prélevées chez les individus et d'expliquer clairement aux populations ; les raisons, l'intérêt et le devenir des prélèvements (**HERCBERG et GALAN, 1985b**).

Un prélèvement mal fait ou mal transmis ne permet jamais un résultat fiable. Il est de ce fait, important d'observer strictement quelques règles essentielles et faciles à retenir (**MULLER, 1987**) :

- En premier, l'échantillon à analyser doit impérativement être parfaitement identifiable (numéro, nom et prénom du malade doivent figurer sur le matériel de prélèvement) ;

- Il se pose souvent le problème du jeûne préalable au prélèvement : à l'exception des groupages sanguins et des tests de coagulation, le prélèvement à jeun doit rester la règle générale ;
- L'utilisation des anticoagulants doit suivre les indications ponctuelles données pour chaque examen, et qui doivent être soigneusement prévues et standardisées. Il est préférable dans l'ensemble les héparines, complexon III, ou analogues, et de toujours lire très attentivement les indications des différents fabricants de matériel à prélever. Le sang et les liquides de ponction sont un milieu vivant dont les composants varient très rapidement ;
- Ne jamais agiter fortement le sang prélevé si le flacon récepteur contient un produit anticoagulant. Il faut procéder par exemple, par cinq ou 6 retournements successifs, cela suffit ;
- Eviter de laisser un garrot trop longtemps et ceci est valable pour la numération des thrombocytes, la vitesse de sédimentation, les tests de coagulation, et même la numération des hématies ;
- Dans les enquêtes de terrain, le problème du maintien au froid et à l'abri de la lumière des tubes jusqu'au moment du dosage doit être résolu (utilisation de glacière, etc.). Du fait, que les éléments cytologiques se lysent d'autant plus vite que le prélèvement est maintenu à la chaleur. Aussi certains composants chimiques et enzymes se dégradent dans un laps de temps court. Il importe donc d'acheminer le plus rapidement possible au laboratoire d'analyse.

### II. 2. 3. Examens cliniques

Les enquêtes réalisant des examens cliniques généraux et systématiques sont d'un intérêt limité. De très nombreux signes sont difficiles à interpréter, du fait de leur caractère subjectif. Seul un petit nombre d'entre eux, sont caractéristiques d'un désordre nutritionnel ou suffisamment évocateurs (**MEUNIER et coll., 2009**). C'est pourquoi les observations cliniques doivent être orientées et ne sont d'un intérêt réel, que dans l'identification de certaines pathologies nutritionnelles tels que les œdèmes dans la malnutrition protéique, le goitre dans la carence en iode, etc. (**MELCHIOR, 2002**).

Les indicateurs cliniques doivent être parfaitement codifiés et le recueil des informations par plusieurs enquêteurs, nécessite une très bonne standardisation. Ceci afin de comparer les études dans le temps et d'une région à l'autre (**HERCBERG et GALAN, 1985b**), mais aussi d'apprécier rapidement l'ampleur du problème (**BENEFICE et coll., 1981**).

Les examens cliniques révèlent des signes d'éventuels désordres nutritionnels. Le médecin apprécie l'état de la peau, des cheveux, des yeux, des lèvres, de la langue, de la bouche, des glandes, de l'appareil musculaire et osseux, ainsi que les reflexes (**FAO, 1981**). En complément à cet examen habituel, le clinicien recherche systématiquement (**VASSON, 2003**) :

- Les signes digestifs : car ils favorisent la diminution des ingesta (dysphagie, nausées, vomissements, douleurs abdominales post-prandiales, diarrhée) ;
- L'anorexie : dont il tente de préciser l'origine, comme la peur de grossir (anorexie mentale), la perte d'appétit, l'augmentation de la satiété, rassasiement précoce, troubles digestifs, fièvres, médicaments ;
- Les conditions socio-économiques qui peuvent aussi être causes de dénutrition (exclus sociaux).

### II. 3. Enquête nutritionnelle

L'expression « enquête nutritionnelle » est parfois utilisée comme synonyme d'enquête sur l'état nutritionnel (**AYKROYD et MAYER, 1973**). Elle désigne parfois aussi des enquêtes visant à étudier à la fois la consommation alimentaire et l'état de nutrition au sein d'un même groupe de population. Elle permet d'identifier les

personnes les plus touchées par la malnutrition, et aussi de connaître l'incidence des carences et des maladies nutritionnelles (**AGBESSI DOS-SANTOS et DAMON, 1991**).

Selon la **FAO (1981)**, l'état nutritionnel dépend beaucoup des quantités et types d'aliments consommés et il devrait donc être examiné, en conjonction avec les mesures relatives aux apports d'énergie et de nutriments.

Les enquêtes nutritionnelles sont un instrument de mesure que l'on doit s'efforcer de rendre le plus adapté à son but, c'est-à-dire qu'elles doivent être précises, spécifiques et sensibles (**BENEFICE et coll., 1981 ; MELCHIOR, 2002**).

Une grande variété de méthodes peut être utilisée dans le cadre des études nutritionnelles. Divers types d'informations concernant les divers facteurs conditionnant l'état nutritionnel peuvent être aussi associés, comme (**HERCBERG et GALAN, 1985b ; BLONDE-CYNOBER et AUSSEL, 2006**) :

- Les apports alimentaires et nutritionnels, la structure de la ration alimentaire ;
- Les habitudes, pratiques et comportements alimentaires ;
- Les données de production agricole, les disponibilités alimentaires ;
- Les données socioculturelles et socioéconomiques (pouvoir d'achat, prix alimentaires, réseaux de distribution) ;
- L'état sanitaire notamment les conditions sanitaires en rapport avec le statut nutritionnel (infections, parasitoses, etc.) ;
- Les caractéristiques de l'environnement (altitude, climat, etc.).

Il est bien sûr, très rare qu'une étude nutritionnelle permette de réunir tous ces types d'informations à la fois (**MELCHIOR, 2002**). Le coût et la lourdeur d'enquêtes de ce genre limite beaucoup les possibilités (**DEBRY, 1979**).

### **II. 3. 1. Modalités d'enquête nutritionnelle**

Il existe de nombreux types d'enquêtes et de nombreuses raisons de les effectuer (**OMS, 1992**). Le choix de la méthode et du type d'indicateurs retenus est fonction des objectifs de l'étude, du type de nutriment étudié, du budget disponible et du personnel disponible pour sa réalisation (**GRUSON et ROMON, 2008**).

Les différentes modalités d'enquêtes envisageables sont les enquêtes transversales, longitudinales (**HERCBERG et GALAN, 1985b ; RUMEAU-ROUQUETTE et coll., 1991 ; ELSTON et JOHNSON, 2008**), stratifiées et à buts multiples (**OMS, 1992**) :

- **Enquêtes transversales** : Cette approche consiste à ce que les unités statistiques qui composent l'échantillon font l'objet d'une investigation de courte durée destinée à appréhender des phénomènes présents au moment de l'enquête. Du fait de leur plus grande facilité de mise en place, les enquêtes transversales sont largement utilisées. Elles sont moins coûteuses que d'autres enquêtes, ne nécessitent qu'un personnel réduit et les résultats de ces études sont rapidement utilisables. Néanmoins, ce sont des études de prévalence instantanée ne permettant pas à elles seules de dresser un bilan nutritionnel dans le temps. Mais seulement, la situation initiale avant une phase d'intervention. Un moyen de pallier en partie cet inconvénient est de répéter ces études de façon à assurer une vision plus longitudinale des phénomènes ;

- **Enquêtes longitudinales** : Dans ce type d'étude, les individus ou groupes de population choisis sont placés sous surveillance continue et systématique pendant une période plus ou moins prolongée. Ce mode d'approche a l'avantage de fournir des informations essentielles pour comprendre l'intervention dynamique des facteurs déterminants de l'état nutritionnel, de déterminer les causes et les incidences des pathologies nutritionnelles.

Le problème majeur posé par ce type d'enquête est lié aux difficultés pratiques. Ces études sont particulièrement coûteuses et, du fait de leur nature, demandent beaucoup de temps. La question éthique des responsabilités cliniques doit être tranchée à l'avance après mure réflexion et accord des comités d'éthique locaux. La position adoptée doit être respectée et maintenue jusqu'à la fin de l'étude. Ceci est aussi valable pour les normes d'interrogatoire, le recueil des données biochimiques, les techniques d'analyse et de dosage. Toute dérive au niveau des appareils assurant les dosages doit être évitée par des calibrages réguliers. Une difficulté supplémentaire de ce genre d'études, est la diminution possible de la motivation du personnel au cours du temps ;

- **Enquêtes stratifiées** : La population tout entière est répartie en sous-groupes (strates) et une sélection aléatoire est faite à l'intérieur de chaque strate. Le nombre et les catégories ou strates choisis dépendent des besoins de l'enquête. Cette conception donne davantage l'assurance que chaque type de catégorie est représenté de façon adéquate et peut être analysé. Un système de pondération avant l'analyse des données est nécessaire ;

- **Enquêtes à buts multiples** : Dans ce cas, les questions d'une enquête sont ajoutées à celles d'une enquête déjà conçue. Les données sont recueillies auprès du même échantillon. Si les ressources sont très limitées et s'ils n'y avaient que très peu de questions à poser aux enquêtés, il peut être bon d'essayer de les inclure dans une enquête existante. Le principal inconvénient est qu'il est difficile d'adapter l'enquête aux besoins.

### **II. 3. 2. Méthodes d'évaluation de la consommation alimentaire**

Les enquêtes alimentaires sont des méthodes développées pour évaluer les apports alimentaires d'un individu ou d'un groupe d'individus (**ROMON, 2001**). En épidémiologie, elles permettent d'étudier les relations entre l'alimentation et certaines pathologies. En clinique, l'évaluation des apports alimentaires fait partie de la prévention et de la prise en charge des maladies liées à la nutrition (**GRUSON et ROMON, 2008**). Sur le plan de la recherche, elles permettent de vérifier au niveau de population des hypothèses expérimentales. Les études de consommation alimentaire sont également essentielles pour choisir les mesures d'intervention (éducation nutritionnelle, enrichissement des aliments, etc.), adaptées à des problèmes nutritionnels spécifiques et pour pouvoir juger de l'impact dans le temps de cette intervention (**GALAN et HERCBERG, 1985**).

Quatre grands types d'analyses peuvent être individualisés, chacun répondant à des questions spécifiques (**GRUSON et ROMON, 2007**) :

- Estimation des apports moyens d'une population pour les comparer à d'autres populations ou en fonction de certaines caractéristiques de la population ;
- Estimation de la distribution des apports dans la population d'intérêt pour étudier la proportion de sujets ayant des apports excessifs ou insuffisants ;
- Analyse de corrélations ou de régressions pour rechercher d'éventuelles relations entre le niveau d'apport alimentaire et d'autres mesures comme l'IMC, etc. ;
- Analyses qualitatives dans lesquelles les sujets sont classés en catégories selon leurs apports alimentaires et la variable étudiée (le plus souvent en rapport avec l'état de santé : présence ou non d'un cancer, d'une obésité, d'un syndrome métabolique, par exemple).

Delà, il existe plusieurs techniques de mesure de la consommation alimentaire. Chacune a ses avantages, ses inconvénients, sa signification et ses limites (**GALAN et HERCBERG, 1985**). Selon le type d'informations recherchées, le type de population et la taille de l'échantillon étudié, le ou les nutriments en cause, la précision et la représentativité souhaitées, le choix se portera sur une des méthodes (**DEBRY, 1979 ; CHARLES et DUCIMETIERE, 2001**).

Les données de la consommation alimentaire peuvent être recueillies au niveau du pays, des ménages ou des individus (FAO/OMS, 1998) :

#### **A. Données nationales de la disponibilité alimentaire**

Les bilans alimentaires nationaux correspondent aux estimations de la quantité d'aliments disponible sur le marché intérieur pour un pays donné à une époque donnée. Ils peuvent être exprimés en unité pondérale ou volumétrique, pour l'ensemble de la population ou par individu, par an ou par jour (GALAN et HERCBERG, 1985).

Un inconvénient majeur de ces données est qu'elles reflètent la disponibilité en aliments plutôt que leur consommation. Elles ne tiennent pas en compte des autres usages, comme l'alimentation animale et les applications industrielles, ni des pertes par cuisson ou transformation, destruction ou autre. Malgré cela, ces bilans sont utiles pour déterminer la disponibilité d'aliments qui sont potentiellement de bonnes sources de nutriments ou de groupes d'aliments ciblés dans les recommandations diététiques (FAO/OMS, 1998). Ils permettent aussi sur le plan épidémiologique, de rechercher des liens entre les consommations alimentaires ou leur évolution et les problèmes de santé publique observés, et donc de formuler des hypothèses sur les facteurs de risques nutritionnels liés à certains comportements alimentaires (GALAN et HERCBERG, 1985).

#### **B. Données des ménages**

Cette méthode repose le plus souvent sur l'analyse économique des achats et des dépenses alimentaires, pendant une certaine période de temps, au niveau des familles ou de groupes d'individus vivant en collectivité. Dans ce cas, elle nécessite l'accord des personnes sélectionnées et le remplissage journalier et individuel d'un agenda, pour les achats à usage alimentaire (GALAN et HERCBERG, 1985 ; FAO/OMS, 1998).

Les avantages de ce genre de méthode est qu'elle peut porter sur de grands échantillons et représentatif de la population (FAO, 1981). Du fait de sa relative légèreté, elle peut porter sur des périodes assez prolongées et être répétée plusieurs fois dans l'année, afin de connaître les variations saisonnières. Ses inconvénients résident dans le fait qu'elle ne peut être pratiquée que sur des populations sachant lire et écrire. Il est nécessaire que les familles sélectionnées acceptent de participer et d'enregistrer l'ensemble de leurs achats. Ceci comporte un risque d'oubli volontaire ou involontaire. De plus les achats alimentaires au niveau ménager, renseignent sur les disponibilités alimentaires, mais là encore ne renseigne pas sur ce qui est réellement consommé : les déchets ne sont pas comptabilisés, ni ce qui est donné aux animaux domestiques, etc. D'autres part, cette méthode ne prend pas en compte tout ce qui est consommé hors domicile, ni ce qui est produit familialement (GALAN et HERCBERG, 1985).

#### **C. Données individuelles**

Les cinq méthodes générales d'évaluation de l'apport alimentaire individuel sont décrites ci-dessous, avec leurs principaux avantages et inconvénients.

**C. 1. Enregistrement alimentaire exhaustif ou journal alimentaire** : Consiste à noter sur un semainier ou journal prévu à cet usage, l'ensemble des aliments et boissons consommés par le sujet enquêté pendant un nombre de jour déterminé (en général un à 7 jours). Les quantités consommées sont mesurées par le sujet soit directement par pesée des aliments, soit évaluées en unités ménagères ou à l'aide de photographies (CHARLES et DUCIMETIERE, 2001). Pendant l'enquête, un contrôle doit avoir lieu régulièrement pour s'assurer que le semainier est correctement rempli (FAO/OMS, 1998).

Cette méthode assez simple permet d'être réalisée sur des échantillons plus importants lorsque la méthode n'est pas par pesée. La remise d'un journal bien conçu peut faciliter le recueil des données et éviter les oublis. Elle peut utiliser un personnel ayant une formation rapide. Cependant cette méthode demande une grande coopération des sujets étudiés. La nécessité d'une participation active peut être un facteur biaisant la représentativité de l'échantillon, qui accepte l'enquête (**GRUSON et ROMON, 2008**).

- C. **2. Rappel des 24 h** : Au cours duquel le sujet se remémore et décrit qualitativement et quantitativement, tous les aliments et boissons consommés pendant les 24 h précédentes, par ordre chronologique (**CHARLES et DUCIMETIERE, 2001**). Il est habituellement réalisé en face-à-face, avec l'aide d'un enquêteur habitué aux méthodes de recueil des données alimentaires (**FAO/OMS, 1998**), mais l'entretien par téléphone, plus simple d'organisation pour les enquêtes épidémiologiques de grande échelle donne également des résultats satisfaisants (**GRUSON et ROMON, 2008**).

Cette méthode présente l'avantage d'être rapide, largement accessible sur de larges échantillons de la population (**MENNEN et coll., 2002**). De plus, l'interrogatoire est fait après la consommation des aliments, la méthode est donc moins susceptible d'interférer avec l'alimentation habituelle (**ROMON, 2001**). Cependant, une des limites du rappel des 24 h est la possibilité d'oublis en cas de problèmes de mémorisation (**GRUSON et ROMON, 2008**), ou que les sujets peuvent ne pas rapporter la réalité de leur prise alimentaire pour des facteurs cognitifs tels que le désir d'approbation sociale. En raison de la variabilité intra individuelle de l'apport alimentaire, un seul rappel des 24 h ne permet pas de caractériser l'apport d'un individu. Il ne permet pas non plus au niveau d'une population, d'estimer la prévalence des apports inadéquats. L'impact de la variation intra individuelle de l'apport alimentaire est d'élargir la distribution des apports observés, la proportion de sujets ayant des apports insuffisants ou excessifs est ainsi surestimée. Cette erreur n'est pas spécifique du rappel des 24 h, mais elle est maximale avec un seul jour d'enquête (**ROMON, 2001**).

- C. **3. Questionnaire de fréquence alimentaire** : Contrairement aux deux méthodes précédentes, la méthode des questionnaires de fréquence s'intéresse non pas à la consommation réelle, mais à la consommation habituelle (**ROMON, 2001**). Pour chacun des éléments d'une liste structurée d'aliments et de groupes d'aliments préétablie, il est demandé à l'enquêté d'estimer la fréquence de consommation en précisant le nombre de fois par jour, par semaine, par mois ou par an (**GALAN et HERCBERG, 1985**). Le nombre et le type d'aliments sont variables, de même que la fréquence. Ce type de questionnaire est généralement auto-administré, mais peut également être confié à un enquêteur (**FAO/OMS, 1998**). Il peut être quantitatif, semi-quantitatif, ou seulement qualitatif (**VASSON, 2003**), comme il peut être orienté sur la consommation d'un ou de plusieurs nutriments. Certains questionnaires comportent des questions sur les méthodes habituelles de préparation, de parage des viandes, sur l'utilisation de compléments diététiques, par exemple (**FAO/OMS, 1998**). Ces questionnaires sont fréquemment utilisés aussi, pour classer les sujets en fonction de leur apport en certains nutriments (**AGBESSI DOS-SANTOS et DAMON, 1991**).

Leur exploitation est également très rapide. Le coût plus faible que celui des méthodes précédentes explique la généralisation de leur usage dans de nombreuses études (**ROMON, 2001**). Leur limitation majeure réside dans la préparation d'un questionnaire de fréquence, qui est longue et nécessite des études de validation et de calibration afin de s'assurer de la concordance avec les paramètres étudiés. Dans ce type de questionnaire, des imprécisions peuvent résulter d'un listing incomplet des aliments possibles, d'erreurs dans l'estimation des fréquences et dans l'estimation des portions habituelles (**GRUSON et ROMON,**

2007).

- C. **4. Histoire diététique** : Cette méthode apprécie les habitudes alimentaires et le type d'alimentation plutôt que l'alimentation actuelle des sujets (**ROMON, 2001**). Les fréquences sont orientées sur une longue période. Les questions portent sur les prises alimentaires du lever au coucher en commençant par le petit déjeuner, sa composition, sa fréquence hebdomadaire, puis mensuelle. Les quantités sont estimées en mesures ménagères ou directement en poids. Ensuite, le même principe est utilisé pour l'ensemble des autres prises alimentaires au cours des repas ou en dehors des repas (**GALAN et HERCBERG, 1985 ; CHARLES et DUCIMETIERE, 2001**). Dans cette méthode la fiabilité des réponses recueillies doit être contrôlée à la fin de l'interview, à l'aide de questions croisées portant sur la consommation des principaux groupes d'aliments correspondant avec les réponses précédentes. De même, certaines questions sur les achats, tel que le nombre de bouteilles d'huile acheté par semaine permettent également de vérifier les informations. Il est parfois possible par cette méthode d'apprécier les variations saisonnières de consommation (**GALAN et HERCBERG, 1985**).

Cette technique est plus lourde que le rappel diététique, mais elle peut être réalisée sur des échantillons relativement importants et représentatifs de la population à étudier. La durée de l'enquête (entre 20 et 60 min par sujet) lui confère une bonne acceptabilité, ce d'autant plus qu'elle se fait en une seule fois. Elle peut être réalisée aisément à domicile, sur les lieux de travail, dans des salles d'attente ou structures de soins, etc. Il s'agit d'une méthode économique. Il est admis qu'elle n'entraîne pas de modifications dans l'alimentation des sujets interrogés ; c'est son intérêt (**DEBRY, 1979 ; GALAN et HERCBERG, 1985**). Ces inconvénients tournent autour de l'attitude de l'enquêteur vis-à-vis des personnes interrogées. Il ne doit en aucun cas susciter ou introduire les réponses (**GRUSON et ROMON, 2008**) et être parfaitement entraîné (**AGBESSI DOS-SANTOS et DAMON, 1991**). Ce type d'étude apparaît également plus difficile à réaliser chez l'homme que chez la femme, notamment pour l'évaluation des quantités (**GALAN et HERCBERG, 1985**).

- C. **5. Méthode par pesée** : Il existe deux types de pesées des aliments ; l'une à chaque repas et l'autre avec analyse biochimique (**GALAN et HERCBERG, 1985**). Le principe de la première méthode consiste à peser pendant la durée de l'étude chaque jour et pour l'ensemble des prises alimentaires, les différents composants servis au repas ou utilisés pour la préparation, ainsi que les déchets laissés dans l'assiette. Pour les prises alimentaires en-dehors du domicile, elles doivent être identifiées et estimées en mesures ménagères. La pesée peut être réalisée par les individus étudiés ou par des enquêteurs. Les résultats enregistrés sur des feuilles prévues à cet usage portent sur les produits, leurs caractéristiques et leurs poids. Ceci nécessite qu'une certaine surveillance soit effectuée, à l'occasion de visites chez les sujets enquêtés. La pesée doit être réalisée sur des balances adéquates et précises. La période sur laquelle est réalisée l'enquête doit être suffisamment longue pour couvrir la variation intra individuelle. Le principal avantage de cette méthode est la précision et la fiabilité des données recueillies. Cependant, la bonne coopération de la population étudiée peut la rendre praticable que sur de petits échantillons, le plus souvent peu représentatifs. Elle s'accompagne généralement d'un taux élevé de refus. Lorsque c'est le sujet étudié lui-même qui effectue la pesée, celui-ci peut avoir tendance à simplifier son alimentation pour alléger son travail. De même, la présence d'un observateur extérieur réalisant la pesée peut entraîner des modifications du comportement alimentaire des individus étudiés. Cette méthode ne fournit des informations que sur l'alimentation actuelle, ce qui peut être différent des habitudes alimentaires du sujet (**GALAN et**



**HERCBERG, 1985 ; AGBESSI DOS-SANTOS et DAMON, 1991 ; GRUSON et ROMON, 2007).**

Pour la deuxième méthode, celle-ci consiste à analyser directement en laboratoire une portion identique des aliments consommés par les sujets. Pour cela, chaque aliment et boisson est pesé et mesuré, homogénéisé puis congelé avant d'être analysé. La méthode la plus fiable est celle qui porte sur les aliments cuisinés exactement en double de la ration ingérée par le sujet. Tous les aliments, notamment ceux pris hors repas doivent être pris en compte. Il s'agit d'une méthode d'une grande précision, quantitativement et qualitativement la plus proche de la consommation vraie des sujets. Néanmoins, elle présente déjà toutes les difficultés décrites pour la pesée simple, mais il s'agit d'une méthode beaucoup plus lourde nécessitant des moyens importants et du personnel. Elle demande également une plus grande coopération des sujets étudiés qui doivent, outre peser, cuisiner en double, ou faire eux-mêmes le prélèvement des aliments consommés. En ce qui concerne la mesure sur portion identique, il est nécessaire de faire cuisiner par la ménagère systématiquement des portions supplémentaires d'aliments, d'où un coût élevé qui doit s'ajouter au coût des dosages chimiques des aliments (**GALAN et HERCBERG, 1985 ; GRUSON et ROMON, 2007**).

#### **II. 4. Echantillon et choix de l'échantillonnage**

Dans la plupart des enquêtes, il n'est pas possible de recueillir des données auprès de chaque ménage ou personne relevant du domaine d'étude. Le recensement complet d'un groupe donné est une tâche considérable (**RUMEAU-ROUQUETTE et coll., 1991 ; OMS, 1992**) et qui nécessite beaucoup de temps pour la collecte et l'analyse des résultats (**OMS, 1992 ; ANCELLE, 2002**).

Ainsi, un échantillon est une petite partie du groupe de l'étude qui a été choisie pour représenter le groupe tout entier. Un échantillon soigneusement sélectionné peut fournir des informations fiables sur les besoins, les problèmes ou les caractéristiques de l'ensemble de la population étudiée (**OMS, 1992**).

Les procédures scientifiques d'échantillonnage permettent de définir la population visée par l'enquête et les unités statistiques (**RUMEAU-ROUQUETTE et coll., 1991**). La méthode choisie doit dépendre essentiellement du type de population et des informations sur la taille de la population, sa localisation et sa répartition (**OMS, 1992**).

#### **II. 5. Exploitation des données**

L'exploitation des données peut se faire soit sous forme d'aliments non transformés, dans ce cas il s'agit de profils de consommation alimentaire, soit sous forme de nutriments consommés, il est alors nécessaire de passer par une table de composition des aliments (**DEBRY, 1979**) par abréviation TCA. Cette dernière, comprend pour chaque aliment sa description, son code, et la composition en nutriments pour 100 g d'aliments (**FAVIER et coll., 1995**). D'après **GRUSON et ROMON (2007)**, il peut être raisonnablement envisagé, de disposer à la fois d'une TCA informatisée et le logiciel d'entrée et de calcul des données.

Il existe de nombreuses bases de données principales, qui peuvent être complétées par d'autres sources d'informations, comme par exemple les données fournies par l'industrie agro-alimentaire (**FAO/OMS, 1998 ; ROMON, 2001**).

Pour choisir une TCA, un certain nombre d'éléments doivent être considérés (**FAO/OMS, 1998 ; ROMON, 2001**) :

- Les données doivent être précises et régulièrement mises à jour. La composition des aliments change très vite en raison de la sélection des produits végétaux, de la nourriture des animaux et des progrès de la technologie alimentaire ;

- Les aliments analysés dans la table doivent être les plus proches possibles de ceux consommés par la population étudiée. Toutefois, étant donné le coût des analyses, la plupart des TCA reprennent en partie des informations contenues dans des tables de références dont l'analyse est difficile, telle que celle de McCANCE et WIDDOWSON'S pour les fibres ;
- La description des aliments doit être précise. Il est en effet important de savoir si la composition correspond à l'aliment cru ou cuit, avec ou sans déchets ;
- Le nombre de données manquantes sur les nutriments doit être le plus faible possible. Il faut savoir que dans la plupart des cas, elles sont traitées comme la valeur zéro. Ce point n'a pas d'importance si la table sert uniquement de référence, mais peut conduire à des erreurs importantes si la table est utilisée pour des calculs d'apport.

## II. 6. Limites des enquêtes alimentaires

Une méthode idéale serait une méthode permettant de renseigner sur les consommations des individus avec une précision et une exactitude irréprochables. Cela supposerait qu'il n'y ait aucune erreur dans le recueil, l'analyse et l'interprétation des données (ROMON, 2001). Assurément, aucune méthode d'enquête alimentaire ne remplit les conditions d'une méthode idéale ; chacune a ses limites d'utilisation (GRUSON et ROMON, 2007).

Trois sources d'erreurs peuvent être identifiées : les erreurs liées aux TCA, au répondant et à l'enquêteur (ROMON, 2001).

- **Erreurs liées aux TCA** : elles sont souvent imprécises sur les teneurs en micronutriments et ne tiennent pas compte de la biodisponibilité réelle du nutriment (ROMON, 2001). De plus, les aliments sont en nombre croissant et si l'informatisation des TCA a grandement facilité l'exploitation des données, la mise à jour est pratiquement impossible devant l'apparition incessante de nouveaux produits (GRUSON et ROMON, 2008), comme nous l'avons décrit précédemment.

- **Erreurs liées au répondant** : au cours du recueil, le simple fait d'être enquêté peut entraîner une modification de l'alimentation. Par ailleurs, un défaut de perception (capacité à prendre conscience d'une quantité d'aliments présente en réalité), de conceptualisation (capacité à construire mentalement une quantité d'aliments qui n'est pas présente en réalité) ou de mémorisation de la part du sujet enquêté, peut limiter la qualité des données et conduire à une mauvaise évaluation des quantités consommées (GRUSON et ROMON, 2008). Les erreurs de ce type peuvent être aussi liées à la lassitude des sujets qui ne notent pas tous les aliments consommés sur le carnet alimentaire ou à la culpabilisation vis-à-vis de certains aliments qui amènent à moins les rapporter (ROMON, 2001).

- **Erreurs liées à l'enquêteur** : elles peuvent avoir deux origines. La première est due à l'estimation des quantités lorsqu'il n'y a pas de pesée, l'enquêteur estime alors les quantités à partir des descriptions fournies par le sujet. La deuxième est la manière dont sont posées les questions qui peut influencer sur les réponses des sujets. Il est donc important que l'estimation des portions et les questions posées soient standardisées (GRUSON et ROMON, 2007).

Une fois le recueil effectué, d'autres sources d'erreurs sont susceptibles d'intervenir au moment de l'exploitation des données, comme les erreurs de saisie, de codage, de calcul ou de transcription des données (GRUSON et ROMON, 2008).

## CHAPITRE III. APPORTS ALIMENTAIRES EN CALCIUM ET CALCEMIE

### III. 1. Besoins calciques

Les besoins en un nutriment donné désignent la quantité nécessaire, pour assurer l'entretien et le fonctionnement métabolique et physiologique d'un individu en bonne santé (MARTIN, 2001).

L'évaluation du besoin en calcium est difficile à chiffrer de façon précise, par le fait qu'il existe de grandes différences entre individus, dans leur aptitude à utiliser le calcium alimentaire (TREMOLLIÈRES et coll., 1980 ; ADRIAN et coll., 2003), et par le fait que l'organisme peut s'adapter à divers niveaux d'apports (DUPIN, 1981).

#### III. 1. 1. Besoins nets

Ils expriment une quantité de nutriment utilisée au niveau des tissus, après l'absorption intestinale. Ils comportent également la constitution et le maintien des réserves (PASSMORE et coll., 1974 ; MARTIN, 2001). Ces besoins se répartissent en besoins d'entretien, de croissance, de gestation et de lactation (GUEGUEN, 2001).

- A. **Besoins d'entretien** : Le besoin net d'entretien correspond aux pertes minimales inévitables par les voies urinaire, fécale et sudorale. Comme ces pertes sont susceptibles d'augmenter avec l'apport alimentaire calcique, il faut prendre en compte les valeurs minimales observées lorsque l'apport est faible. Ainsi, chez l'homme adulte, le besoin minimum d'entretien est estimé à 260 mg de calcium par jour, réparti entre l'urine, les selles et la sueur, avec respectivement 130 mg, 110 mg et 20 mg (RICHARD et VALET, 1994 ; GUEGUEN, 2006) ;
- B. **Besoins de croissance** : Le calcium est fondamental dès les premiers stades de la vie et tout particulièrement au cours des phases de croissance de l'organisme (LOKOMBE LEKE et MULLIE, 2004), où les besoins augmentent. A ce moment, l'enfant constitue son capital calcique (FISCHER et GHANASSIA, 2004). La quantité de calcium retenue dans le squelette est variable au moment du pic pubertaire. Sur la base de nombreux résultats sur l'enfant et l'adolescent, les valeurs se situent entre 90 et 250 mg par jour (GUEGUEN, 2001) ;
- C. **Besoins de gestation** : Les besoins en calcium sont élevés durant toute la grossesse en raison de la formation du squelette du fœtus (GOERKE, 2004). Pendant le dernier trimestre, ce dernier retient environ 20 g de calcium, soit en moyenne 220 mg par jour (FRENOT et VIERLING, 2001 ; GUEGUEN, 2006) ;
- 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 (GUEGUEN, 2001).

#### III. 1. 2. Besoins nutritionnels moyens

Les besoins nutritionnels moyens (BNM) résultent des valeurs acquises sur un groupe expérimental, constitué d'un nombre limité d'individus et correspondent à la moyenne des besoins individuels (MARTIN, 2001).

La calcémie étant maintenue constante aux dépens du calcium échangeable de l'os, 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).

Pour les adultes, les BNM ont été fixés à 690 mg de calcium par jour estimés suffisant pour 50% de la population (GUEGUEN, 2001).

### III. 2. Apports nutritionnels conseillés en calcium

Les apports nutritionnels conseillés (ANC) correspondent au BNM mesuré sur un groupe d'individus, auquel sont ajoutés deux écarts types (MARTIN, 2001). Ceci représente une marge de sécurité statistique pour prendre en compte la variabilité inter individuelle, permettre 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).

### III. 3. Sources alimentaires en calcium

Le calcium est présent dans les tissus des végétaux et des animaux (SULLIVAN, 2004). Il est principalement apporté par les aliments d'origine lactée (THOULON-PAGE, 1993 ; RULLIER, 2004), comme le lait (120 mg de calcium/100 g de produit), fromage fondu (500 mg/100 g), yaourt aromatisé (150 mg/100 g), glace (135 mg/100 g), etc. (IRELAND et coll., 2002), sauf pour le beurre qui n'est pas riche en calcium (BUZACOUX, 1974) avec seulement 15 mg de calcium pour 100 g de l'aliment (JEANTET et coll., 2008).

Le lait et les produits laitiers servent en général de référence pour la biodisponibilité du minéral. Toutefois, les légumes verts, les fruits frais et séchés, le persil, les légumineuses, les œufs et les céréales peuvent contribuer secondairement aux apports (COXAM, 2008), étant donné que le calcium est très abondant dans le sol (SEIGNALET, 2004). A titre d'exemple (POISSONNET, 1991 ; FAVIER et coll., 1995 ; JACOTOT et CAMPILLO, 2003) : l'épinard cuit (112 mg de calcium/100 g), figes sèches (160 mg/100 g), persil (200 mg/100 g), pois-chiches (56 mg/100 g), œuf dur (53 mg/100 g), pain (40 mg/100 g).

Une source de calcium à ne pas omettre est constituée par l'eau, quelle que soit son origine (SOBOTKA et coll., 2008 ; CONSTANT et HAWILI, 2011), avec des teneurs en calcium très variables suivant les régions, comme : les eaux de boisson du sud de l'Algérie qui ont un taux moyen supérieur à 150 mg/L (DJELLOULI et coll., 2005) et les eaux minérales entre 50 et 80 mg/L suivant les étiquetages.

Certains poissons et leurs arêtes, contiennent aussi une proportion considérable de calcium, comme les sardines à raison de 400 mg par 100 g de produit (LABARTHE, 2005).

### III. 4. Estimation du calcium sanguin

L'évaluation du statut en calcium repose sur le dosage du calcium ionisé plasmatique (BEAUFRERE et coll., 1999 ; BAIRD, 2011). Ses variations reflètent mieux l'état du statut calcique que celles du calcium total. Se dosage direct doit être préféré à l'évaluation de la calcémie corrigée par rapport à la protidémie ou à l'albuminémie (MALLET, 1997 ; VERGER et YOUNG, 1997).

#### III. 4. 1. Recueil des prélèvements

Tous les dosages de la concentration de calcium ou de ses fractions à partir du sang obéissent à des règles impératives (LECOQ et MARCELLI, 2007).

Le prélèvement peut être veineux, artériel ou capillaire (GIDENNE et coll., 2003). Les modifications locales du pH et de la protidémie changent l'équilibre des différentes fractions, ce qui impose un prélèvement veineux sans garrot (LECOQ et MARCELLI, 2007).

Le prélèvement doit être fait le matin à jeun car l'augmentation de la calcémie en période post-prandiale peut atteindre 0,15 mmol/L chez les sujets sains. Voire plus, chez les sujets présentant une hyperabsorption intestinale du calcium (**GIDENNE et coll., 2003**).

Il est préférable de travailler sur tube sec sans gel séparateur, mais il faudra attendre une coagulation complète et ne le déboucher qu'au moment du dosage, ce qui est peu compatible avec l'urgence et impose pratiquement le remplissage d'un tube supplémentaire (**GIDENNE et coll., 2003 ; LECOQ et MARCELLI, 2007**). Le prélèvement sur anticoagulant non chélateur est donc plus répandu, les plus appropriés étant l'héparinate de sodium ou de lithium. Le recueil du sang peut être soit dans une seringue de gazométrie, soit dans un tube classique. Une héparine sèche est préférable à la forme liquide pour éviter toute dilution de l'échantillon (**BOINK et coll., 1991 ; GIDENNE et coll., 2003**).

#### **III. 4. 2. Conservation des échantillons sanguins**

Le prélèvement doit être conservé au froid jusqu'au dosage afin d'éviter le changement de pH *in vitro* (**LECOQ et MARCELLI, 2007**).

En cas de dosage différé, il convient de placer les tubes à plus de 4°C (**BOINK et coll., 1991**), afin de limiter la glycolyse à partir des globules rouges sanguins et éviter ainsi, la formation de lactate responsable de l'acidification du spécimen. Une fois centrifugés, plasma et sérum peuvent être conservés 4 h à température ambiante, 24 h à plus de 4°C et plusieurs mois à moins de 18°C (**GIDENNE et coll., 2003**).

#### **III. 4. 3. Dosage du calcium ionisé**

Vers la fin des années 1950, calcium, sodium et potassium sont mesurables par photométrie de flamme, avec des appareils à réponse non linéaire, donnant une bonne exactitude, ciblant progressivement le calibrage de part et d'autre de la valeur présumée, pour l'obtenir par interpolation (**MOLLARD, 2000**).

L'utilisation de la flamme comme source d'excitation en spectrographie remonte à GOUY ; le principe de sa méthode consistait à vaporiser une solution complexe des éléments à étudier dans une flamme au gaz d'éclairage, dont le spectre était photographié (**PINTA, 1954 ; DRIOU, 1996**).

En 2001 selon **BOST**, la photométrie de flamme par émission atomique est la technique la plus utilisée devant les électrodes spécifiques et la spectrorélectrométrie. Néanmoins, les méthodologies utilisant les électrodes sélectives remplaceront à plus ou moins à longue échéance les autres modes de mesure car celles-ci sont d'utilisation plus simple (**LECOQ et MARCELLI, 2007, BAIRD, 2011**).

### **III. 5. Carence et excès calcique, leurs causes et symptômes**

Le diagnostic positif d'une carence repose sur des arguments essentiellement cliniques et biologiques, voire para cliniques. Ces signes sont très variables (**SCANLON et SANDERS, 2007**) selon le micronutriment considéré et/ou l'existence d'un syndrome affectant plusieurs nutriments (**BEAUFRERE et coll., 1999**).

D'après **MARTI et FOSSATI (1993a)**, il existe des perturbations calciques associées à une hypocalcémie et d'autres à une hypercalcémie.

#### **III. 5. 1. Hypocalcémie**

L'hypocalcémie est confirmée par un dosage de calcium idéalement ionisé (**ST-JEAN, 2004**), en dessous des valeurs seuils (**HORN et coll., 2005**).

Les principales causes peuvent être dues (**MARTI et FOSSATI, 1993a ; GAYET et CAZEL, 2002 ;**

**RUASSE, 2002)** : à des carences d'apport vitamino calcique d'origine nutritionnelle soit, à des carences calciques par excès d'élimination rénale ou digestive, à des causes endocriniennes, iatrogènes, ou à une insuffisance rénale chronique.

- A. Carence d'apport alimentaire vitamino calcique** : due à une consommation insuffisante de produits laitiers ou à l'intolérance de l'organisme à un de leurs constituants (**COURPOTIN et coll., 1982 ; LEDERDER, 1985**) ; soit suite à un régime hyperprotéique où les protéines entraînent une perte de calcium en bloquant son utilisation et en favorisant son élimination rénale (**DUPONT, 2000**) ; ou bien à une déficience en vitamine D (**SLAMA, 1979**) due en partie aussi à une carence d'ensoleillement (**ANSELME, 2006**) ;
- B. Causes endocriniennes** : dues à un mauvais fonctionnement des parathyroïdes (**BRUNETEAU, 2003 ; SCANLON et SANDERS, 2007**). L'hypoparathyroïdie peut être primitive ou secondaire. Le diagnostic de cette première est posé chez un enfant ou un adulte lorsque le syndrome biologique de l'hypoparathyroïdie est présent : hypocalcémie avec hypocalciurie. L'administration d'hormone parathyroïdienne corrige cet ensemble de signes biologiques. Lorsque ceux-ci persistent malgré la thérapeutique hormonale, on parle de pseudo hypoparathyroïdisme que l'on attribue à l'absence d'effets de l'hormone parathyroïdienne sur ses récepteurs. L'hypoparathyroïdie secondaire est la conséquence de la lésion des parathyroïdes ou de leurs pédicules vasculaires au cours de la thyroïdectomie. Le syndrome biologique est identique à celui de la maladie primitive (**ARDAILLOU et AMIEL, 1979 ; FISCHER-GHANASSIA et GHANASSIA, 2004**) ;
- C. Causes iatrogènes** : Elles sont exceptionnelles et ont été décrites avec les anticonvulsivants et les inducteurs enzymatiques accélérant le catabolisme hépatique de la vitamine D (**MARTI et FOSSATI, 1993b**) ;
- D. Insuffisance rénale chronique** : La cause de cette hypocalcémie réside essentiellement en une diminution de l'absorption intestinale du calcium. Le mécanisme est multiple : (1) par diminution de la production du métabolite actif de la vitamine D, par les cellules tubulaires rénales, (2) par précipitation du calcium dans les tissus sous forme de phosphate de calcium et (3) la résistance à l'action de l'hormone parathyroïdienne (**MARTI et FOSSATI, 1993b ; FISCHER et GHANASSIA, 2004**).

Les principaux symptômes caractérisant une hypocalcémie sont : des troubles osseux dus à une minéralisation insuffisante du tissu ostéoïde comme le rachitisme<sup>1</sup> chez l'enfant et l'ostéomalacie<sup>2</sup> chez l'adulte, ou

---

<sup>1</sup> **Rachitisme** : Le rachitisme est une maladie de la croissance des os (**MALLET, 2004**), dû à un défaut de calcification du tissu osseux et du cartilage. Il provoque un ramollissement et des déformations du squelette (**VILKAS, 1994 ; GARABEDIAN et coll., 2005**). Le rachitisme apparaît chez les enfants des régions peu ensoleillées (**MALLET et coll., 2005**) et il atteint l'enfant en phase de croissance rapide particulièrement entre quatre et 12 mois (**UNICEF, 1996**).

<sup>2</sup> **Ostéomalacie** : L'ostéomalacie est une maladie osseuse caractérisée par une insuffisance généralisée de la minéralisation (**FRANCIS et SELBY, 1997**). Elle survient généralement à l'occasion d'une des circonstances où l'organisme a des besoins en calcium accrus ; croissance, grossesses répétées avec allaitement prolongé (**LEDERDER, 1985**).

à une perte excessive de substances osseuses caractérisées par l'ostéoporose<sup>3</sup> (GUEGUEN, 2001), des crampes tétanisantes (HORN et coll., 2005), des vertiges, de la nervosité avec irritabilité et des insomnies (DUPONT, 2000), peau sèche, ongles cassants (RUASSE, 2002), chute modérée des cheveux, constipation, mais aussi des nausées et des vomissements (ST-JEAN, 2004), troubles au niveau des yeux (cristallin), troubles trophiques des dents et migraines violentes (OBERLIN et KOEGER, 1998).

### III. 5. 2. Hypercalcémie

L'hypercalcémie est l'élévation de la calcémie au dessus des seuils (HADRI et coll., 1997 ; BRUNETEAU, 2003). C'est un trouble potentiellement mortel, où l'hyperparathyroïdie est la cause la plus connue (GUIDON, 2005).

L'hypercalcémie se présente sous deux principaux mécanismes (ARDAILLOU et AMIEL, 1979 ; FISCHER-GHANASSIA et GHANASSIA, 2004 ; LE JEUNNE, 2007 ; SCANLON et SANDERS, 2007) :

- A. Une altération primitive de la sécrétion d'hormones parathyroïdiennes par diminution de la concentration de calcium dans le plasma. Cela conduit à l'accroissement de la lyse osseuse et à la diminution de la masse minérale osseuse. Les autres causes de destructions osseuses sont les pathologies malignes ;
- B. Une altération secondaire provoquant une augmentation de l'absorption intestinale du calcium, soit par intoxication à la vitamine D, par la sarcoïdose ou maladie de Besnier-Boeck-Schaumann ou soit par le syndrome de Burnett.

Des apports très élevés de calcium (jusqu'à 2 g/jour) ne semblent pas exercer d'effet défavorable chez le 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 (GUEGUEN, 2001). Un excès de calcium alimentaire peut aussi inhiber l'absorption intestinale de d'autres éléments comme le magnésium, le zinc et surtout le fer (GAYET et CAZEL, 2002 ; MICHEAU, 2004). Il semble donc prudent de maintenir la limite de sécurité et de ne pas surcharger le système rénal (LEBLANC et coll., 2005 ; LE JEUNNE, 2007).

Les principaux signes d'excès calcique et indicateur du statut nutritionnel peuvent être des (VERGER et YOUNG, 1997 ; GUIDON, 2005 ; HOUILLIER et coll., 2006) :

---

<sup>3</sup> **Ostéoporose** : L'ostéoporose est une maladie squelettique caractérisée par une perte de la masse osseuse associée à une détérioration de la microarchitecture osseuse (KALKWARF et coll., 2003), entraînant une augmentation de la fragilité osseuse et un risque accru de fractures (OMS, 2003b ; BREUIL et EULLER-ZIEGLER, 2004). La constitution de la masse osseuse pendant l'adolescence est un facteur essentiel de la prévention de l'ostéoporose (HEANEY, 2000 ; KALKWARF et coll., 2003). La qualité de la masse osseuse dépendra de multiples facteurs : apport nutritionnel en calcium et en vitamine D, homéostasie calcique, et degré d'activité physique de l'individu (FERRY, 2005 ; COXAM et DAVICCO, 2006 ; FEILLET, 2007). L'ostéoporose est aussi favorisée par les déséquilibres hormonaux chez la femme ménopausée (STEVENS et LOWE, 2006), c'est une des raisons, qu'elle touche plus de femmes que d'hommes (BLAIN, 2004 ; LAMBERT-LAGACE, 2004).

- A. **Signes généraux** : asthénie, diminution de la force musculaire, déshydratation, polydipsie ;
- B. **Signes gastro-intestinaux** : anorexie, nausées, vomissements, constipation et douleurs abdominales ;
- C. **Signes neuropsychiatriques** : irritabilité, dépression, confusion mentale, somnolence, coma sans signe de localisation ;
- D. **Signes cardiovasculaires** : raccourcissement de l'espace QT sur l'électrocardiogramme et le risque d'arrêt cardiaque, hypertension artérielle (HTA) ;
- E. **Signes rénaux** : polyurie, polydipsie, insuffisance rénale.



# **Méthodologie**

Notre travail a pour objectif d'évaluer l'alimentation, l'état nutritionnel, l'apport calcique et la calcémie d'une population de jeunes adultes (18-26 ans). Pour ce faire, nous avons réalisé une enquête nutritionnelle en deux parties. La première concerne un questionnaire visant à la fois, l'estimation de la consommation alimentaire et l'appréciation de l'état de nutrition, par les signes cliniques et les mesures anthropométriques, au sein d'un même groupe de sujets. La deuxième partie porte sur l'estimation de l'apport calcique et de la calcémie sur un sous échantillon.

## **I. Enquête nutritionnelle**

Il s'agit d'une étude transversale par questionnaire. Elle comporte un aspect descriptif caractérisant l'anthropométrie du sujet, son alimentation, son état de santé, le relevé des signes cliniques associés au déficit/excès d'apport calcique le concernant, mesures tensionnelles et dosage de l'hématocrite et de la calcémie.

### **I. 1. Population étudiée et échantillonnage**

La population ciblée pour notre enquête est un échantillon de population constitué de jeunes adultes. Ces derniers sont tous des étudiants universitaires.

Les raisons pour lesquelles notre choix s'est porté sur ces sujets ; est que le protocole d'étude est assez lourd, nécessitant le recrutement de personnes accessibles et disponibles. Qui plus est, nous avons fait appel à ces sujets à plusieurs reprises et également du fait qu'ils venaient de tous les milieux socio-économiques et de toutes les régions du pays.

Pour constituer la population à étudier, nous avons d'abord procédé par un échantillonnage non aléatoire volontaire, car c'est une méthode moins coûteuse, plus rapide et plus simple.

#### **I. 1. 2. Sélection des sujets**

La mobilisation des sujets dépendait de leur consentement à se prêter à l'étude. Les points de recrutement étaient les amphithéâtres, les salles d'étude, les cafétérias, etc. La plupart des étudiants refusaient de participer principalement à cause du prélèvement sanguin, d'autres acceptaient de coopérer à condition d'avoir les résultats de leurs analyses du sang. C'est ainsi que les enquêtés ont été retenus selon certains critères d'inclusion et d'exclusion :

- **Critères d'inclusion** : étudiants volontaires des deux sexes inscrits à l'université Mentouri de Constantine toute filière confondue, ayant un âge supérieur ou égal à 18 ans ;
- **Critères d'exclusion** : grossesse, allaitement et toute autre pathologie dont l'allergie alimentaire particulièrement aux protéines du lait et intolérance au lactose, prise de médicaments pouvant interférer avec les paramètres étudiés et intervention chirurgicale dans les trois mois précédents l'enquête.

L'inclusion définitive du volontaire est établie, si et seulement si, les critères d'inclusion et d'exclusion sont respectés.

### **I. 2. Déroulement et réalisation de l'enquête**

La réalisation de notre étude s'est déroulée en quatre étapes (figure 08). La première (partie A) a été l'interrogatoire avec les sujets. Il a concerné l'identification, des mesures anthropométriques, l'alimentation, l'état de santé et des examens cliniques par observation des signes d'éventuels désordres calciques des enquêtés.

L'interrogatoire (partie A) a eu lieu le plus souvent au Laboratoire de Nutrition et de Technologie Alimentaire (LNTA) situé à l'Institut de la Nutrition, de l'Alimentation et des Technologies Agro-Alimentaires (INATAA), qui est notre établissement de rattachement et où les infrastructures nous ont été accessibles.

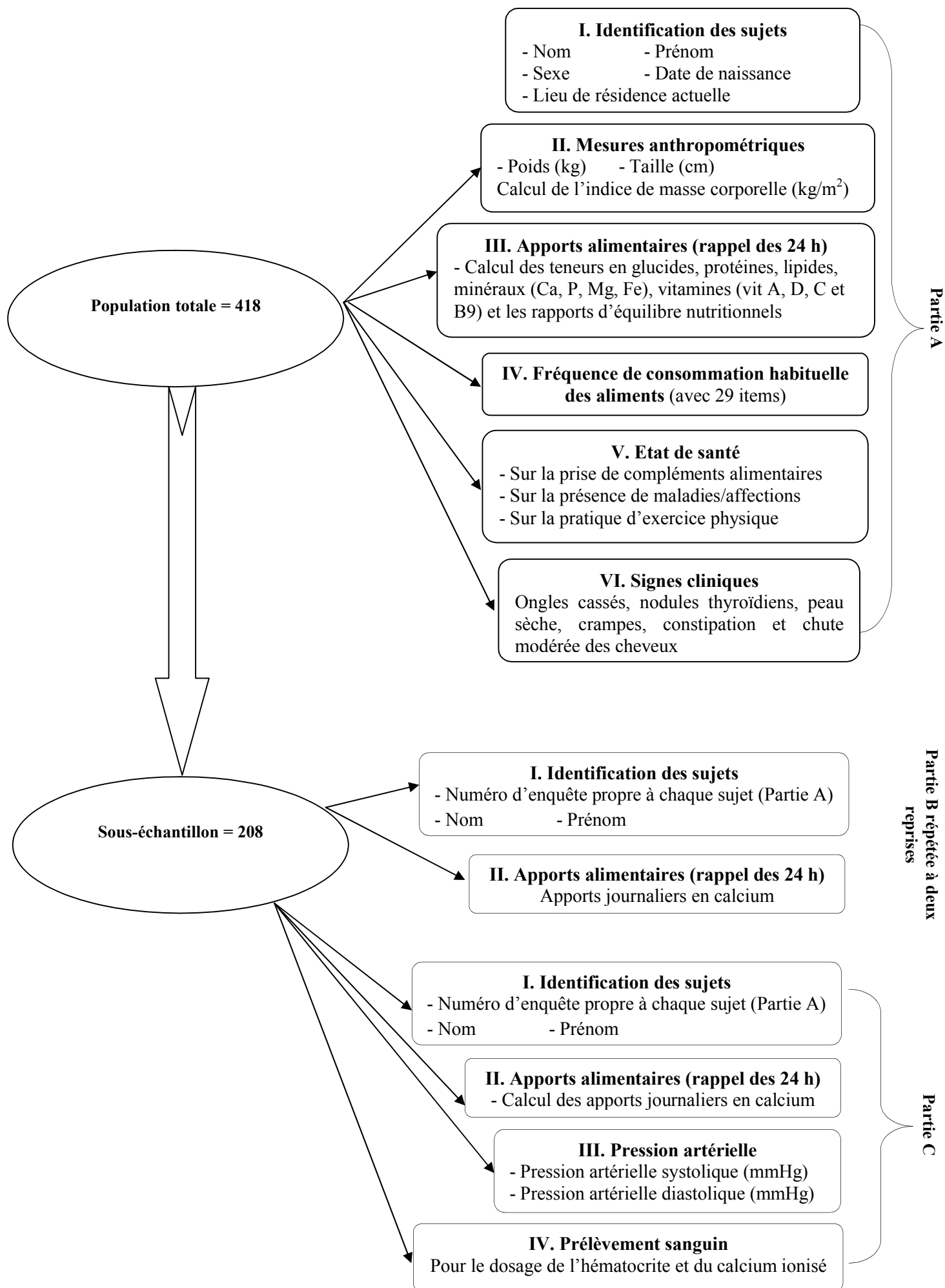


Figure 08 : Protocole de réalisation de l'enquête nutritionnelle

Le laboratoire a été aménagé spécialement pour la prise des mesures anthropométriques et le remplissage du questionnaire. En moyenne, nous réalisons 10 questionnaires par jour.

Notre étude requiert de faire rappeler les sujets pour trois autres fois (partie B répétée deux fois et partie C). La deuxième et troisième entrevues ont concerné l'alimentation des enquêtés. Elles ont été réalisées dans différents endroits (LNTA, salle d'étude, amphithéâtre, cafétéria, bibliothèque, etc.) et selon la disponibilité des étudiants, bien que les dates ont été fixées à l'avance avec l'accord des enquêtés et que l'intervalle entre chaque entrevue était espacé de deux à trois semaines.

Pour la quatrième et dernière rubrique de l'enquête (partie C), nous avons demandé aux enquêtés de se déplacer au LNTA, pour principalement, le prélèvement sanguin qui a nécessité l'assistance d'une infirmière à temps plein à l'INATAA et les dosages qui se faisaient le jour même du prélèvement.

- **Période d'enquête** : L'enquête a duré autant de jours que nécessaire pour toucher le maximum d'étudiants dans chaque département et pour réunir le nombre d'échantillon espéré et traitable statistiquement. Ainsi, 418 personnes ont été mobilisées entre le 07/03/2009 et le 10/05/2009. Les prélèvements sanguins ainsi que les dosages ont débuté du 13/06/2009 jusqu'au 31/07/2009. Les personnes ont été interrogées du samedi au vendredi inclus, pour couvrir l'ensemble des variations journalières des prises alimentaires.

### **I. 3. Questionnaire**

L'enquête a été réalisée par deux personnes. Ces enquêteurs ont été formés au LNTA et se sont familiarisés à réaliser les mesures anthropométriques et à faire des interviews.

Avant chaque entretien, nous avons expliqué au sujet le but et le contenu du travail que nous devons mener. Il lui est précisé l'absence totale de tout risque concernant le prélèvement de sang et lui avons donné la garantie qu'aucune donnée nominative n'est divulguée et que ces données d'identification ne sont pas saisies dans un fichier informatique. Avec, la sécurité et le respect de la confidentialité et l'anonymat des informations recueillies destinées exclusivement à une utilisation scientifique et à des fins de recherche.

Après l'accord du sujet, chaque question est bien expliquée de sorte qu'il comprenne le sens et chaque réponse est ainsi notée. La conduite de l'entretien a été faite d'une façon semi-directive. Le temps consacré à chaque enquêté variait d'un sujet à un autre, il était en moyenne de 40 min.

#### **I. 3. 1. Pré-enquête**

Selon WILLIAMS (1964), toute enquête modifie inévitablement le comportement de l'observateur (HERCBERG et GALAN, 1985b). Ainsi, avant de commencer l'enquête proprement dite, nous avons procédé à une pré-enquête.

Plusieurs versions du questionnaire ont été élaborées, que nous avons testé à chaque fois sur différents étudiants de notre entourage. Au total 35 personnes ont été interrogées durant les mois de janvier et février 2009. Cette pré-enquête, nous a permis d'essayer, de modifier le questionnaire et de voir l'impact des questions posées.

Les modifications apportées au questionnaire (annexe 01) se résument dans le remplacement de certaines questions en fonction des observations des enquêteurs et des sujets questionnés et la suppression des questions sans intérêt statistique. Cette pré-enquête a donné lieu à la dernière version du questionnaire, plus claire et plus adaptée au besoin de l'enquête.

#### **I. 3. 2. Description du questionnaire retenu**

Le questionnaire utilisé (annexe 02) a été rédigé sous format portrait comprenant trois pages avec un en-tête

(titre, numéro du questionnaire et date de l'enquête) et un pied de page (numéro de la page). Il renferme des questions fermées, semi-fermées et ouvertes. Le questionnaire comporte les parties suivantes :

**1. Identification** : Cette rubrique est consacrée aux renseignements sur l'enquêté, concernant nom et prénom, sexe, date de naissance et lieu de résidence actuelle. Ces données ont permis d'identifier, de classer et de décrire la population étudiée.

**2. Mesures anthropométriques** : Nous avons déterminé le poids (kg) et la taille (cm) des sujets, afin de calculer leur indice de masse corporelle (IMC). Le poids a été mesuré avec une balance de marque HANSON, d'une étendue de 140 kg et d'une précision de 200 g. Pour la mesure de la taille, nous avons utilisé une toise télescopique de marque SECA-SOMATOMETRE, qui comprend une partie fixe de 130,3 cm et une autre coulissante de 131,4 cm, avec une précision de 0,1 cm.

Les mesures du poids et de la taille ont été réalisées en veillant aux consignes de l'OMS de 1989 : le sujet doit être déchaussé et portant le minimum de vêtements ; la lecture de la pesée doit se faire qu'après équilibre de la balance. Pour la taille, la tête doit être placée en position horizontale, le sujet doit prendre une inspiration profonde et arriver à une taille maximum, jambes étirées et pieds à plat sur le sol, les talons contre le curseur de la toise télescopique, pour réduire au maximum les variations. Pour caractériser l'état nutritionnel du sujet en fonction de la corpulence, nous avons suivi la classification de l'OMS (2003a).

**3. Apports alimentaires** : Pour connaître les apports énergétiques et nutritionnels et plus particulièrement l'apport journalier en calcium des sujets interrogés, nous avons choisi la méthode du rappel des 24 h ; en raison de sa facilité d'emploi, sa rapidité et son faible coût, contrairement à la méthode de la pesée ou de l'histoire diététique.

Cependant, il est à noter que les réponses des sujets font appel à leur mémoire d'où le risque de répercussion sur la valeur de la réponse. C'est pour cela que nous avons allié la fréquence de consommation des aliments à la méthode du rappel des 24 h. Qui plus est, plusieurs types de méthode d'évaluation alimentaire peuvent être associés pour améliorer l'exactitude des données et faciliter leur interprétation. A titre d'exemple, l'étude de la Third National Health and Nutrition Examination Survey III, a utilisé conjointement la fréquence de consommation des aliments avec le rappel des 24 h de façon à optimiser les ressources disponibles (FAO/OMS, 1998).

Dans ce volet, l'enquêté décrit qualitativement et quantitativement toutes ses consommations alimentaires pendant la veille (24 h avant le jour de l'interview) chronologiquement pour chaque prise alimentaire (petit déjeuner, avant déjeuner, déjeuner, goûter, dîner et après dîner). Afin de préciser les quantités d'aliments consommés, les sujets se référaient pour chaque aliment listé au cahier photos de l'étude SUPplémentation en Vitamines et Minéraux Antioxydants ou SU.VI.MAX. (SU.VI.MAX., 1994). Dans ce carnet sont présentés différents aliments, ustensiles et plats, codés de tailles de portions croissantes allant de A à G. Sur chaque ligne du tableau où est indiqué le nom de l'aliment, correspond son code approprié, de même que la taille de portion associée à l'unité consommée.

Pour les aliments ou les plats qui ne figurent pas sur le carnet photos utilisé, nous avons employé les unités ménagères comme description de l'ustensile par lequel a été servi et dans quoi il a été servi (cuillère, assiette, bol, etc.). Pour connaître ensuite, les quantités consommées, nous avons réalisé des pesées à l'aide d'une balance ménagère SOEHNLE (portée maximum 5 kg, graduation 20 g) et d'une balance technique KERN EW (précision de lecture 0,1 g et portée de 6 000 g). Chaque valeur utilisée est la moyenne de trois pesées. A la fin de cette partie, un certain type d'aliment a été listé verbalement aux étudiants interrogés, afin de compenser d'éventuels oublis, dans les différentes prises alimentaires sur la journée questionnée. L'évaluation de la quantité d'aliments ingérée permet de calculer l'apport nutritionnel à l'aide de tables de composition des aliments (GRANDPERRET et coll., 1997) ou

TCA. Pour certains mets composés, des calculs à partir de recettes ont été faits. Concernant, l'apport minéral en eau, nous avons sollicité de faire appel à la société de l'eau et de l'assainissement de Constantine, pour avoir des informations sur la composition physico-chimique de l'eau potable distribuée dans la ville même et ses alentours. Pour ce qui est de l'eau minérale, nous nous sommes référés à l'étiquetage d'emballage des bouteilles commercialisées sur le marché algérien.

**4. Fréquence de consommation habituelle des aliments** : Nous avons utilisé un questionnaire composé de 29 items sous forme de tableau dans lequel est consigné la majorité des aliments susceptibles d'être consommés, rassemblés en 6 groupes d'aliments : (1) lait et produits laitiers ; (2) céréales, légumineuses et féculents (Cér, Lég, Féc) ; (3) viandes, poissons, œufs et charcuteries (VPOC) ; (4) fruits et légumes (FL) ; (5) corps gras et produits sucrés (CGPS) ; (6) eau et boissons sucrées (EBS). Cette liste pré établie nous a permis de classer selon le nombre d'occasion de consommation des aliments locaux en trois catégories (quotidienne, hebdomadaire, mensuelle) et une quatrième pour leur non consommation (jamais), et ainsi de voir la part de chaque groupe d'aliments dans l'alimentation des sujets touchés.

**5. Etat de santé** : Dans cette rubrique est présenté un total de 14 items pour relever la prise éventuelle de compléments alimentaires, la présence ou non de maladies/affections et la pratique ou non d'exercice physique. Les deux premières sont des questions croisées. La première possède un lien avec le rappel des 24 h afin d'ajouter la consommation journalière en nutriments provenant non seulement d'aliments mais aussi de suppléments alimentaires ou médicamenteux. Pour la seconde, elle réside dans le fait de cerner certaines contraintes d'ordre médical empêchant d'effectuer le prélèvement sanguin. En effet, il est souvent difficile d'obtenir des informations à ce sujet au départ de l'interrogatoire, car cela oblige parfois l'enquêté à dévoiler sa vie personnelle. Pour l'exercice physique, nous avons cherché à trouver s'il y aurait d'éventuels liens entre la sédentarité des sujets et leur apport journalier en calcium.

**6. Examen clinique** : Comporte les signes cliniques pouvant être associés à des défauts ou d'excès d'apports en calcium et qui sont : ongles cassés, nodules thyroïdiens, peau sèche, crampes, constipation et chute modérée des cheveux.

- **Récupération des questionnaires** : A la fin de l'enquête et avant le départ des sujets, chaque questionnaire rempli a été vérifié afin de repérer les données manquantes, puis nous remercions les étudiants pour leur participation et nous prenons des rendez-vous pour la suite de l'enquête. Les sujets n'étaient pas prévenus à l'avance des jours de rappel afin qu'ils modifient le moins possible leur comportement en raison de leur participation à l'étude.

### **I. 3. 3. Suite de l'enquête nutritionnelle**

Nous avons fait appel aux sujets interrogés durant le premier questionnaire (partie A), pour poursuivre le protocole de réalisation de l'enquête nutritionnelle (partie B et C). Le taux d'acceptation a été de 49,76% soit 208 sujets issus de la population totale. Sur ce sous échantillon, nous avons réalisé trois autres estimations des apports alimentaires en calcium par rappel des 24 h, la mesure de la pression artérielle et les prélèvements de sang pour le dosage de l'hématocrite et du calcium plasmatique.

Selon **MENNEN et coll. (2002)**, lors de la planification d'études épidémiologiques, il est toutefois important de recueillir un certain nombre de rappels répétés, de jours non consécutifs permettant une estimation précise de l'apport correspondant à des nutriments d'intérêt.

Sur chaque questionnaire (annexe 03 et annexe 04) de ces parties d'enquête (parties B et C), était

mentionné la date du questionnaire, le numéro d'enquête propre à chaque sujet de la première entrevue, le nom, le prénom et la partie sur l'apport alimentaire par rappel des 24 h. Pour le dernier volet de notre enquête, nous avons fait appel à une infirmière diplômée d'état exerçant ses fonctions au niveau de l'INATAA, afin de pratiquer les prélèvements sanguins sur les 208 sujets questionnés à quatre reprises.

Avant chaque prélèvement, l'infirmière prenait la tension artérielle (TA) de chaque étudiant, à l'aide d'un sphygmomanomètre manuel de marque ACON effectuant des mesures de 20 mmHg à 300 mmHg. Le tensiomètre manuel est composé d'un brassard gonflable, d'un système de mesure (manomètre), d'un tube qui les relie et d'une poire servant à augmenter la pression dans le manchon, également reliée à ce dernier par un tube. La poire est équipée d'une soupape permettant de contrôler la pression et de la faire diminuer progressivement pour effectuer la mesure. Cet appareil est utilisé conjointement avec un stéthoscope, qui permet à l'examineur de déceler la reprise des battements cardiaques dans l'artère du bras (pression artérielle systolique ou PAS).

Les catégories de classe de l'hypertension artérielle (HTA) sont montrées dans le tableau 01. Cette mesure a été faite à titre indicatif pour une majeure partie. Si la TA était nettement inférieure aux recommandations, le prélèvement aurait été reporté ultérieurement.

**Tableau 01 : Classification de l'hypertension artérielle (GUIDELINES SUBCOMMITTEE, 1999)**

Catégorie	Systolique (mmHg)		Diastolique (mmHg)
Optimale	< 120	et	< 80
Normale	< 130	et	< 85
Normale - haute	130 - 139	et	85 - 89
Grade 1 : Hypertension légère	140 - 159	ou	90 - 99
Grade 2 : hypertension modérée	160 - 179	ou	100 - 109
Grade 3 : hypertension sévère	180	ou	110

Les recommandations et les conditions nécessaires pour la prise de la TA ont été respectées suivant les consignes de **GUIDELINES SUBCOMMITTEE (1993)** et de **VAN DE GRAAFF et IRAFOX (1999)**. Avant chaque mesure, le patient doit être assis pendant au moins 15 min sur une chaise confortable et dans le calme. Les muscles des bras doivent être assouplis et l'avant-bras appuyés par le pli du coude au niveau du cœur. Un brassard de taille appropriée est appliqué uniformément sur le bras supérieur exposé. Des précautions doivent être prises pour éviter les manches serrées. Un brassard pour les adultes doit avoir 13 à 15 cm de large et 30 à 35 cm de long de façon à entourer la moyenne du bras. Le brassard est gonflé jusqu'à ce que rapidement l'indication du manomètre est d'environ 30 mm Hg au-dessus du niveau auquel le pouls disparaît, puis lentement dégonflé à environ 2 mm Hg/sec. Pendant ce temps, les sons de Korotkoff doivent être auscultés par un stéthoscope placé sur l'artère brachiale.

Les étudiants à jeun qui ont subi le prélèvement sanguin ont été chaleureusement remerciés et se sont fait servir une collation constituée de boissons sucrées, gâteaux et chocolat.

#### **I. 4. Dosage de l'hématocrite et de la calcémie**

Les dosages effectués pour cette enquête nutritionnelle sont l'hématocrite et le calcium ionisé.

##### **I. 4. 1. Prélèvements sanguins**

L'infirmière s'est chargée de tous les prélèvements sanguins, soit dans son bureau d'infirmierie, ou dans le LNTA. Le sang a été prélevé au niveau de la veine du pli du coude, à l'aide de seringues stériles de dimensions 0,70 mm×30 mm et dans des tubes héparinés. Ces derniers ont été étiquetés auparavant pour l'identification (numéro d'échantillon et initiales du sujet). Aussitôt, les tubes bouchés ont été agités par simple retournement. Le

bilan biologique d'inclusion nécessite un prélèvement sanguin de 8 à 10 mL. Le nombre de prélèvement réalisé par jour variait de deux à cinq.

#### **I. 4. 2. Détermination de l'hématocrite**

En l'absence de norme pour la détermination de l'hématocrite, nous nous sommes inspirés de la méthode par centrifugation de **VAJPAYEE et coll. (2007)**.

L'hématocrite est défini comme étant le volume de sang occupé par les hématies par rapport au volume de sang total. Le sang est constitué de deux phases : une phase liquide le plasma et une phase en suspension les éléments figurés comprenant globules rouges, globules blancs et plaquettes. Le volume de ces derniers représente environ 45% du volume sanguin total. Le plasma renferme de l'eau, des sels minéraux, des glucides, des lipides, des protides, des vitamines et des hormones (**BOULANGER et coll., 1971 ; BAIN, 2004**).

Le principe repose sur le fait que le sang est placé dans un tube capillaire et centrifugé pour rassembler tous les globules rouges. La lecture du résultat rendu en fraction de volume érythrocytaire grâce à la règle prévue à cet effet (**BAIN, 2004 ; VAJPAYEE et coll., 2007**).

Le matériel utilisé comprend : tubes héparinés contenant du sang fraîchement recueilli ; tubes capillaires en verre (diamètre intérieur de l'ordre de quelques dizaines de microns et longueur de 75 mm), pâte à sceller ; centrifugeuse à hématocrite SIGMA (avec couronne supportant 24 tubes capillaires avec double couvercle) et abaque de lecture (papier millimétré).

La détermination de l'hématocrite comporte les opérations suivantes : **(1)** Homogénéiser le sang en agitant le tube de sang ; **(2)** Placer l'extrémité du tube capillaire non cerclée de rouge dans le tube du prélèvement sanguin. Le sang pénètre dans le tube par capillarité, le laisser se remplir environ aux trois quart ; **(3)** Sortir le tube capillaire et essuyer son extrémité ; **(4)** Obturer l'extrémité libre du tube maintenu horizontalement dans la pâte à sceller tenue verticalement sur environ 2 mm ; **(5)** Identifier les prélèvements sur chaque tube capillaire ; **(6)** Déposer les différents tubes capillaires (extrémité obturée en-dessous) dans chacune des rainures du plateau de la centrifugeuse adaptée en vitesse et en temps (10 000 t/min pendant 3 min) ; **(7)** Placer immédiatement après la centrifugation le tube sur un abaque de lecture ; **(8)** Positionner le bas du culot globulaire rouge au niveau de la graduation zéro en faisant glisser le tube sur l'abaque ; **(9)** Lire la hauteur totale du sang correspondant à la position du haut du culot globulaire rouge en dessous de l'anneau blanc des globules et des plaquettes, ensuite mesurer la hauteur des globules. La teneur en hématocrite est calculée par le rapport de la hauteur des globules sur la hauteur totale du sang.

Selon **MULLER (1987)** et **VAJPAYEE et coll. (2007)**, les valeurs de référence types des adultes se situent entre 0,35 et 0,45 pour les femmes et entre 0,41 à 0,51 pour les hommes. Une valeur inférieure pour une personne normale ou en dessous de l'intervalle de référence par sexe indique une anémie, alors qu'une valeur plus élevée est équivalente à une polyglobulie.

L'hématocrite reflète la concentration des globules rouges, et non la masse totale des globules rouges, c'est pour cette raison que l'hématocrite n'est pas fiable comme une estimation de l'anémie (**VAJPAYEE et coll., 2007**), mais sa diminution est par contre très caractéristique au cours des anémies (**BOULANGER et coll., 1971**).

#### **I. 4. 3. Détermination de la calcémie**

En l'absence de norme pour le dosage du calcium ionisé par photomètre de flamme, nous avons adapté à nos échantillons et aux conditions du laboratoire, le protocole d'analyse proposé par le constructeur de l'appareil **INFORLAB-CHIMIE (1994)**.

Le principe d'utilisation repose sur le fait que le sang est placé dans un tube hépariné et centrifugé pour



rassembler le plasma qui sera ensuite déprotéinisé, précipité sous forme d'oxalate calcique et puis dissout. Le calcium est estimé au photomètre de flamme.

La liste du matériel et des réactifs utilisés est la suivante : tubes héparinés de 5 mL ; centrifugeuse SLW Ultra-8TL à 8 postes ; tubes épendorfs de 1,5 mL ; micropipette SOCOREX-Swiss réglable de 10 à 100  $\mu$ L ; acide sulfo salicylique (30%) ; tampon d'oxalate ; acide perchlorique à 60% ; photomètre de flamme JENWAY PFP7 ; chlorure de calcium (96%).

Le dosage du calcium ionisé comporte les opérations suivantes :

**1. Traitement de l'échantillon** : Rassembler le sang dans des tubes héparinés, ensuite centrifuger le à 3 500 tours/min pendant 10 min pour recueillir le plasma ;

**2. Déprotéinisation** : Prélever le surnageant « plasma » dans des tubes épendorfs ; déprotéiniser l'échantillon du plasma avec de l'acide sulfo salicylique dont le rapport est de 10/1 ; agiter les tubes rigoureusement puis centrifuger les après agitation à 3 500 tours/min pendant 3 min ;

**3. Extraction du calcium** : additionner au plasma déprotéinisé un tampon d'oxalate dont le rapport est de 2/3 ; mélanger les tubes et maintenez-les au repos pendant 30 min ; centrifuger à 3 500 tours/min pendant 10 min, ensuite écarter le surnageant ;

**4. Dissolution du précipité** : dissoudre le précipité dans l'acide perchlorique dont le rapport est de 2/1, puis agiter rigoureusement pendant 10 sec ;

**5. Etalonnage** : Le photomètre de flamme est fixé à la position du filtre de calcium, de façon à obtenir la lecture zéro en injectant de l'eau distillée et 50 pour la solution de chlorure de calcium. Selon **AUDIGIE et coll. (1984)**, il est toujours recommandé d'inclure un essai à blanc et au moins un essai de contrôle dans chaque série de dosages ;

**6. Lecture** : La concentration plasmatique du calcium ionisé en mg/100 mL est calculée en divisant la lecture obtenue sous forme numérique sur photomètre de flamme par cinq.

La valeur seuil du calcium ionisé diffère selon les auteurs et les techniques utilisées. Elle est de 0,95 à 1,40 mmol/L soit 38 à 56 mg/L (**ARDAILLOU et AMIEL, 1979 ; HOUILLIER et coll., 2003 ; BIESALSKI et GRIMM, 2004**).

## **I. 5. Difficultés rencontrées lors de la réalisation de l'enquête**

Lors de la réalisation de notre travail, nous avons été confrontés à des difficultés dont notamment : le faible nombre d'enquêteur (deux), le refus de beaucoup d'étudiants à participer à l'enquête (une cinquantaine), la durée de l'enquête, nombreux questionnaires n'ont pas été remplis en totalité (10 questionnaires), l'incommodité d'interroger certains sujets, emploi du temps chargé des enquêtés, obstacles à retenir les étudiants résidents à la fin de l'année étant donné que les cités universitaires clôturés leur porte à la fin du mois de juin.

## **II. Saisie, traitements des données et exploitation statistique**

Le traitement des données consiste essentiellement à traduire en chiffres et en pourcentages, les réponses qui figurent sur les questionnaires (**OMS, 1992 ; ELSTON et JOHNSON, 2008**).

A la fin de cette enquête nutritionnelle, toutes les données collectées ont été informatisées. La saisie des données a été réalisée sur le logiciel EPI-INFO version 6.04 (**DEAN et coll., 1995**) et sur Microsoft Office Excel 2007.

Une attention particulière a été portée à la saisie des informations, car souvent elle est à l'origine d'un

nombre important d'erreurs. De ce fait, la vérification des données saisies s'est faite au fur et à mesure et à la fin de cette étape.

Pour convertir l'apport d'aliments en nutriments, il faut disposer d'une base de données sur la composition des aliments, et d'un programme informatisé permettant ce calcul. Pour se faire, nous avons réalisé un tableur sur Excel. Ce dernier est une compilation de TCA françaises de **FAVIER et coll. (1995)**, **IRELAND et coll. (2002)**, **SU.VI.MAX. (2006)**, allemande **SOUCI et coll. (1994)** et anglaise **CHAN et coll. (1994)**. Pour certains aliments locaux, nous avons utilisé la procédure de calculs des nutriments à travers les données des TCA, et à partir des recettes locales les plus utilisées. Bien que nous avons tenu compte uniquement des constituants fondamentaux du plat, sans se préoccuper des différences de préparations qui existent d'un ménage à un autre.

A l'aide du logiciel EPI-INFO, des fichiers questionnaires « calcium.qes » ont été créés avec le module EDITE. A partir de ces fichiers dont les données ont été codées (annexe 06), d'autres fichiers d'enregistrement correspondant (<calcium>.rec) ont été créés avec le module SAISIE. A l'aide du programme « calcium.pgm » nous avons calculé l'âge des sujets par la différence entre la date de naissance de l'enquêté et la date de la première interview.

En utilisant, les deux autres programmes et avec le logiciel STAVIEW version 5.0 (**SALL, 1998**), nous avons calculé les paramètres descriptifs suivants :

- Les caractéristiques de tendance centrale : qui essayent de donner la valeur la plus représentative d'un ensemble de valeurs numériques (moyenne, minimum et maximum) ;
- Les caractéristiques de dispersion : qui permettent de quantifier l'homogénéité, ou l'hétérogénéité d'une série de statistique. Autrement dit, ces caractéristiques indiquent par leur ordre de grandeur si les valeurs de la série sont concentrées autour d'une valeur particulière, ou au contraire si elles sont dispersées. L'écart type est la caractéristique de dispersion auxquels nous nous sommes intéressés ;
- Les variables qualitatives ont été exprimées en fréquence.

Nous avons également utilisé les statistiques appliquées afin de comparer entre deux moyennes par le test de l'écart réduit, plusieurs moyennes par la méthode de l'analyse de la variance (ANOVA), deux pourcentages par le Khi Deux. Le coefficient de corrélation a été calculé pour déterminer la relation entre deux variables. Le seuil de signification a été fixé à 0,05.

# Résultats

## I. Enquête nutritionnelle

Dans cette première partie (partie A), nous présentons les résultats relatifs aux 418 sujets enquêtés, et qui concernent :

- Leurs caractéristiques générales (sexe, âge et lieu de résidence) ;
- Leurs mesures anthropométriques (pour le calcul de l'IMC) ;
- Leurs apports alimentaires (apports énergétiques et nutritionnels, contribution des repas à l'apport calcique, sources alimentaires de calcium) ;
- Leur fréquence de consommation habituelle des aliments ;
- L'état général de leur état de santé (prise ou non de compléments alimentaires, présence ou absence de maladies/affections, pratique ou non d'exercices physiques) ;
- Un examen clinique relatif au niveau de la calcémie (signes d'un défaut/excès d'apport calcique).

### I. 1. Description générale de la population enquêtée

#### I. 1. 1. Répartition des sujets selon le sexe et l'âge

Les sujets qui ont fait l'objet de cette étude sont répartis en 250 femmes et 168 hommes, soit respectivement 59,81% et 40,19% (figure 09). Leur moyenne d'âge est de  $21,85 \pm 2,11$  ans. Le minimum étant de 18 ans et le maximum de 26 ans. La moyenne d'âge des femmes est de  $21,67 \pm 2,20$  ans, alors que celle des hommes est de  $22,11 \pm 1,94$  ans ( $p=0,036$ ).

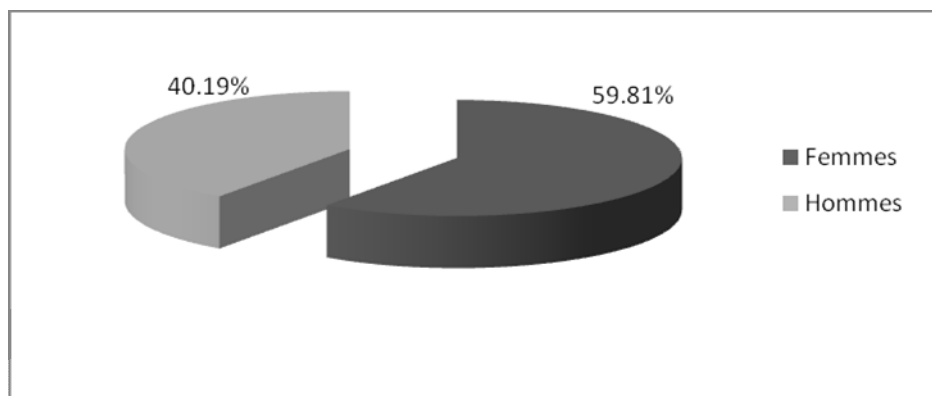


Figure 09 : Répartition des sujets selon le sexe

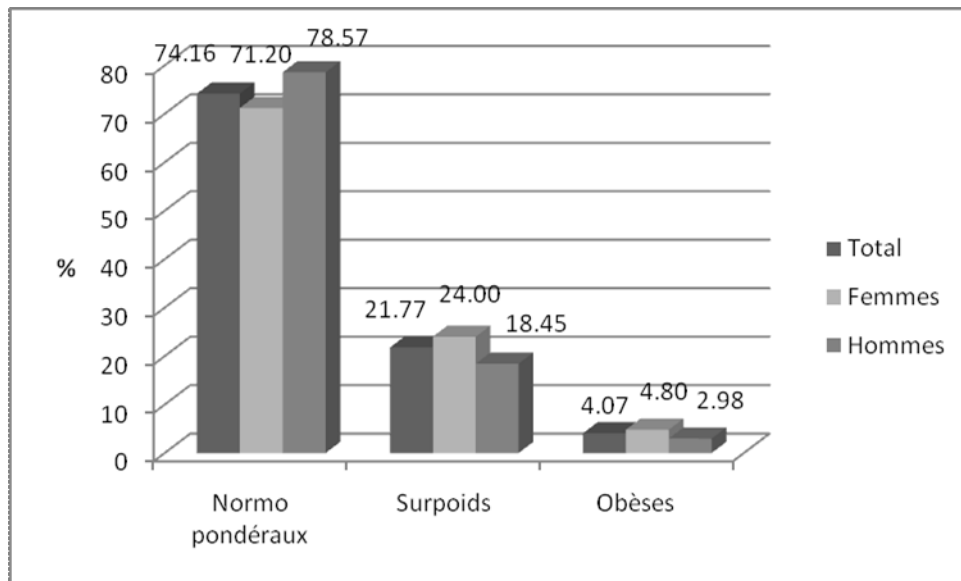
#### I. 1. 2. Répartition des sujets selon le lieu de résidence

Un peu plus de la moitié des étudiants sont des résidents en cités universitaires (53,35%), contre 46,65% non résidents en cités universitaires. La distribution selon le sexe, des sujets résidents et non résidents en cités universitaires, est présentée dans le tableau 02 en annexe 08.

## I. 2. Caractéristiques anthropométriques

L'IMC moyen des sujets est de  $23,27 \pm 3,07$  kg/m<sup>2</sup>, avec une étendue de 18,50 à 34,82 kg/m<sup>2</sup>. Il n'y a pas de différence significative entre l'IMC des femmes et celui des hommes avec respectivement  $23,45 \pm 3,24$  kg/m<sup>2</sup> vs  $22,99 \pm 2,79$  kg/m<sup>2</sup> ( $p=0,133$ ). Comme montré dans la figure 10 (tableau 03, annexe 08), 74,16% des sujets sont

normo pondéraux (IMC moyen égal à  $21,85 \pm 1,69 \text{ kg/m}^2$ ), 21,77% ( $26,48 \pm 1,33 \text{ kg/m}^2$ ) sont ont surpoids et 4,07% ( $31,94 \pm 1,77 \text{ kg/m}^2$ ) sont obèses. Il n'y a pas de différence significative entre les deux sexes dans ces trois classes d'IMC.



**Figure 10 : Statut pondéral des sujets enquêtés selon le sexe**

### I. 3. Apports alimentaires

Nous présentons dans ce qui suit, les résultats d'analyse traitant la composition en nutriments, dans la ration alimentaire des sujets ayant effectués le premier rappel des 24 h.

#### I. 3. 1. Apports énergétiques et nutritionnels

Les résultats ci-dessous concernent les apports énergétiques journaliers, les apports en macronutriments (glucides, protéines et lipides), en micronutriments (calcium, phosphore, magnésium, fer, vitamines A, C, D et B9) et les rapports d'équilibre nutritionnel, de l'ensemble de la population enquêtée et selon le sexe (tableaux 04 et 05, et figure 11) et par état pondéral (tableaux 06 et 07).

- **Apports énergétiques** : Les apports énergétiques de nos sujets varient de 436,84 à 7598,94 kcal/jour, avec une moyenne de  $2426,53 \pm 1002,58 \text{ kcal/jour}$  (tableau 04). Plus de 50% de nos sujets, ont des apports inférieurs à cette moyenne. L'énergie de la ration alimentaire est plus importante chez les hommes que chez les femmes ( $3125,84 \pm 1043,53 \text{ kcal/jour}$  vs  $1956,60 \pm 633,50 \text{ kcal/jour}$ ,  $p=0,000$ ). En fonction de l'état pondéral, il n'y a pas de différence significative, bien que les obèses (tableau 06) paraissent avoir des apports énergétiques inférieurs aux normo pondéraux ( $p=0,095$ ).

Les contributions des macronutriments à l'apport énergétique total de l'ensemble de la population sont présentées dans la figure 11. Les glucides totaux assurent en moyenne 61,64% de l'apport énergétique quotidien total (AEQT). Les protéines représentent 13,96% de l'AEQT et la contribution des lipides est en moyenne de 24,40%. Il n'y a pas de différence significative quel que soit le sexe ou l'état pondéral.

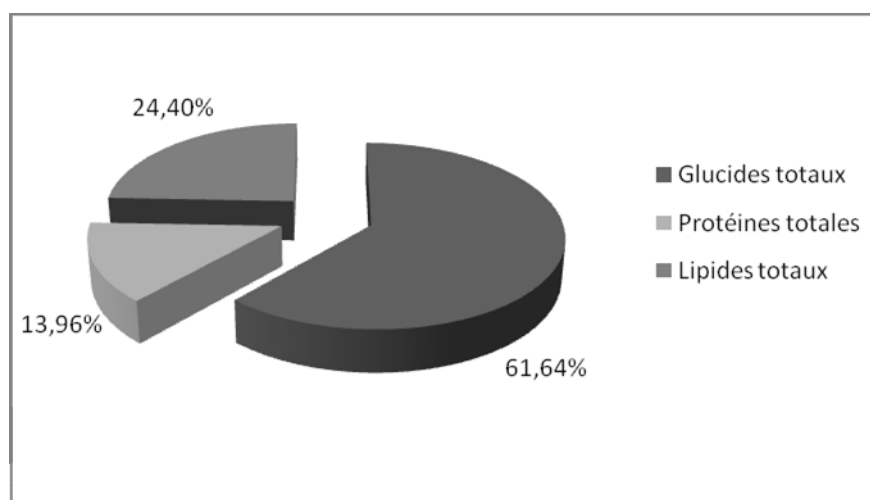


Figure 11 : Proportion des apports énergétiques pour l'ensemble de l'échantillon étudié

Tableau 04 : Apports énergétiques et nutritionnels quotidiens chez les sujets enquêtés en fonction du sexe

	Total (N=418)	Femmes (N=250)	Hommes (N=168)
	m ± ET	m ± ET	m ± ET
AEQT (kcal)	2426,53 ± 1002,58	1956,60 ± 633,50	3125,84 ± 1043,53
Glucides totaux (g)	375,04 ± 165,76	294,57 ± 98,13	494,79 ± 173,57
Glucides simples (g)	113,46 ± 57,28	95,30 ± 44,63	140,47 ± 63,20
Fibres (g)	24,36 ± 12,03	19,69 ± 8,97	31,30 ± 12,66
Protéines totales (g)	81,66 ± 36,54	68,46 ± 28,01	101,31 ± 38,93
PA (g)	34,75 ± 25,44	30,79 ± 22,15	40,64 ± 28,73
PV(g)	46,91 ± 22,16	37,67 ± 15,49	60,67 ± 23,46
Lipides totaux (g)	65,73 ± 34,09	55,29 ± 26,61	81,26 ± 37,96
LA (g)	23,30 ± 16,26	19,86 ± 13,93	28,41 ± 18,08
LV (g)	42,43 ± 28,36	35,44 ± 22,64	52,84 ± 32,59
AGS (g)	33,22 ± 32,83	31,00 ± 36,82	36,53 ± 25,53
AGMI (g)	25,86 ± 19,47	24,00 ± 20,79	28,62 ± 17,00
AGPI (g)	8,08 ± 6,38	7,07 ± 5,12	9,59 ± 7,66
Cholestérol (mg)	794,73 ± 1900,49	585,54 ± 1265,68	1106,03 ± 2543,09
Calcium (mg)	702,65 ± 311,79	640,09 ± 267,35	795,75 ± 348,70
Phosphore (mg)	1183,55 ± 475,26	1007,08 ± 357,87	1446,15 ± 507,01
Magnésium (mg)	279,69 ± 106,73	235,74 ± 80,30	345,11 ± 107,87
Fer (mg)	11,50 ± 5,40	9,32 ± 3,86	14,73 ± 5,74
Vitamine A (µg)	408,43 ± 1198,39	318,18 ± 355,06	542,72 ± 1835,14
Vitamine C (mg)	90,79 ± 80,49	75,41 ± 63,00	113,67 ± 96,86
Vitamine D (µg)	1,38 ± 1,90	1,25 ± 1,90	1,56 ± 1,89
Folates (µg)	262,02 ± 134,41	211,83 ± 95,85	336,73 ± 148,42

N: effectif ; m : moyenne ; ET : écart type ; AEQT : apport énergétique quotidien total ; PA : protéines animales ; PV : protéines végétales ; LA : lipides animaux ; LV : lipides végétaux ; AGS : acides gras saturés ; AGMI : acides gras mono insaturés ; AGPI : acides gras poly insaturés

Tableau 05 : Rapport d'équilibre nutritionnel chez les sujets enquêtés en fonction du sexe

	Total (N=418)	Femmes (N=250)	Hommes (N=168)
	m ± ET	m ± ET	m ± ET
PA/PV	0,87 ± 0,77	0,95 ± 0,81	0,76 ± 0,68
LA/LV	1,03 ± 1,63	1,11 ± 1,87	0,90 ± 1,16
AGPI/AGS	0,32 ± 0,24	0,31 ± 0,25	0,32 ± 0,24
Ca/P	0,61 ± 0,18	0,65 ± 0,19	0,55 ± 0,15
Ca/Mg	2,63 ± 0,96	2,80 ± 0,98	2,38 ± 0,89

N: effectif ; m : moyenne ; ET : écart type ; PA : protéines animales ; PV : protéines végétales ; LA : lipides animaux ; LV : lipides végétaux ; AGPI : acides gras poly insaturés ; AGS : acides gras saturés

**Tableau 06 : Apports énergétiques et nutritionnels quotidiens chez les sujets enquêtés en fonction de l'état pondéral**

	Normo pondéraux (N=310)	Surpoids (N=91)	Obèses (N=17)
	m ± ET	m ± ET	m ± ET
<b>AEQT (kcal)</b>	2457,53 ± 989,30	2391,53 ± 1073,15	2048,63 ± 800,31
<b>Glucides totaux (g)</b>	382,62 ± 164,05	360,71 ± 176,06	313,39 ± 125,14
<b>Glucides simples (g)</b>	117,25 ± 58,47	104,69 ± 54,04	91,25 ± 42,63
<b>Fibres (g)</b>	24,49 ± 11,56	24,86 ± 13,59	19,27 ± 11,20
<b>Protéines totales (g)</b>	81,69 ± 34,96	83,67 ± 42,14	70,33 ± 32,38
<b>PA (g)</b>	35,04 ± 25,13	35,02 ± 27,41	28,11 ± 19,68
<b>PV(g)</b>	46,66 ± 21,46	48,65 ± 24,84	42,21 ± 19,90
<b>Lipides totaux (g)</b>	65,79 ± 34,24	67,29 ± 34,34	56,30 ± 30,03
<b>LA (g)</b>	23,50 ± 16,20	23,45 ± 17,02	18,66 ± 12,96
<b>LV (g)</b>	42,29 ± 28,18	43,84 ± 29,70	37,64 ± 24,95
<b>AGS (g)</b>	32,52 ± 31,75	37,21 ± 38,29	24,72 ± 14,13
<b>AGMI (g)</b>	25,27 ± 18,90	29,02 ± 22,07	19,59 ± 11,52
<b>AGPI (g)</b>	8,09 ± 6,48	8,51 ± 6,41	5,70 ± 3,19
<b>Cholestérol (mg)</b>	753,77 ± 1833,12	988,73 ± 2240,44	503,19 ± 815,90
<b>Calcium (mg)</b>	714,08 ± 313,02	674,08 ± 323,50	647,27 ± 205,49
<b>Phosphore (mg)</b>	1187,88 ± 452,59	1189,03 ± 563,13	1075,09 ± 366,11
<b>Magnésium (mg)</b>	281,64 ± 103,47	282,29 ± 119,34	230,25 ± 85,59
<b>Fer (mg)</b>	11,42 ± 5,08	12,16 ± 6,36	9,36 ± 5,16
<b>Vitamine A (µg)</b>	317,79 ± 311,30	707,33 ± 2477,26	461,19 ± 606,54
<b>Vitamine C (mg)</b>	90,34 ± 72,58	90,83 ± 92,22	98,82 ± 138,60
<b>Vitamine D (µg)</b>	1,43 ± 1,80	1,27 ± 2,33	0,98 ± 0,96
<b>Folates (µg)</b>	260,62 ± 128,58	274,06 ± 152,13	223,21 ± 137,57

**Tableau 07 : Rapport d'équilibre nutritionnel chez les sujets enquêtés en fonction de l'état pondéral**

	Normo pondéraux (N=310)	Surpoids (N=91)	Obèses (N=17)
	m ± ET	m ± ET	m ± ET
<b>PA/PV</b>	0,90 ± 0,83	0,82 ± 0,56	0,75 ± 0,60
<b>LA/LV</b>	0,98 ± 1,52	1,20 ± 1,85	1,15 ± 2,13
<b>AGPI/AGS</b>	0,32 ± 0,24	0,33 ± 0,28	0,26 ± 0,12
<b>Ca/P</b>	0,61 ± 0,18	0,59 ± 0,16	0,62 ± 0,18
<b>Ca/Mg</b>	2,66 ± 0,97	2,48 ± 0,85	3,02 ± 1,20

- **Apports en macronutriments** : Les apports glucidiques totaux des sujets, varient de 39,50 à 1272,35 g. Les hommes ont significativement plus d'apports en glucides que les femmes (494,79 ± 173,57 g vs 294,57 ± 98,13 g, p=0,000). Les apports sont significativement les mêmes entre les normo pondéraux, ceux en surpoids et les obèses pour ce nutriment (tableau 06).

Pour l'ensemble de la population, l'apport des glucides simples représente 30,25% de l'apport des glucides totaux, soit en moyenne 113,46 ± 57,28 g/jour (tableau 04). En fonction du sexe, les hommes consomment plus de sucres simples que les femmes (140,47 ± 63,20 g vs 95,30 ± 44,63 g, p=0,000). Selon l'état pondéral, les différences sont non significatives.

L'apport moyen des fibres est de 24,36 ± 12,03 g/j (tableau 04), il varie de 3,89 à 70,00 g/j. Les hommes ont un apport nettement supérieur à celui des femmes (p<0,000). Alors qu'il n'y a pas de différence significative selon l'état pondéral des sujets.

Les quantités journalières apportées en protéines, pour les femmes sont inférieures à celles des hommes (68,46 ± 28,01 g vs 101,31 ± 38,93 g, p=0,000). Or l'apport en protéines ne diffère pas significativement entre les

trois catégories d'IMC. Pour tous les sujets, les protéines animales (PA) représentent en moyenne 42,55% des protéines totales. Les apports en protéines végétales (PV) sont significativement supérieurs aux apports en PA et ceci est valable quel que soit le sexe ou l'état pondéral des sujets. Un rapport PA/PV inférieur à un (tableau 05) est observé chez 69,62% des enquêtés (dont 161 femmes et 130 hommes). Selon l'état pondéral, ce rapport PA/PV est inférieur à un pour 69,35% de normo pondéraux, 69,23% de sujets en surpoids et 76,47% des obèses (tableau 07).

La consommation des lipides des hommes est supérieure à celle des femmes ( $81,26 \pm 37,96$  g/jour vs  $55,29 \pm 26,61$  g/jour,  $p=0,000$ ). Cependant, aucune différence significative n'a été constatée selon l'état pondéral de ces jeunes adultes, bien que les sujets obèses (tableau 06) semblent avoir des apports en lipides totaux inférieurs aux normo pondéraux ( $p=0,264$ ). Les lipides végétaux (LV) contribuent de façon majoritaire à l'apport lipidique journalier, mis à part pour les sujets obèses ( $p=0,108$ ). Le rapport lipides animaux (LA) sur LV est inférieur à un pour plus de 75% de l'ensemble de l'échantillon étudié (186 femmes et 131 hommes, tableau 05). Parmi eux se trouvent 236 normo pondéraux, 67 sujets en surpoids et 14 obèses (tableau 07).

En ce qui concerne les acides gras saturés (AGS), il n'y a pas de différence significative quel que soit le sexe ( $p=0,091$ ) ou l'état pondéral ( $p=0,270$ ). Les AGS participent à l'AEQT avec respectivement pour les femmes et les hommes 11,50% vs 13,50%, pour les normo pondéraux les AGS contribuent avec 12,49%, les surpoids avec 10,73% et les obèses avec 15,08%.

Pour les acides gras mono insaturés (AGMI), les femmes en consomment moins dans leur alimentation que les hommes ( $24,00 \pm 20,79$  g/jour vs  $28,62 \pm 17,00$  g/jour,  $p=0,017$ ), alors qu'il n'y a pas de différence significative par rapport à l'état pondéral. Cette catégorie d'acides gras contribue à l'AEQT avec 8,90% pour les femmes, 10,62% pour les hommes, 9,63% pour ceux à poids normal, 8,36% pour les sujets en surpoids et 11,73% pour les obèses.

Quant aux acides gras poly insaturés (AGPI), les hommes ont significativement plus d'apports que les femmes ( $p=0,000$ ), alors qu'il n'y a pas de différence significative selon les catégories d'IMC. Les AGPI participent à l'AEQT pour les femmes et hommes, avec respectivement 2,62% vs 3,56%. Pour les normo pondéraux avec 2,99%, les surpoids à 2,41% et les obèses 3,37%.

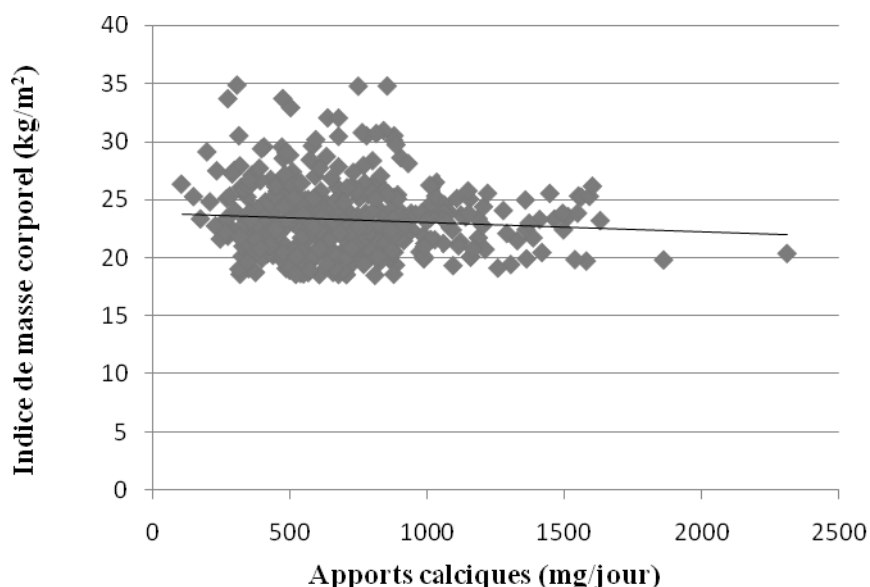
Le rapport AGPI/AGS est inférieur à un pour 406 sujets soit 97,13% de l'échantillon étudié, où parmi eux figurent 241 femmes (96,40%), 165 hommes (98,21%), 301 normo pondéraux (97,10%), 88 en surpoids (96,70%) et la totalité des sujets obèses.

Les apports journaliers en cholestérol (tableau 04) sont significativement plus élevés chez les hommes que chez les femmes ( $p=0,006$ ), alors qu'il n'y a pas de différence significative (tableau 06) selon l'état pondéral, bien que les sujets en surpoids paraissent avoir des apports plus élevés que les normo pondéraux ( $p=0,308$ ).

- **Apports en minéraux** : Les apports journaliers en calcium de notre échantillon, varient de 104,98 à 2310,90 mg, avec une moyenne de  $702,65 \pm 311,79$  mg/jour. Les hommes en tendance à consommer plus de calcium dans leur alimentation (tableau 04) que les femmes ( $795,75 \pm 348,70$  mg vs  $640,09 \pm 267,35$  mg/jour,  $p=0,000$ ). En fonction de l'IMC, il n'y a pas de différence significative dans les apports en calcium.

De par la figure 12, nous avons tenté de voir s'il y a une relation entre les apports calciques journaliers des sujets enquêtés et leur IMC. Nous avons trouvé une faible corrélation négative mais significative entre ces deux variables ( $r=-0,0809$  ;  $p=0,000$ ). Cette corrélation est significative chez les femmes ( $r=-0,0570$  ;  $p=0,000$ ), ainsi que chez les hommes ( $r=-0,0782$  ;  $p=0,000$ ). En tenant compte de l'état pondéral, il apparaît que cette corrélation est positive pour les normo pondéraux ( $r=0,0149$  ;  $p=0,000$ ), négative pour ceux présentant une surcharge pondérale ( $r=-0,2848$  ;  $p=0,000$ ), ainsi que pour les sujets obèses ( $r=-0,3707$  ;  $p=0,003$ ).





**Figure 12 :** Relation entre les apports alimentaires journaliers en calcium et l'indice de masse corporelle chez l'ensemble des sujets

Les apports moyens en phosphore varient de 259,33 à 3258,40 mg/jour. Les écarts se creusent entre les femmes et les hommes avec respectivement  $1007,08 \pm 357,87$  mg/jour vs  $1446,15 \pm 507,01$  mg/jour ( $p=0,000$ ), mais pas entre les trois catégories d'IMC. Le rapport calcium sur phosphore est inférieur à 0,7 pour plus de 70% de l'ensemble de la population étudiée (tableau 05), dont 157 femmes (62,80%) et 140 hommes (83,33%). Où parmi eux se distinguent, 217 personnes (70,00%) ayant un poids normal, 68 (74,73%) en surpoids et 12 (70,59%) obèses (tableau 07).

Les apports en magnésium ont une plage de variation de 62,49 à 657,04 mg/jour pour les 418 sujets questionnés. Les hommes ont des apports plus importants que les femmes ( $p=0,000$ ), alors qu'aucune différence significative n'a été constatée entre les trois classes d'IMC. Concernant le rapport calcium sur magnésium, il est en moyenne de  $2,63 \pm 0,96$  (tableau 05). Ainsi, sur les 418 enquêtés 290 (69,38%) ont un rapport supérieur à deux. Nous distinguons 195 (78%) femmes, 95 (56,55%) hommes, 215 (69,35%) normo pondéraux, 61 (67,03%) en surcharge pondérale et 14 (82,35%) sujets obèses (tableaux 05 et 07).

Pour ce qui est des apports en fer, une étendue de 2,68 à 34,57 mg est observée pour notre population. Nous notons un apport en ce nutriment, moindre pour les femmes par rapport aux hommes ( $9,32 \pm 3,86$  mg vs  $14,73 \pm 5,74$ ,  $p=0,000$ ), alors que cette différence est non significative selon l'état pondéral des sujets.

- **Apports en vitamines :** Concernant les apports journaliers en vitamine A (tableau 04), ils oscillent entre 0,00 et 23500,00  $\mu\text{g}$  chez nos sujets. Les apports pour les femmes et les hommes sont significativement les mêmes ( $p=0,060$ ). Cependant selon l'état pondéral (tableau 06), il y a une prédominance d'apports en vitamine A chez les personnes en surpoids par rapport aux normo pondéraux ( $707,33 \pm 2477,26$   $\mu\text{g}$  vs  $317,79 \pm 311,30$   $\mu\text{g}$ ,  $p=0,007$ ). Alors que les apports sont significativement les mêmes entre les sujets normo pondéraux et obèses ( $317,79 \pm 311,30$   $\mu\text{g}$  vs  $461,19 \pm 606,54$   $\mu\text{g}$ ,  $p=0,340$ ).

Les quantités journalières moyennes en vitamine C apportées par les aliments sont de  $90,79 \pm 80,49$  mg, avec une étendue de 0,00 à 616,80 mg. Ces quantités sont plus importantes chez les hommes que chez les femmes ( $113,67 \pm 96,86$  mg vs  $75,41 \pm 63,00$  mg,  $p=0,000$ ). En regardant la corpulence, les apports en vitamine C sont significativement les mêmes.

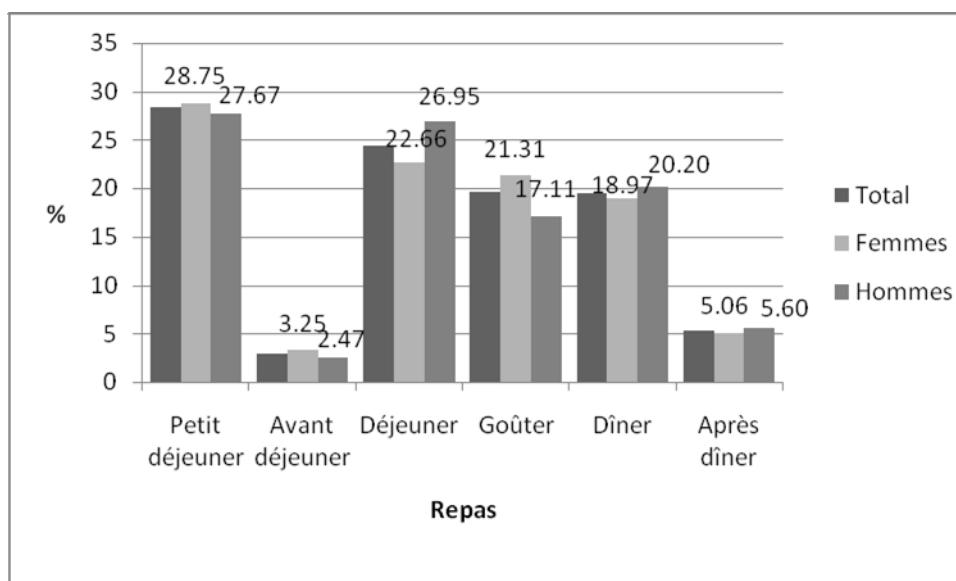
Pour l'ensemble de l'échantillon interrogé, les apports en vitamine D ont une plage de variation de 0,00 à 20,03 µg/jour. Ils avoisinent 1,3 µg/jour pour les femmes et 1,6 µg/jour pour les hommes (p=0,102). Il n'y a pas de différence significative entre les trois classes d'IMC.

Les apports en folates varient significativement d'un sujet féminin à l'autre de sexe opposé, avec une prédominance masculine (211,83 ± 95,85 µg/jour vs 336,73 ± 148,42 µg/jour, p=0,000). En fonction de l'état pondéral, les apports en cette vitamine sont significativement les mêmes.

### I. 3. 2. Répartition des apports journaliers en calcium par repas

Pour le recueil de ces données alimentaires, nous avons décomposé la ration alimentaire journalière par repas. De la sorte, nous avons pu déterminer la quantité en pourcentage de calcium dans chaque prise alimentaire. Ces résultats sont présentés pour la totalité de l'échantillon et par sexe (figure 13, tableau 08 en annexe 08), selon la corpulence (figure 14, tableau 09 en annexe 08) et d'après l'apport calcique des sujets (figure 15, tableau 10 en annexe 08). Pour ce dernier point, nous avons aussi départagé les sujets selon leur apport en calcium quotidien avec ceux qui arrivent à atteindre les recommandations de 900 mg/jour et ceux dont les quantités journalières sont moins de cette marge.

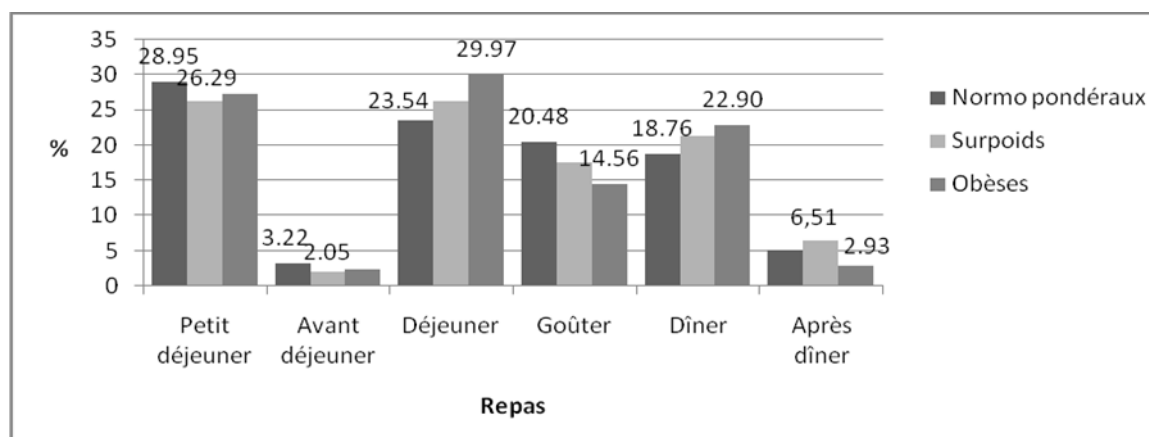
- **Echantillon total et selon le sexe** : Sur l'ensemble de la population enquêtée, le petit déjeuner (28,32%) et le déjeuner (24,39%) semblent significativement les repas qui apportent le plus de calcium dans la journée (p=0,000). Ceci est suivie du goûter (19,62%) et du dîner (19,46%), et dans une moindre mesure par l'après dîner (5,28%) et l'avant déjeuner (2,94%). Ce classement par ordre décroissant est le même pour les deux sexes. A noter cependant, que le dîner vient avant le goûter pour les hommes (figure 13).



**Figure 13 :** Répartition des apports calciques quotidiens (en pourcentage) par repas chez les sujets enquêtés et selon le sexe

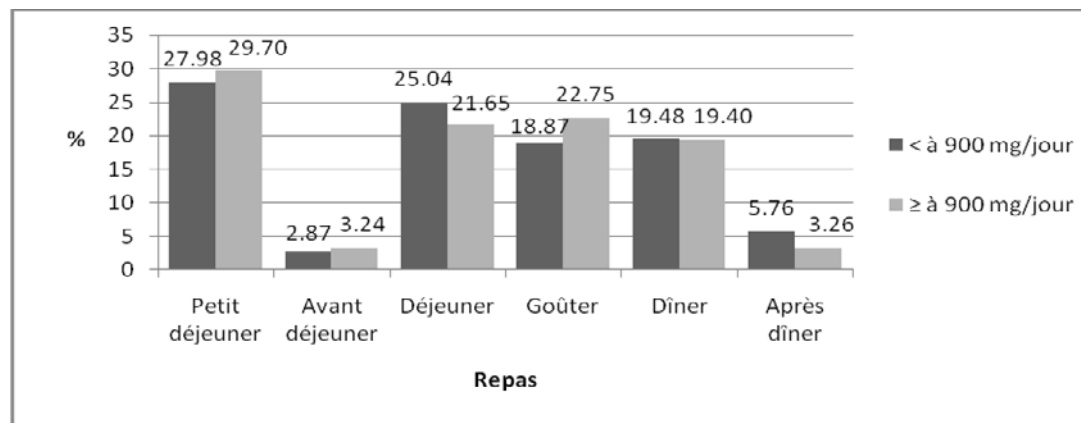
- **Selon l'IMC** : En ce qui concerne les sujets qui ont un poids normal (figure 14), il présente le même classement que celui de la totalité de la population et également celui des femmes. Pour les sujets questionnés présentant un surpoids, le petit déjeuner et le déjeuner (26,29%) sont les repas qui contribuent significativement le plus à l'apport calcique journalier (p=0,000). Ceci est suivi du repas principal du soir (21,27%), le goûter (17,58%), la collation du soir (6,51%) et celle matinale (2,05%). Quant aux obèses, bien que la différence n'est pas significative, le déjeuner (29,97%) est le repas qui apporte le plus de calcium dans la ration journalière devant le petit déjeuner (27,24%), le dîner (22,90%), le goûter (14,56%), puis l'après dîner (2,93%) et l'avant déjeuner

(2,40%).



**Figure 14 :** Répartition des apports calciques quotidiens (en pourcentage) par repas chez les sujets enquêtés selon l'état pondéral

- **Selon l'apport calcique :** Après analyse, nous avons constaté qu'il n'y a aucune différence significative par repas entre les deux catégories (figure 15). En vue d'un classement par ordre décroissant, pour les personnes qui ont un apport inférieur à 900 mg/jour, les trois repas principaux dans la journée, ainsi que le goûter sont ceux qui apportent significativement le plus de calcium ( $p=0,000$ ). Ceci est suivi par les collations du soir et de la matinée. Quant aux personnes qui atteignent les 900 mg de calcium par jour et plus, le petit déjeuner est en tête du classement, bien que non significativement différent au goûter (29,70% vs 22,75%,  $p=0,282$ ). Ensuite viennent le déjeuner (21,65%) et le dîner (19,40%). Les deux collations apportent significativement moins de calcium que les autres repas ( $p=0,000$ ).



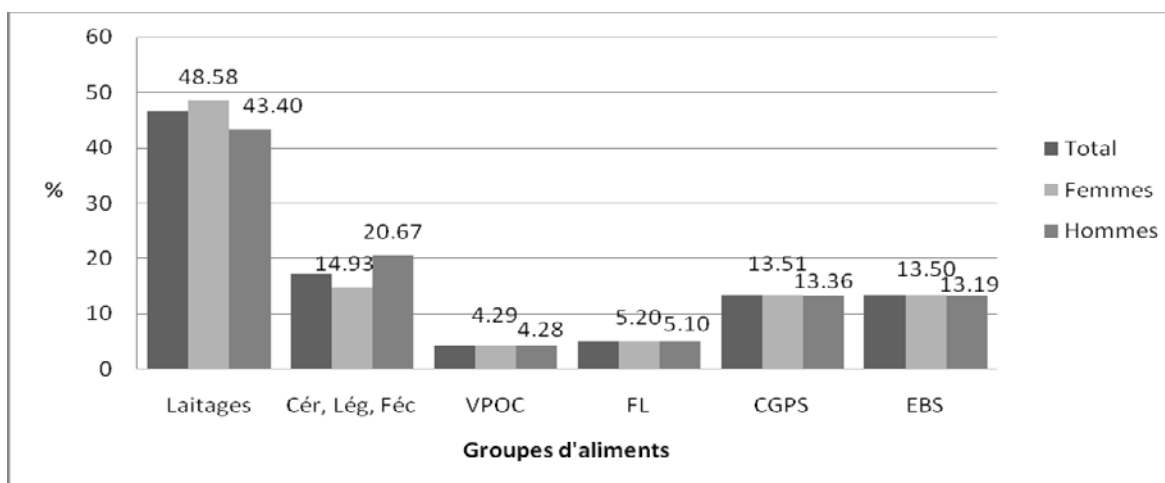
**Figure 15 :** Répartition des apports calciques quotidiens (en pourcentage) par repas chez les sujets enquêtés selon l'apport calcique

### I. 3. 3. Sources alimentaires de calcium

Dans cette partie, nous avons essayé de connaître les différentes sources apportant du calcium dans l'alimentation des 418 sujets. Ce nutriment est apporté par diverses sources alimentaires que nous avons classé en 6 principaux groupes : groupe des laitages, groupe des céréales, légumineuses et féculents (Cér, Lég, Féc), groupe des viandes, poissons, œufs et charcuteries (VPOC), groupe des fruites et légumes (FL), groupe des corps gras et produits sucrés (CGPS) et groupe eau et boissons sucrées (EBS).

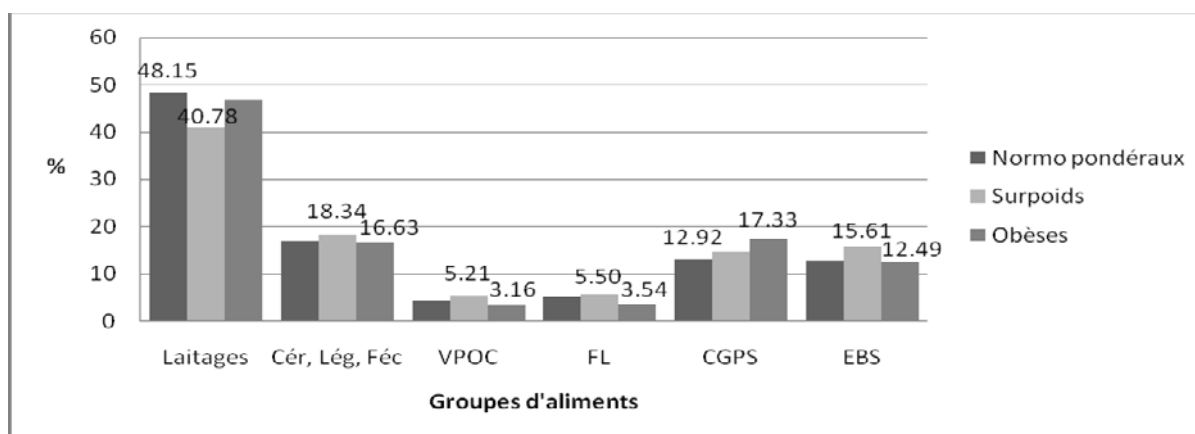
- **Echantillon total et selon le sexe :** Sur l'ensemble de la population enquêtée (figure 16, tableau 11 en annexe 08), le groupe lait et produits laitiers contribue de façon majeure et significative ( $p=0,000$ ) à l'apport calcique journalier avec 46,49%. Le groupe des Cér, Lég, Féc suit avec 17,24%, les CGPS avec 13,45%, le groupe

EBS (13,38%), les FL avec 5,16% et le groupe des VPOC avec 4,28%. Sans qu'il y ait de différence significative, les femmes consomment plus de laitages que les hommes (48,58% vs 43,40%,  $p=0,320$ ) et le contraire est marqué pour le groupe Cér, Lég, Féc (14,93% vs 20,67%,  $p=0,109$ ). Pour le reste des groupes alimentaires, il n'y a pas également de différence significative entre les deux sexes, comme montré dans la figure 16.



**Figure 16 :** Contribution des groupes d'aliments consommés en l'apport calcique moyen journalier en pourcentage selon le sexe

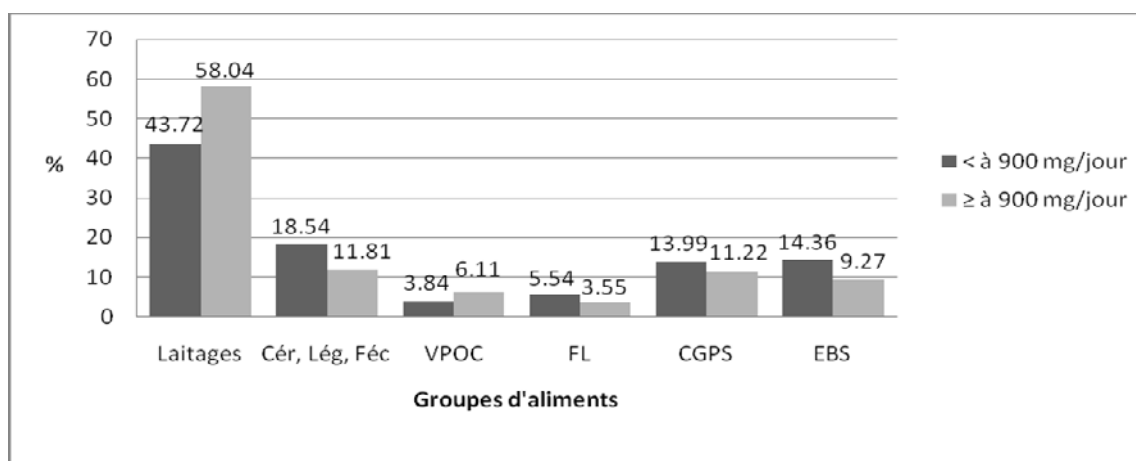
- **Selon l'IMC :** Le groupe lait et produits laitiers reste significativement le groupe prédominant dans l'apport calcique journalier par rapport aux cinq autres groupes alimentaires. Sur la figure 17 (tableau 12 en annexe 08), bien que non significative les normo pondéraux consomment plus de laitages que ceux en surpoids (48,15% vs 40,78%,  $p=0,213$ ). Pour ces deux classes d'IMC, le groupe des Cér, Lég, Féc est considéré comme deuxième source leur apportant du calcium. Pour les sujets obèses, par ordre décroissant, c'est le groupe des CGPS qui apporte aussi du calcium après les laitages, avec une contribution de 17,33% à l'apport calcique journalier. En dépit d'une différence non significative, notons ici, que les personnes en surcharge pondérale consomment plus du groupe EBS, que celles qui ont un poids normal (15,61% vs 12,77%,  $p=0,542$ ).



**Figure 17 :** Contribution des groupes d'aliments consommés en l'apport calcique moyen journalier en pourcentage selon l'état pondéral

- **Selon l'apport calcique :** La contribution des laitages est toujours significativement majoritaire par rapport aux autres groupes d'aliments (figure 18, tableau 13 en annexe 08). Néanmoins, nous constatons que les sujets ayant un apport en calcium supérieur ou égal à 900 mg/jour ont une contribution plus importante de part les laitages que ceux ayant un apport inférieur à 900 mg/jour (58,04% vs 43,72%,  $p=0,020$ ). Ces résultats montrent aussi, mais sans qu'il y ait de différence significative, que le groupe des Cér, Lég, Féc constitue une source calcique,

plus élevée chez ceux ayant un apport inférieur à 900 mg/jour (18,54% vs 11,81%, p=0,195). De même pour le groupe EBS avec 14,36% vs 9,27% (p=0,300).



**Figure 18 :** Contribution des groupes d'aliments consommés en l'apport calcique moyen journalier en pourcentage selon l'apport calcique

#### I. 4. Fréquence de consommation habituelle des aliments

Les fréquences de consommation habituelle des aliments des enquêtés, sont estimées en nombre de fois par jour, pendant lequel l'aliment considéré a été consommé. Dans cette présente partie, les résultats sont présentés pour la totalité de l'échantillon (418 sujets) et par sexe (tableau 14), selon l'état pondéral (tableau 15) et d'après l'apport calcique (tableau 16).

##### I. 4. 1. Lait et produits laitiers

Quel que soit le sexe, l'état pondéral ou l'apport calcique global, le lait est l'aliment le plus consommé dans ce groupe alimentaire. Sa consommation varie de 0,00 à 2,00 fois/jour, où 331 étudiants sur les 418 enquêtés (soit 79,19%) boivent quotidiennement du lait (tout type).

Nous constatons que le lait est plus consommé par les hommes que par les femmes ( $1,36 \pm 0,64$  fois/jour vs  $1,21 \pm 0,73$ , p=0,031). Les normo pondéraux en consomment plus que les sujets en surpoids (p=0,000) et obèses (p=0,009). Tandis que les personnes qui ont des apports supérieurs ou égaux à 900 mg/jour en boivent également plus que ceux n'accédant pas cette limite (p=0,000).

Les consommateurs de fromage ont une fréquence similaire, quel que soit la catégorie de sujets. Cet aliment est consommé  $0,47 \pm 0,43$  fois/jour, où plus de 85% en consomment moins d'une fois par jour.

Les fréquences de consommation du reste des laitages sont similaires entre les différentes catégories de sujets, mise à part, une différence significative pour une prédominance masculine concernant le yaourt et l'ben, avec respectivement  $0,48 \pm 0,42$  fois/jour vs  $0,40 \pm 0,39$  fois/jour (p=0,047) et  $0,07 \pm 0,06$  fois/jour vs  $0,05 \pm 0,05$  fois/jour (p=0,000).

Notons aussi, que le petit-lait (l'ben) est le laitage le moins consommé chez tous les sujets avec une moyenne de  $0,06 \pm 0,05$  fois/jour (tableau 14) et une plage de variation allant de 0,00 à 0,14 fois/jour, soit une consommation maximale atteignant 4,2 fois/mois pour l'ensemble des enquêtés.

La fréquence de consommation du groupe des laitages est significativement la même entre les deux sexes (p=0,057).

De part les données de cette enquête, nous avons tenté de voir s'il y a une éventuelle relation entre la fréquence de consommation du groupe lait et dérivés et les apports en calcium des sujets enquêtés (figure 19).

**Tableau 14 : Fréquence de consommation habituelle des aliments (nombre de fois/jour) chez les sujets enquêtés selon le sexe**

Aliments		Total (N=418)	Femmes (N=250)	Hommes (N=168)	P
		m ± ET	m ± ET	m ± ET	
Laitages	Lait	1,27 ± 0,70	1,21 ± 0,73	1,36 ± 0,64	0,031
	Fromage	0,47 ± 0,43	0,50 ± 0,47	0,43 ± 0,37	0,106
	Yaourt	0,43 ± 0,40	0,40 ± 0,39	0,48 ± 0,42	0,047
	L'ben	0,06 ± 0,05	0,05 ± 0,05	0,07 ± 0,06	0,000
	Crème dessert/flan	0,15 ± 0,11	0,15 ± 0,12	0,15 ± 0,11	0,918
	<b>Total groupe</b>	<b>2,38 ± 1,00</b>	<b>2,30 ± 0,99</b>	<b>2,49 ± 1,01</b>	<b>0,057</b>
Cér, Lég, Féc	Pain/galette	2,86 ± 0,72	2,87 ± 0,78	2,84 ± 0,63	0,678
	Pâtes alimentaires (industrielles, traditionnelles)	0,50 ± 0,26	0,49 ± 0,26	0,53 ± 0,26	0,124
	Légumineuses	0,44 ± 0,19	0,43 ± 0,20	0,46 ± 0,19	0,126
	Pommes de terre	0,50 ± 0,24	0,48 ± 0,23	0,53 ± 0,24	0,033
	<b>Total groupe</b>	<b>4,30 ± 0,90</b>	<b>4,27 ± 0,97</b>	<b>4,35 ± 0,79</b>	<b>0,375</b>
VPOC	Viandes rouges	0,34 ± 0,24	0,31 ± 0,24	0,40 ± 0,23	0,000
	Viandes blanches	0,39 ± 0,20	0,38 ± 0,21	0,39 ± 0,18	0,614
	Poissons (frais, congelé, conserve)	0,13 ± 0,12	0,13 ± 0,12	0,14 ± 0,11	0,388
	Œufs	0,35 ± 0,25	0,34 ± 0,25	0,37 ± 0,26	0,237
	Charcuteries	0,20 ± 0,15	0,18 ± 0,15	0,23 ± 0,14	0,001
	<b>Total groupe</b>	<b>1,42 ± 0,52</b>	<b>1,33 ± 0,52</b>	<b>1,54 ± 0,49</b>	<b>0,000</b>
FL	Fruits (frais, secs)	1,06 ± 0,48	1,08 ± 0,50	1,02 ± 0,44	0,208
	Légumes (crus, cuits)	1,37 ± 0,99	1,23 ± 0,89	1,56 ± 1,09	0,001
	<b>Total groupe</b>	<b>2,42 ± 1,18</b>	<b>2,31 ± 1,12</b>	<b>2,59 ± 1,25</b>	<b>0,017</b>
CGPS	Margarine/beurre/Graisse animale	0,68 ± 0,56	0,69 ± 0,59	0,68 ± 0,52	0,859
	Huile	1,37 ± 0,73	1,35 ± 0,73	1,40 ± 0,74	0,495
	Graines oléagineuses	0,31 ± 0,30	0,27 ± 0,28	0,36 ± 0,33	0,003
	Pâtisserie/Gâteaux sucrés et salés	0,52 ± 0,41	0,48 ± 0,38	0,59 ± 0,46	0,008
	Biscuits	0,39 ± 0,36	0,41 ± 0,37	0,36 ± 0,34	0,163
	Bonbons	0,57 ± 0,57	0,60 ± 0,56	0,54 ± 0,57	0,287
	Chocolat	0,40 ± 0,36	0,41 ± 0,36	0,39 ± 0,34	0,569
	Confiture	0,38 ± 0,37	0,42 ± 0,39	0,31 ± 0,33	0,003
	Viennoiseries	0,52 ± 0,41	0,52 ± 0,43	0,52 ± 0,39	0,994
<b>Total groupe</b>	<b>5,15 ± 1,89</b>	<b>5,15 ± 1,86</b>	<b>5,15 ± 1,93</b>	<b>0,988</b>	
EBS	Eau	4,74 ± 2,40	4,58 ± 2,37	4,99 ± 2,43	0,087
	Sodas/Jus de fruits	0,76 ± 0,57	0,68 ± 0,53	0,88 ± 0,61	0,000
	Café	1,29 ± 0,89	1,13 ± 0,86	1,51 ± 0,90	0,000
	Thé	0,32 ± 0,32	0,31 ± 0,31	0,33 ± 0,33	0,529
	<b>Total groupe</b>	<b>7,11 ± 2,67</b>	<b>6,70 ± 2,58</b>	<b>7,72 ± 2,68</b>	<b>0,000</b>

**Tableau 15 : Fréquence de consommation habituelle des aliments (nombre de fois/jour) chez les sujets enquêtés selon l'état pondéral**

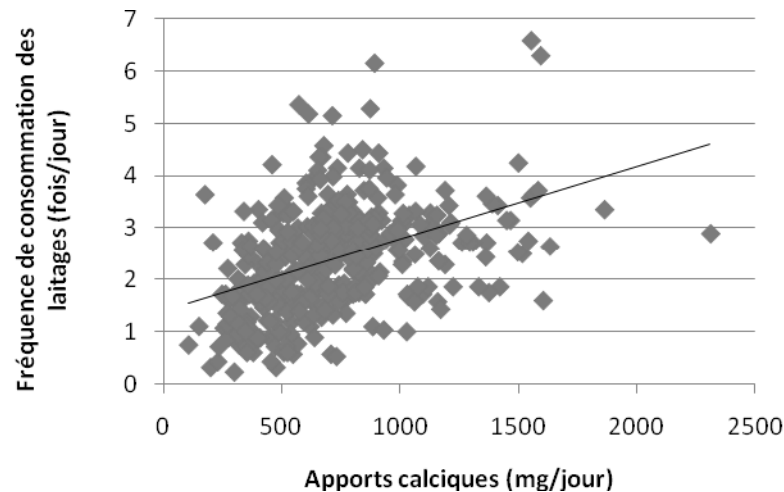
Aliments		Normo pondéraux (N=310)	Surpoids (N=91)	Obèses (N=17)	P	P'
		m ± ET	m ± ET	m ± ET		
Laitages	Lait	1,35 ± 0,66	1,05 ± 0,76	0,91 ± 0,83	0,000	0,009
	Fromage	0,47 ± 0,43	0,43 ± 0,40	0,62 ± 0,60	0,429	0,328
	Yaourt	0,42 ± 0,38	0,44 ± 0,40	0,62 ± 0,69	0,663	0,292
	L'ben	0,06 ± 0,05	0,05 ± 0,05	0,08 ± 0,06	0,094	0,113
	Crème dessert/flan	0,15 ± 0,12	0,13 ± 0,10	0,13 ± 0,09	0,148	0,499
	<b>Total groupe</b>	<b>2,46 ± 0,91</b>	<b>2,11 ± 1,19</b>	<b>3,70 ± 0,85</b>	<b>0,003</b>	<b>0,000</b>
Cér, Lég, Féc	Pain/galette	2,87 ± 0,72	2,86 ± 0,74	2,59 ± 0,71	0,908	0,119
	Pâtes alimentaires (industrielles, traditionnelles)	0,50 ± 0,25	0,54 ± 0,29	0,35 ± 0,22	0,197	0,016
	Légumineuses	0,45 ± 0,20	0,44 ± 0,15	0,31 ± 0,16	0,659	0,005
	Pommes de terre	0,50 ± 0,23	0,51 ± 0,24	0,45 ± 0,23	0,718	0,383
	<b>Total groupe</b>	<b>4,32 ± 0,91</b>	<b>4,35 ± 0,87</b>	<b>1,31 ± 0,56</b>	<b>0,780</b>	<b>0,000</b>
VPOC	Viandes rouges	0,34 ± 0,24	0,35 ± 0,22	0,33 ± 0,28	0,722	0,868
	Viandes blanches	0,39 ± 0,20	0,39 ± 0,19	0,30 ± 0,15	0,997	0,069
	Poissons (frais, congelé, conservé)	0,13 ± 0,13	0,13 ± 0,10	0,12 ± 0,07	0,962	0,470
	Œufs	0,36 ± 0,25	0,32 ± 0,25	0,38 ± 0,31	0,180	0,751
	Charcuteries	0,21 ± 0,15	0,19 ± 0,14	0,18 ± 0,13	0,257	0,419
	<b>Total groupe</b>	<b>1,43 ± 0,52</b>	<b>1,38 ± 0,50</b>	<b>2,45 ± 1,20</b>	<b>0,416</b>	<b>0,080</b>
FL	Fruits (frais, secs)	1,03 ± 0,48	1,13 ± 0,45	1,08 ± 0,58	0,077	0,679
	Légumes (crus, cuits)	1,36 ± 0,99	1,37 ± 1,00	1,38 ± 1,00	0,933	0,935
	<b>Total groupe</b>	<b>2,40 ± 1,18</b>	<b>2,51 ± 1,18</b>	<b>5,16 ± 1,43</b>	<b>0,435</b>	<b>0,000</b>
CGPS	Margarine/beurre/Grais se animale	0,68 ± 0,57	0,68 ± 0,52	0,77 ± 0,59	0,941	0,527
	Huile	1,37 ± 0,73	1,32 ± 0,71	1,57 ± 0,89	0,564	0,278
	Graines oléagineuses	0,30 ± 0,29	0,33 ± 0,32	0,28 ± 0,31	0,397	0,783
	Pâtisserie/Gâteaux sucrés et salés	0,53 ± 0,43	0,54 ± 0,37	0,36 ± 0,28	0,841	0,141
	Biscuits	0,40 ± 0,36	0,39 ± 0,36	0,24 ± 0,28	0,816	0,073
	Bonbons	0,59 ± 0,57	0,47 ± 0,53	0,79 ± 0,59	0,074	0,161
	Chocolat	0,41 ± 0,36	0,39 ± 0,35	0,42 ± 0,36	0,639	0,911
	Confiture	0,40 ± 0,37	0,34 ± 0,37	0,20 ± 0,29	0,175	0,029
	Viennoiseries	0,52 ± 0,41	0,55 ± 0,42	0,53 ± 0,48	0,990	0,923
	<b>Total groupe</b>	<b>5,18 ± 1,94</b>	<b>5,03 ± 1,79</b>	<b>6,79 ± 2,36</b>	<b>0,501</b>	<b>0,001</b>
EBS	Eau	4,52 ± 2,29	5,51 ± 2,69	4,82 ± 2,16	0,001	0,599
	Sodas/Jus de fruits	0,77 ± 0,59	0,72 ± 0,53	0,61 ± 0,46	0,468	0,272
	Café	1,33 ± 0,87	1,19 ± 0,95	0,99 ± 0,93	0,187	0,119
	Thé	0,31 ± 0,31	0,33 ± 0,34	0,36 ± 0,35	0,597	0,521
	<b>Total groupe</b>	<b>6,94 ± 2,57</b>	<b>7,74 ± 2,94</b>	<b>2,36 ± 1,19</b>	<b>0,012</b>	<b>0,001</b>

**Tableau 16 : Fréquence de consommation habituelle des aliments (nombre de fois/jour) chez les sujets enquêtés selon leur apport calcique journalier**

Aliments		Apports < à 900 mg/jour (N=337)	Apports ≥ à 900 mg/jour (N=81)	P
		m ± ET	m ± ET	
Laitages	Lait	1,16 ± 0,70	1,72 ± 0,49	0,000
	Fromage	0,47 ± 0,44	0,47 ± 0,40	0,914
	Yaourt	0,42 ± 0,40	0,48 ± 0,40	0,226
	L'ben	0,06 ± 0,05	0,07 ± 0,06	0,121
	Crème dessert/flan	0,15 ± 0,11	0,15 ± 0,12	0,784
	<b>Total groupe</b>	<b>2,26 ± 0,98</b>	<b>2,89 ± 0,93</b>	<b>0,000</b>
Cér, Lég, Féc	Pain/galette	2,83 ± 0,73	2,96 ± 0,70	0,148
	Pâtes alimentaires (industrielles, traditionnelles)	0,51 ± 0,26	0,49 ± 0,27	0,538
	Légumineuses	0,45 ± 0,20	0,43 ± 0,19	0,415
	Pommes de terre	0,49 ± 0,23	0,51 ± 0,25	0,490
	<b>Total groupe</b>	<b>4,28 ± 0,89</b>	<b>4,40 ± 0,93</b>	<b>0,281</b>
VPOC	Viandes rouges	0,34 ± 0,23	0,37 ± 0,25	0,301
	Viandes blanches	0,38 ± 0,20	0,41 ± 0,19	0,222
	Poissons (frais, congelé, conserve)	0,12 ± 0,11	0,17 ± 0,16	0,001
	Œufs	0,34 ± 0,24	0,41 ± 0,29	0,024
	Charcuteries	0,20 ± 0,15	0,21 ± 0,14	0,586
	<b>Total groupe</b>	<b>1,38 ± 0,50</b>	<b>1,56 ± 0,58</b>	<b>0,005</b>
FL	Fruits (frais, secs)	1,05 ± 0,46	1,07 ± 0,56	0,737
	Légumes (crus, cuits)	1,34 ± 0,97	1,47 ± 1,05	0,287
	<b>Total groupe</b>	<b>2,39 ± 1,17</b>	<b>2,54 ± 1,22</b>	<b>0,305</b>
CGPS	Margarine/beurre/Graisse animale	0,69 ± 0,57	0,68 ± 0,51	0,885
	Huile	1,32 ± 0,72	1,59 ± 0,75	0,003
	Graines oléagineuses	0,30 ± 0,30	0,34 ± 0,31	0,285
	Pâtisserie/Gâteaux sucrés et salés	0,52 ± 0,42	0,56 ± 0,39	0,436
	Biscuits	0,39 ± 0,36	0,40 ± 0,35	0,822
	Bonbons	0,56 ± 0,57	0,63 ± 0,57	0,322
	Chocolat	0,39 ± 0,36	0,46 ± 0,35	0,115
	Confiture	0,36 ± 0,37	0,44 ± 0,38	0,083
	Viennoiseries	0,51 ± 0,40	0,57 ± 0,44	0,235
	<b>Total groupe</b>	<b>5,03 ± 1,89</b>	<b>5,66 ± 1,79</b>	<b>0,007</b>
EBS	Eau	4,61 ± 2,37	5,32 ± 2,46	0,017
	Sodas/Jus de fruits	0,73 ± 0,57	0,86 ± 0,60	0,069
	Café	1,19 ± 0,88	1,70 ± 0,83	0,000
	Thé	0,31 ± 0,31	0,35 ± 0,33	0,304
	<b>Total groupe</b>	<b>6,84 ± 2,55</b>	<b>8,23 ± 2,87</b>	<b>0,000</b>

Une corrélation significative a été trouvée entre ces deux variables ( $r=0,4340$ ,  $p<0,000$ ). Nous avons également observé une corrélation positive pour les sujets féminins ( $r=0,4271$ ,  $p<0,000$ ), masculins ( $r=0,4336$ ,  $p=0,000$ ), ainsi que ceux ayant un poids normal ( $r=0,3747$ ,  $p=0,000$ ), en surpoids ( $r=0,5796$ ,  $p=0,000$ ) et pour les personnes obèses ( $r=0,5651$ ,  $p=0,000$ ).





**Figure 19 :** Relation entre les apports journaliers en calcium et la fréquence de consommation habituelle des laitages chez les sujets étudiés

#### I. 4. 2. Céréales, légumineuses et féculents

Le pain (ou galette) est la céréale faisant partie de la consommation habituelle de tous les sujets questionnés, avec une moyenne de  $2,86 \pm 0,72$  fois/jour et une étendue de 2,00 à 4,00 fois/jour.

La consommation des pâtes alimentaires (industrielles ou traditionnelles) et des légumes secs (lentilles, haricots blancs, pois-chiches) est significativement la même entre les deux sexes et selon l'apport calcique global des sujets. Néanmoins, nous constatons (tableau 15) une moindre fréquence de consommation, pour ces deux aliments, pour les obèses par rapport aux normo pondéraux.

La pomme de terre est consommée à une fréquence habituelle de  $0,50 \pm 0,24$  fois/jour avec une plage de variation de 0,14 à 1,15 fois/jour, et où 11,72% de sujets (soit 49 sur les 418 enquêtés) en consomment quotidiennement. Les hommes mangent significativement plus de ce féculent que les femmes ( $0,53 \pm 0,24$  fois/jour vs  $0,48 \pm 0,23$  fois/jour,  $p=0,033$ ). Les fréquences de sa consommation ne sont pas différentes, que ce soit selon l'état pondéral des enquêtés ou selon leur apport en calcium.

Il n'y pas de différence significative entre femmes et hommes quant à la consommation du groupe des Cér, Lég, Féc ( $p=0,375$ ).

#### I. 4. 3. Viandes, poissons, œufs et charcuteries

D'une manière générale, la fréquence de consommation des viandes rouges est de  $0,34 \pm 0,24$  fois/jour. Près de 6% de l'échantillon total (soit 25 personnes) n'en consomment jamais. Les hommes mangent plus de cette denrée alimentaire que les femmes ( $0,40 \pm 0,23$  vs  $0,31 \pm 0,24$ ,  $p=0,000$ ). Pour les autres catégories de sujets classées selon l'IMC et l'apport calcique, il n'y a pas de différences significatives (tableaux 15 et 16).

La consommation de viandes blanches est similaire pour l'ensemble de la population avec une moyenne de  $0,39 \pm 0,20$  fois/jour et les valeurs oscillent entre de 0,00 et 1,00 fois/jour. Un nombre de 34 sujets (soit 8,13%), disent ne pas manger hebdomadairement de la viande blanche.

Concernant la consommation de poissons frais, congelés ou en conserves, la fréquence est de  $0,13 \pm 0,12$  fois/jour, avec des extrêmes allant de 0,00 à 0,57 fois/jour. Selon le sexe et l'état pondéral, il n'y a pas différence significative quant à la consommation de tout type de poissons. Néanmoins, les sujets ayant un apport supérieur ou égal à 900 mg de calcium par jour, présentent une fréquence significativement plus élevée que ceux ayant un apport inférieur à cette marge ( $0,17 \pm 0,16$  fois/jour vs  $0,12 \pm 0,11$  fois/jour,  $p=0,001$ ).

La fréquence de consommation d'œufs est la même dans les différentes catégories de sujets questionnés, sauf pour ceux ayant un apport calcique inférieur à 900 mg/jour où leur consommation est moindre par rapport à ceux dont le seuil est en dessus ( $0,34 \pm 0,24$  fois/jour vs  $0,41 \pm 0,29$  fois/jour,  $p=0,024$ ).

La charcuterie est consommée en moyenne  $0,20 \pm 0,15$  fois/jour, avec une plage de variation de 0,00 à 0,72 fois/jour (tableau 14). Les hommes en consomment plus que les femmes ( $p=0,001$ ). Il n'y a aucune différence significative selon l'état pondéral (tableau 15) ou d'après l'apport calcique des sujets (tableau 16).

La fréquence de consommation de la totalité du groupe des VPOC est significativement plus élevée chez les hommes que chez les femmes ( $1,54 \pm 0,49$  fois/jour vs  $1,33 \pm 0,52$  fois/jour,  $p=0,000$ ).

#### **I. 4. 4. Fruits et légumes**

Près de trois personnes sur quatre consomment au moins un fruit par jour (74,88%, soit 313 sujets) et deux personnes sur trois consomment quotidiennement des légumes (64,59%, soit 270 sujets).

D'après les résultats obtenus, nous notons que la fréquence de consommation des fruits est la même chez tous nos enquêtés. Tandis que pour les légumes (tableau 14), les hommes en mangent plus que les femmes ( $1,56 \pm 1,09$  fois/jour vs  $1,23 \pm 0,89$  fois/jour,  $p=0,001$ ).

La fréquence de consommation du groupe FL est significativement plus élevée chez les hommes que chez les femmes ( $2,59 \pm 1,25$  fois/jour vs  $2,31 \pm 1,12$  fois/jour,  $p=0,017$ ).

#### **I. 4. 5. Corps gras et produits sucrés**

Les matières grasses telles que les margarines, beurre ou graisses animales font partie intégrante de la pratique alimentaire de tous les sujets avec une moyenne de  $0,68 \pm 0,56$  fois/jour et une plage de variation de 0,03 à 2,00 fois/jour. Il en est de même pour les huiles avec une moyenne  $1,37 \pm 0,73$  fois/jour et une étendue de 0,03 à 3,00 fois/jour. Cependant, la fréquence de consommation des huiles est plus importante chez ceux ayant un apport calcique supérieur ou égal à 900 mg/jour ( $1,59 \pm 0,75$  fois/jour vs  $1,32 \pm 0,72$  fois/jour,  $p=0,003$ ) par rapport à ceux n'arrivant pas à cette limite.

Les graines oléagineuses (cacahuètes, amandes, pistaches, graines de tournesol) sont consommées par presque la totalité des sujets (94,02%), avec une moyenne de  $0,31 \pm 0,30$  fois/jour et des valeurs extrêmes allant de 0,00 à 1,00 fois/jour (tableau 14). La consommation de ces graines oléagineuses diffère selon le sexe, mais pas selon l'état pondéral (tableau 15) ou l'apport calcique des sujets (tableau 16).

La fréquence de consommation des gâteaux et pâtisserie est en moyenne de  $0,52 \pm 0,41$  fois/jour avec une dispersion des résultats qui oscillent entre 0,00 et 2,00 fois/jour. Les hommes ont tendance à en consommer plus que les femmes ( $0,59 \pm 0,46$  vs  $0,48 \pm 0,38$ ,  $p=0,008$ ). Pour les sujets classés selon leur IMC et leur apport calcique global, la fréquence de consommation est la même.

Globalement, les biscuits, bonbons et chocolats ont respectivement des fréquences de consommation moyennes de  $0,39 \pm 0,36$  fois/jour (étendue 0,00 à 1,00 fois/jour),  $0,57 \pm 0,57$  fois/jour (étendue 0,00 à 2,00 fois/jour) et  $0,40 \pm 0,36$  fois/jour (étendue 0,00 à 1,00 fois/jour). Leurs fréquences sont semblables quel que soit le sexe (tableau 14), l'état pondéral (tableau 15) ou l'apport calcique de ces jeunes sujets (tableau 16).

Pour ce qui est de la confiture en conserve ou faite maison, sa moyenne de consommation est de  $0,38 \pm 0,37$  fois par jour (valeurs extrêmes 0,00 à 1,00 fois/jour). Cette consommation prédomine chez les femmes par rapport aux hommes ( $p=0,003$ ) et est moindre chez les sujets obèses par rapport à ceux normo pondéraux ( $p=0,029$ ). Aucune différence n'a été constatée selon l'apport calcique des enquêtés.

Les viennoiseries composées principalement de croissant, pain au chocolat et de brioche sont consommées

en moyenne  $0,52 \pm 0,41$  fois/jour avec une plage de variation allant de 0,00 à 2,00 fois/jour. La fréquence de leur consommation est similaire suivant le sexe, l'IMC et l'apport calcique.

D'après la fréquence de consommation totale de ce groupe des CGPS, il n'existe pas de différence significative entre les deux sexes ( $p=0,988$ ).

#### **I. 4. 6. Eau et boissons sucrées**

Pour ce dernier groupe (EBS), l'eau est la boisson majoritairement la plus consommée chez tous les enquêtés de notre échantillon avec une moyenne de  $4,74 \pm 2,40$  fois/jour et des valeurs qui vont de 1,00 jusqu'à 10,00 fois/jour. La consommation entre les femmes et hommes est proche ( $p=0,087$ ). Les personnes en surpoids ont tendance à consommer significativement plus d'eau que celles qui ayant un poids normal ( $5,51 \pm 2,69$  fois/jour vs  $4,52 \pm 2,29$  fois/jour,  $p=0,001$ ). Les personnes dont l'apport calcique est supérieur ou égal à 900 mg/jour en boivent plus que celles qui ne parviennent pas à atteindre ce seuil ( $5,32 \pm 2,46$  fois/jour vs  $4,61 \pm 2,37$  fois/jour,  $p=0,017$ ).

Les boissons sucrées comme les sodas et jus de fruits sont consommées en moyenne  $0,76 \pm 0,57$  fois/jour (étendue 0,00 à 3,00 fois/jour). Leur consommation est significativement prédominante chez les hommes ( $p=0,000$ ), mais pas pour les deux autres catégories de sujets (selon l'IMC et l'apport calcique global).

Sept sujets sur 8 consomment du café, soit près de 85% de la population enquêtée. Sa fréquence de consommation est en moyenne de  $1,29 \pm 0,89$  fois/jour, avec des valeurs extrêmes allant de 0,00 à 3,00 fois/jour. Les femmes boivent moins de café que les hommes ( $1,13 \pm 0,86$  fois/jour vs  $1,51 \pm 0,90$  fois/jour,  $p=0,000$ ). Les personnes approchant les 900 mg/jour de calcium et plus en boivent plus que celles dont les apports sont moindres ( $1,70 \pm 0,83$  fois/jour vs  $1,19 \pm 0,88$  fois/jour,  $p=0,000$ ).

La fréquence de consommation du thé est en moyenne de  $0,32 \pm 0,32$  fois/jour (étendue 0,00 à 1,00 fois/jour). Tous les sujets consomment de ce breuvage similairement (tableaux 14, 15 et 16).

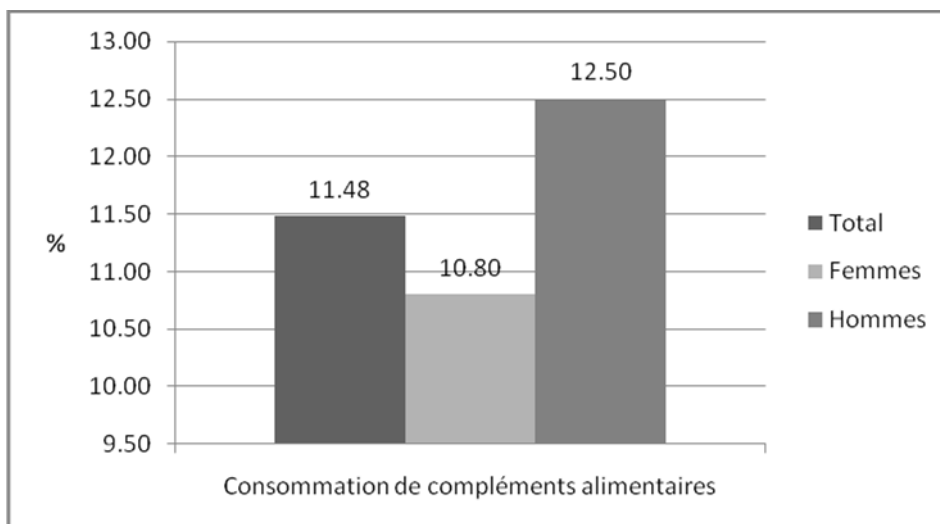
Quant à la consommation totale du groupe EBS, il existe une prédominance masculine significative ( $7,72 \pm 2,68$  fois/jour vs  $6,70 \pm 2,58$  fois/jour,  $p=0,000$ ).

#### **I. 5. Etat de santé**

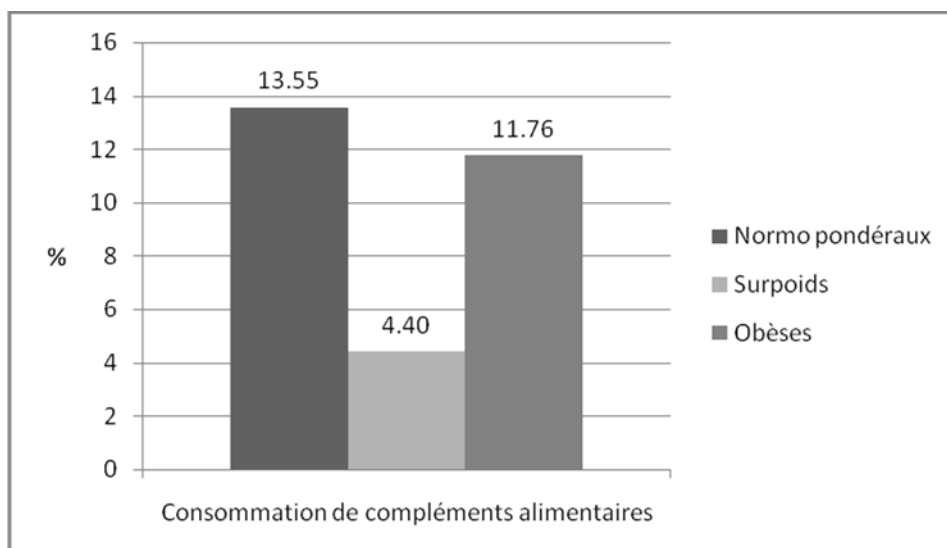
Les résultats relatifs à cette partie sont utilisés beaucoup plus dans le but de contrôler les réponses des enquêtés (questions croisées) et de cerner d'éventuelles ambiguïtés et incohérences. D'un autre côté, nous les présentons par sexe, selon l'état pondéral et l'apport calcique des sujets, afin de rechercher une éventuelle adéquation entre l'état de santé général et le niveau moyen de l'apport calcique journalier.

##### **I. 5. 1. Compléments alimentaires**

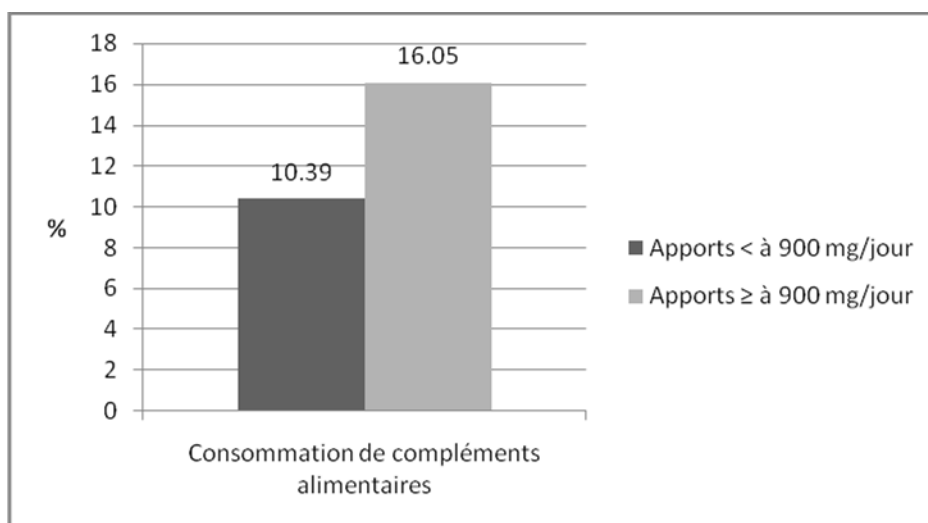
Sur les 418 sujets interrogés, 48 (11,48%) déclarent consommer des compléments alimentaires (figure 20, tableau 17 en annexe 08). Selon le sexe, la consommation est identique ( $p=0,593$ ). Selon l'état pondéral (figure 21, tableau 18 en annexe 08), les enquêtés en surpoids consomment moins de compléments alimentaires que ceux ayant un poids normal (4,40% vs 13,55%,  $p=0,016$ ). Selon l'apport calcique, les consommations sont significativement identiques ( $p=0,151$ ), comme montré dans la figure 22 (tableau 19 en annexe 08).



**Figure 20 :** Distribution des pourcentages de consommation de compléments alimentaires selon le sexe



**Figure 21 :** Distribution des pourcentages de consommation de compléments alimentaires selon l'état pondéral



**Figure 22 :** Distribution des pourcentages de consommation de compléments alimentaires selon l'apport calcique

- **Echantillon total et selon le sexe** : Parmi les sujets qui consomment les compléments alimentaires, près de 15% déclarent consommer ceux de type minéral, 70,84% de type vitaminique et environ 15% de type protéique (tableau 20). Du côté des femmes, les vitamines sont les suppléments les plus consommés, par rapport aux compléments sous forme minérale ( $p=0,000$ ). Aucune des femmes consommant des compléments, ne prend ceux de type protéique. En revanche pour les hommes, les trois types de suppléments alimentaires sont consommés, mais avec une prédominance pour ceux de type vitaminique ( $p=0,001$ ).

**Tableau 20 : Distribution des effectifs et pourcentages des sujets selon le type de compléments alimentaires consommés et par sexe**

	Total (N=48)	Femmes (N=27)	Hommes (N=21)
<b>Minéral</b>	07 (14,58%)	06 (22,22%)	01 (4,76%)
<b>Vitaminique</b>	34 (70,84%)	21 (77,78%)	13 (61,90%)
<b>Protéique</b>	07 (14,58%)	00 (0,00%)	07 (33,34%)

- **Selon l'IMC** : Selon l'état pondéral des sujets (tableau 21), nous constatons que chez les normo pondéraux, la prise de suppléments vitaminiques est prédominante ( $p=0,000$ ). Alors que les sujets en surpoids prennent des quantités équivalentes en vitamines et protéines. Les deux obèses ne consomment que des compléments alimentaires vitaminiques.

**Tableau 21 : Distribution des effectifs et pourcentages des sujets selon le type de compléments alimentaires consommés et suivant l'état pondéral**

	Normo pondéraux (N=42)	Surpoids (N=04)	Obèses (N=02)
<b>Minéral</b>	07 (16,67%)	00 (0,00%)	00 (0,00%)
<b>Vitaminique</b>	30 (71,43%)	02 (50,00%)	02 (100%)
<b>Protéique</b>	05 (11,90%)	02 (50,00%)	00 (0,00%)

- **Selon l'apport calcique** : Pour ce qui est des sujets ayant des apports calciques journaliers inférieurs à 900 mg/jour (tableau 22), leur prise de compléments alimentaires est plus de nature vitaminique ( $p=0,000$ ). Pour ceux dont les apports sont supérieurs ou égaux à 900 mg/jour, les prises de suppléments vitaminiques et protéiques sont significativement supérieures à celles minérales ( $p=0,006$ ).

**Tableau 22 : Distribution des effectifs et pourcentages des sujets selon le type de compléments alimentaires consommés et d'après leur apport calcique**

	Apports < à 900 mg/jour (N=35)	Apports ≥ à 900 mg/jour (N=13)
<b>Minéral</b>	06 (17,14%)	01 (7,68%)
<b>Vitaminique</b>	28 (80,00%)	06 (46,16%)
<b>Protéique</b>	01 (2,86%)	06 (46,16%)

A la question « dans quel but prenez vous ces compléments ? », les étudiants ont proposé trois réponses.

- **Echantillon total et selon le sexe** : Plus de la moitié des sujets (52,08%) ont répondu afin d'atténuer une fatigue et donner du tonus. 33,34% déclarent corriger une carence due à un défaut d'apport en un nutriment. Près de 15% ont opté pour une prise de suppléments alimentaires afin de développer les muscles (tableau 23). Le but de la consommation de ces compléments diffère entre femmes et hommes que ce soit à des fins de carence (48,15% vs 14,29%,  $p=0,014$ ), pour une prédominance féminine, ou pour un développement musculaire exclusivement masculin. Il n'y a aucune différence significative entre les deux sexes pour ce qui est de la fatigue ou pour donner du tonus ( $p=0,971$ ).

**Tableau 23 :** Distribution des effectifs et pourcentages des sujets selon le but de consommation de compléments alimentaires et par sexe

	Total (N=48)	Femmes (N=27)	Hommes (N=21)
<b>Carence</b>	16 (33,34%)	13 (48,15%)	03 (14,29%)
<b>Fatigue, donner du tonus</b>	25 (52,08%)	14 (51,85%)	11 (52,38%)
<b>Développement musculaire</b>	07 (14,58%)	00 (0,00%)	07 (33,33%)

- **Selon l'IMC :** Suivant l'état pondéral des sujets, les normo pondéraux ont plus tendance mais non significative à prendre les compléments alimentaires pour leur donner du tonus et apaiser leur fatigue. Les sujets en surpoids se partagent équitablement entre le deuxième et troisième but. Pour les obèses, c'est entre le premier et le second but de consommation de suppléments alimentaires (tableau 24). Aucun des obèses n'en consomme pour développer ses muscles.

**Tableau 24 :** Distribution des effectifs et pourcentages des sujets selon le but de consommation de compléments alimentaires et suivant l'état pondéral

	Normo pondéraux (N=42)	Surpoids (N=04)	Obèses (N=02)
<b>Carence</b>	15 (35,71%)	00 (0,00%)	01 (50,00%)
<b>Fatigue, donner du tonus</b>	22 (52,38%)	02 (50,00%)	01 (50,00%)
<b>Développement musculaire</b>	05 (11,91%)	02 (50,00%)	00 (0,00%)

- **Selon l'apport calcique :** Les sujets ayant des apports inférieurs à 900 mg de calcium par jour prennent bien plus de compléments alimentaires, afin de décroître une faiblesse ( $p=0,000$ ). Le reste des étudiants de cette catégorie (tableau 25), soit les sujets dont les apports en calcium sont supérieurs ou égaux à 900 mg/jour, se distribuent similairement entre les trois buts proposés ( $p=0,223$ ). Néanmoins, nous constatons que cette dernière catégorie, penche plus vers les suppléments pour optimiser leurs muscles ( $p=0,001$ ).

**Tableau 25 :** Distribution des effectifs et pourcentages des sujets selon le but de consommation de compléments alimentaires et d'après leur apport calcique

	Apports < à 900 mg/jour (N=35)	Apports ≥ à 900 mg/jour (N=13)
<b>Carence</b>	14 (40,00%)	02 (15,38%)
<b>Fatigue, donner du tonus</b>	20 (57,14%)	05 (38,46%)
<b>Développement musculaire</b>	01 (2,86%)	06 (46,16%)

### I. 5. 2. Distribution des maladies

Dans ce qui suit, nous présentons les distributions des maladies décrites chez la totalité de la population et par sexe (tableau 26), suivant l'état pondéral (tableau 27) et d'après leur apport calcique journalier (tableau 28). Sur ces tableaux n'est indiqué que le nombre de personnes atteintes de diverses maladies et/ou affections par rapport au total de l'échantillon étudié (soit 418 sujets).

- **Echantillon total et selon le sexe :** D'après les déclarations de la totalité des enquêtés, la colopathie (21,29%) est la maladie la plus présente chez la population estudiantine ( $p=0,000$ ), et où une différence significative a été enregistrée entre les deux sexes, avec une prédominance féminine (27,20% vs 12,50%,  $p=0,000$ ). Ce problème est suivi par les troubles cardio-vasculaires et l'allergie non alimentaire (6,94%), de l'allergie ou intolérance alimentaire (5,74%), de problèmes gastriques (3,35%), de TA élevée (2,39%), de migraine (1,91%), de

cholestérolémie (0,96%) et en dernier, de glycémie irrégulière (1,20%). La présence des autres maladies/affections est similaire quel que soit le sexe (tableau 26).

**Tableau 26 :** Distribution des effectifs et pourcentages des sujets présentant des maladies/affections par sexe

	<b>Total (N=418)</b>	<b>Femmes (N=250)</b>	<b>Hommes (N=168)</b>
<b>Glycémie irrégulière</b>	05 (1,20%)	04 (1,60%)	01 (0,60%)
<b>HTA</b>	10 (2,39%)	07 (2,80%)	03 (1,79%)
<b>Troubles cardio-vasculaires</b>	29 (6,94%)	20 (8,00%)	09 (5,36%)
<b>Augmentation de la teneur en cholestérol</b>	04 (0,96%)	01 (0,40%)	03 (1,79%)
<b>Colopathie</b>	89 (21,29%)	68 (27,20%)	21 (12,50%)
<b>Allergie alimentaire ou intolérance alimentaire</b>	24 (5,74%)	18 (7,20%)	06 (3,57%)
<b>Allergie non alimentaire</b>	29 (6,94%)	18 (7,20%)	11 (6,55%)
<b>Migraine</b>	08 (1,91%)	04 (1,60%)	04 (2,38%)
<b>Problèmes gastriques</b>	14 (3,35%)	07 (2,80%)	07 (4,17%)

- **Selon l'IMC :** Suivant l'état pondéral de nos enquêtés, il n'en ressort aucune différence significative quant à la présence de maladies et/ou affections. Ici aussi, les problèmes de côlon sont les plus évoqués. Aucun des sujets en surcharge pondérale, n'a révélé une augmentation de la teneur en cholestérol. Pour les étudiants obèses, nul n'a déclaré souffrir de glycémie irrégulière, d'allergie non alimentaire, de migraine ou de problèmes gastriques, comme montré dans le tableau 27.

**Tableau 27 :** Distribution des effectifs et pourcentages des sujets présentant des maladies/affections selon l'état pondéral

	<b>Normo pondéraux (N=310)</b>	<b>Surpoids (N=91)</b>	<b>Obèses (N=17)</b>
<b>Glycémie irrégulière</b>	04 (1,29%)	01 (1,10%)	00 (0,00%)
<b>HTA</b>	08 (2,58%)	01 (1,10%)	01 (5,88%)
<b>Troubles cardio-vasculaires</b>	20 (6,45%)	06 (6,59%)	03 (17,65%)
<b>Augmentation de la teneur en cholestérol</b>	03 (0,97%)	00 (0,00%)	01 (5,88%)
<b>Colopathie</b>	69 (22,26%)	16 (17,58%)	04 (23,53%)
<b>Allergie alimentaire ou intolérance alimentaire</b>	16 (5,16%)	07 (7,69%)	01 (5,88%)
<b>Allergie non alimentaire</b>	23 (7,42%)	06 (6,59%)	00 (0,00%)
<b>Migraine</b>	07 (2,26%)	01 (1,10%)	00 (0,00%)
<b>Problèmes gastriques</b>	12 (3,87%)	02 (2,20%)	00 (0,00%)

- **Selon l'apport calcique :** Aucune différence significative n'a été observée entre les sujets ayant un faible apport en calcium et ceux dont l'apport calcique est normal (tableau 28). La colopathie est toujours le problème dominant.

**Tableau 28 :** Distribution des effectifs et pourcentages des sujets présentant des maladies/affections d'après leur apport calcique

	<b>Apports &lt; à 900 mg/jour (N=337)</b>	<b>Apports ≥ à 900 mg/jour (N=81)</b>
<b>Glycémie irrégulière</b>	04 (1,19%)	01 (1,23%)
<b>HTA</b>	09 (2,67%)	01 (1,23%)
<b>Troubles cardio-vasculaires</b>	25 (7,42%)	04 (4,94%)
<b>Augmentation de la teneur en cholestérol</b>	03 (0,89%)	01 (1,23%)
<b>Colopathie</b>	73 (21,66%)	16 (19,75%)
<b>Allergie alimentaire ou intolérance alimentaire</b>	20 (5,93%)	04 (4,94%)
<b>Allergie non alimentaire</b>	24 (7,12%)	05 (6,17%)
<b>Migraine</b>	04 (1,19%)	04 (4,94%)
<b>Problèmes gastriques</b>	12 (3,56%)	02 (2,47%)

### I. 5. 3. Pratique d'exercice physique

Pour ce dernier point de l'état de santé général de la population enquêtée, nous avons voulu connaître si leur mode vie est sédentaire et s'il a un lien avec leur apport calcique.

- **Echantillon total et selon le sexe** : Après traitement des réponses, les résultats de notre enquête ont révélé que 72,73% des sujets pratiquent une activité sportive, soit l'équivalent de cinq sujets sur 7 (figure 23, tableau 29 en annexe 08). Les hommes font significativement plus d'exercice physique que les femmes (91,67% vs 60,00%,  $p=0,000$ ).

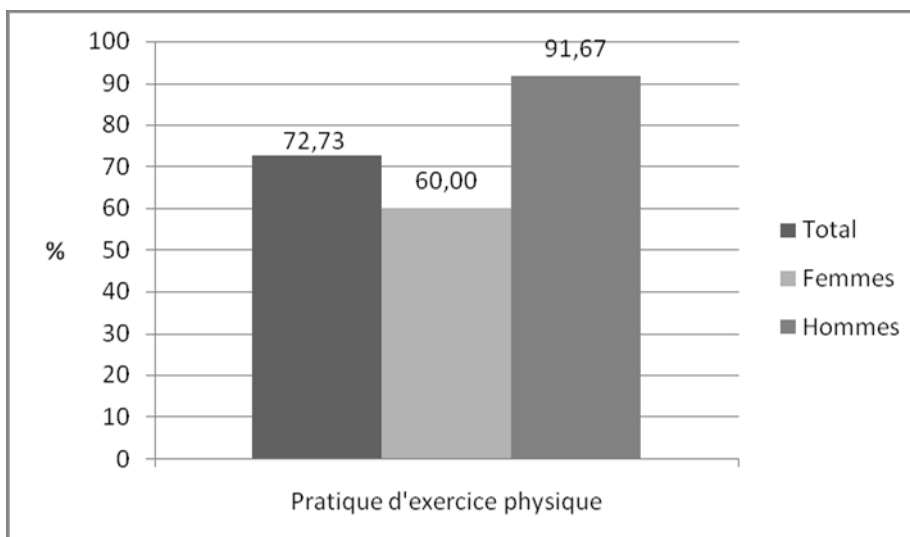


Figure 23 : Distribution des pourcentages de sujets pratiquant de l'exercice physique selon le sexe

- **Selon l'IMC** : Les normo pondéraux sont plus nombreux, mais non significativement à pratiquer de l'exercice physique que ceux en surpoids ( $p=0,060$ ) et obèses ( $p=0,068$ ) comme montré dans la figure 24 (tableau 30 en annexe 08). Presque la moitié des sujets obèses (47,06%) ne pratiquent pas d'activité physique.

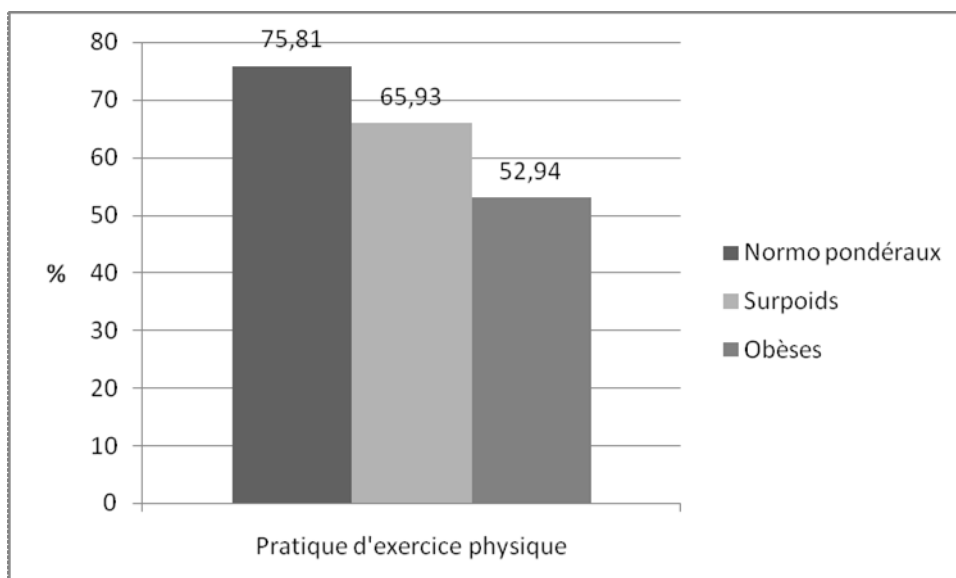
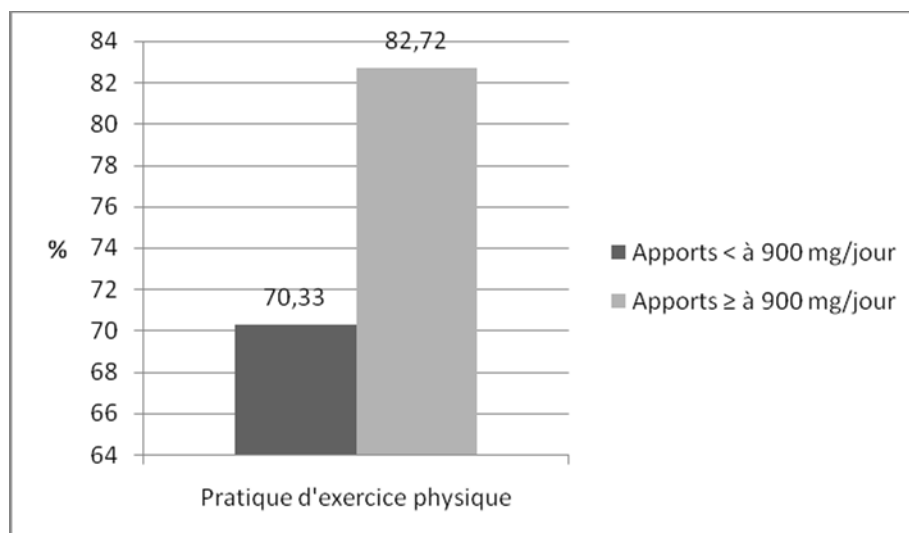


Figure 24 : Distribution des pourcentages de sujets pratiquant de l'exercice physique selon l'état pondéral

- **Selon l'apport calcique** : Comme montré dans la figure 25 (tableau 31 en annexe 08), les sujets ayant un apport calcique supérieur ou égal à 900 mg/jour pratiquent plus d'exercice physique que ceux dont l'apport ne dépasse pas les 900 mg/jour (82,72% vs 70,33%,  $p=0,025$ ).





**Figure 25 :** Distribution des pourcentages de sujets pratiquant de l'exercice physique selon l'apport calcique

Pour ce volet de pratique d'exercice physique, nous avons aussi analysé selon la fréquence et la durée pour l'ensemble de la population étudiée, selon le sexe, la corpulence et l'apport calcique global.

- **Echantillon total et selon le sexe :** Globalement, la fréquence de pratique d'exercice physique est en moyenne de  $2,86 \pm 1,67$  fois/semaine, où les valeurs oscillent entre 1,00 et 7,00 fois/semaine (tableau 32). Les durées varient d'une demi-heure à 10,00 h par semaine avec une moyenne de  $3,68 \pm 2,15$  h/semaine. Les femmes et hommes ont des fréquences similaires, alors que les durées diffèrent et durent plus longtemps pour les hommes ( $3,93 \pm 2,36$  h/semaine vs  $3,42 \pm 1,87$  h/semaine,  $p=0,014$ ).

**Tableau 32 : Fréquence et durée d'exercice physique des sujets enquêtés selon le sexe**

	Total (N=418)	Femmes (N=250)	Hommes (N=168)
	m ± ET	m ± ET	m ± ET
<b>Fréquence (par semaine)</b>	$2,86 \pm 1,67$	$2,95 \pm 1,73$	$2,77 \pm 1,62$
<b>Durée (h/semaine)</b>	$3,68 \pm 2,15$	$3,42 \pm 1,87$	$3,93 \pm 2,36$

- **Selon l'IMC :** Au cours de la semaine, les obèses pratiquent moins souvent une activité sportive bien que non significativement, que ceux ayant un poids normal ( $p=0,066$ ). La fréquence varie pour ces personnes obèses, entre 1,00 à 4,00 fois par semaine. Tout en ne différant pas significativement, les sujets obèses semblent être ceux qui passent le moins de temps à pratiquer de l'exercice physique. Les plages de variation vont d'une demi-heure à 10,00 h/semaine pour les sujets normo pondéraux et en surpoids et de 30 min à 6,00 h seulement pour les obèses (tableau 33).

**Tableau 33 :** Fréquence et durée d'exercice physique des sujets enquêtés selon l'état pondéral

	Normo pondéraux (N=310)	Surpoids (N=91)	Obèses (N=17)
	m ± ET	m ± ET	m ± ET
<b>Fréquence (par semaine)</b>	$2,92 \pm 1,71$	$2,75 \pm 1,57$	$1,89 \pm 1,05$
<b>Durée (h/semaine)</b>	$3,67 \pm 2,11$	$3,83 \pm 2,30$	$2,83 \pm 2,08$

- **Selon l'apport calcique :** D'après les résultats du tableau 34, nous n'observons aucune différence significative que dans la fréquence ( $p=0,178$ ) de pratique d'exercice physique. Toutefois, la durée est plus longue

chez les sujets dont les apports sont supérieurs ou égaux à 900 mg de calcium par jour ( $p=0,001$ ).

**Tableau 34 :** Fréquence et durée d'exercice physique des sujets enquêtés selon l'apport calcique

	Apports < à 900 mg/jour (N=337)	Apports ≥ à 900 mg/jour (N=81)
	m ± ET	m ± ET
<b>Fréquence (par semaine)</b>	2,79 ± 1,69	3,07 ± 1,62
<b>Durée (h/semaine)</b>	3,49 ± 2,04	4,35 ± 2,39

## I. 6. Examen clinique

L'examen clinique est le dernier volet de la partie A de l'enquête nutritionnelle, effectuée sur les 418 sujets. Dans cette rubrique, nous avons déterminé les signes cliniques pouvant être attribués à des défauts par carence ou excès d'apport en calcium.

- **Echantillon total et selon le sexe :** Sur l'ensemble de la population examinée, nous trouvons en tête du classement ; les crampes (33,25%), la chute modérée des cheveux (32,78%), la constipation (23,44%), les ongles cassés (17,94%), la peau sèche (15,55%) et palpation de nodules thyroïdiens (2,15%). Parmi les signes cliniques décelés, les femmes sont significativement majoritaires par rapport aux hommes (tableau 35).

**Tableau 35 :** Distribution des effectifs et pourcentages des signes cliniques décelés chez les sujets enquêtés selon le sexe

	Total (N=418)	Femmes (N=250)	Hommes (N=168)	P
<b>Ongles cassés</b>	75 (17,94%)	71 (28,40%)	04 (2,38%)	0,000
<b>Nodules thyroïdiens</b>	09 (2,15%)	09 (3,60%)	00 (0,00%)	0,032
<b>Peau sèche</b>	65 (15,55%)	55 (22,00%)	10 (5,95%)	0,000
<b>Crampes</b>	139 (33,25%)	93 (37,20%)	46 (27,38%)	0,037
<b>Constipation</b>	98 (23,44%)	87 (34,80%)	11 (6,55%)	0,000
<b>Chute modérée des cheveux</b>	137 (32,78%)	103 (41,20%)	34 (20,24%)	0,000

- **Selon l'IMC :** Aucune différence significative n'a été constatée pour ces signes cliniques (tableau 36), sauf pour la chute modérée des cheveux, où les normo pondéraux sont moins touchés que les sujets en surpoids ( $p=0,036$ ) et obèses ( $p=0,009$ ).

**Tableau 36 :** Distribution des effectifs et pourcentages des signes cliniques décelés chez les sujets enquêtés selon l'état pondéral

	Normo pondéraux (N=310)	Surpoids (N=91)	Obèses (N=17)	P	P'
<b>Ongles cassés</b>	53 (17,10%)	18 (19,78%)	04 (23,53%)	0,555	0,725
<b>Nodules thyroïdiens</b>	05 (1,61%)	03 (3,30%)	01 (5,88%)	0,559	0,999
<b>Peau sèche</b>	50 (16,13%)	14 (15,38%)	01 (5,88%)	0,865	0,429
<b>Crampes</b>	105 (33,87%)	28 (30,77%)	06 (35,29%)	0,581	0,904
<b>Constipation</b>	77 (24,84%)	19 (20,88%)	02 (11,76%)	0,436	0,350
<b>Chute modérée des cheveux</b>	90 (29,03%)	37 (40,66%)	10 (58,82%)	0,036	0,009

- **Selon l'apport calcique :** Il s'avère également qu'aucune différence significative n'a été trouvée en relation avec ces signes cliniques. Sauf pour la chute modérée des cheveux, qui se révèle prédominante chez les sujets, dont les apports sont inférieurs à 900 mg/jour de calcium ( $p=0,047$ ). Dans le tableau 37, il est aussi

intéressant de constater, tout en étant pas différant significativement, que les sujets dont les apports en calcium sont en dessous de 900 mg/jour, sont plus atteints de crampes ( $p=0,069$ ).

**Tableau 37 :**

**Distribution des effectifs et pourcentages des signes cliniques décelés chez les sujets enquêtés selon l'apport calcique journalier**

	Apports < à 900 mg/jour (N=337)	Apports ≥ à 900 mg/jour (N=81)	P
<b>Ongles cassés</b>	63 (18,69%)	12 (14,81%)	0,329
<b>Nodules thyroïdiens</b>	07 (2,08%)	02 (2,47%)	0,835
<b>Peau sèche</b>	52 (15,43%)	13 (16,05%)	0,890
<b>Crampes</b>	119 (35,31%)	20 (24,69%)	0,069
<b>Constipation</b>	82 (24,33%)	16 (19,75%)	0,382
<b>Chute modérée des cheveux</b>	118 (35,01%)	19 (23,46%)	0,047

## II. Suite de l'enquête nutritionnelle

Les résultats obtenus dans ce deuxième volet (parties B et C) de notre enquête concernent :

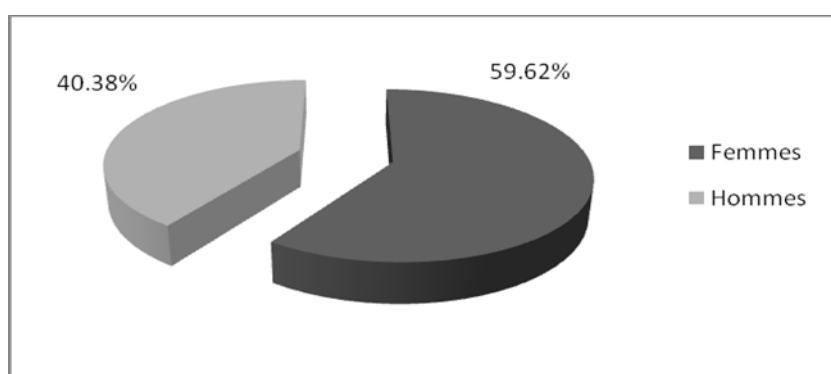
- L'identification et les mesures anthropométriques exclusives des 208 sujets ;
- L'apport alimentaire en calcium issu de quatre rappels des 24 h ;
- Les mesures tensionnelles ;
- Le dosage de l'hématocrite et de la calcémie.

### II. 1. Description générale de la population interrogée

Dans cette rubrique sont présentés les résultats de la description des 208 sujets selon leur sexe, âge et lieu de résidence.

#### II. 1. 1. Répartition des sujets du sous échantillon selon le sexe et l'âge

La population incluse dans la suite de l'enquête nutritionnelle est constitué de 208 sujets, dont 124 femmes (59,62% de la population totale) et 84 hommes soit 40,38% (figure 26). Ces jeunes adultes ont un âge moyen de  $21,98 \pm 2,03$  ans (étendue 18 à 26 ans). La moyenne d'âge des femmes est de  $21,77 \pm 2,14$  ans et celle des hommes est de  $22,30 \pm 1,82$  ans ( $p=0,064$ ).



**Figure 26 : Répartition des sujets du sous échantillon selon le sexe**

#### II. 1. 2. Répartition des sujets du sous échantillon selon le lieu de résidence

Sur l'ensemble de la population, 53,37% sont des étudiants qui résident en cités universitaires, alors que 46,63% sont non résidents en cités universitaires. La distribution de la totalité de ces sujets et par sexe, selon leur

lieu de résidence, est présentée dans le tableau 38 (annexe 08).

## II. 2. Caractéristiques anthropométriques

La valeur moyenne de l'IMC de nos sujets est de  $23,29 \pm 3,09 \text{ kg/m}^2$ , avec des valeurs extrêmes allant de 18,56 à 34,82. L'IMC des femmes est de  $23,47 \pm 3,35 \text{ kg/m}^2$  et celui des hommes est de  $23,02 \pm 2,67 \text{ kg/m}^2$  ( $p=0,304$ ). Comme montré dans la figure 27 (tableau 39 en annexe 08), la plupart de nos sujets sont normo pondéraux avec 74,52% et un IMC moyen de  $21,90 \pm 1,68 \text{ kg/m}^2$ , 21,15% (IMC= $26,33 \pm 1,35 \text{ kg/m}^2$ ) sont ont surpoids et 4,33% ( $32,29 \pm 2,06 \text{ kg/m}^2$ ) sont obèses.

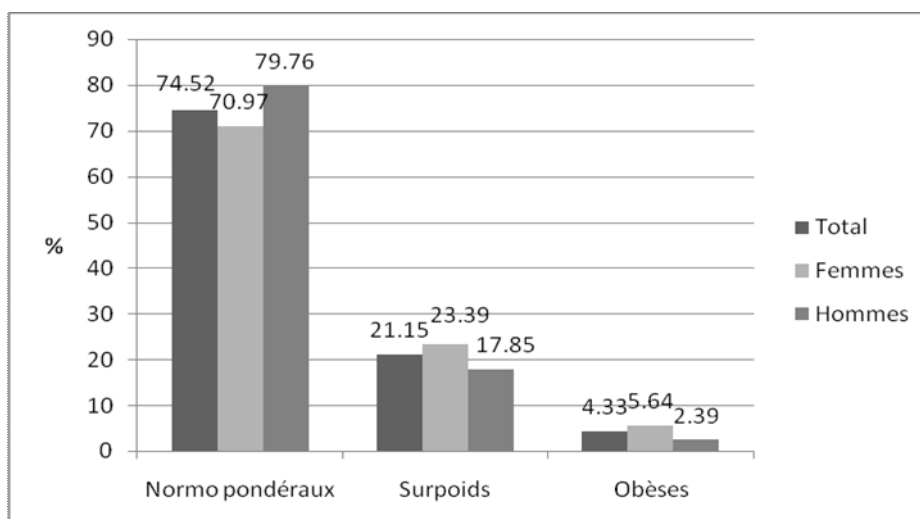


Figure 27 : Statut pondéral des sujets du sous échantillon selon le sexe

## II. 3. Apports alimentaires en calcium

Quatre rappels des 24 h ont été réalisés, avec le sous échantillon des 208 sujets (soit 49,76% de l'échantillon initial), dont un rappel issu de la première partie de l'enquête nutritionnelle (partie A). Les résultats sont présentés dans les tableaux 40 et 41.

D'un point de vue intra individuel, les variations des apports calciques sont significativement les mêmes d'une journée à l'autre. Pour l'ensemble des sujets, une dispersion des résultats oscille entre 128,99 et 2310,90 mg de calcium par jour pour les quatre rappels des 24 h. D'après le tableau 40, nous pouvons remarquer que les femmes ont des apports en calcium journaliers significativement inférieurs aux hommes.

Tableau 40 : Apports calciques quotidiens (mg/jour) chez les sujets enquêtés en fonction du sexe

	Total (N=208)	Femmes (N=124)	Hommes (N=84)	P
	m ± ET [min-max]	m ± ET [min-max]	m ± ET [min-max]	
1 <sup>er</sup> Rappel des 24 h	698,44 ± 315,20 [149,07-2310,90]	635,94 ± 273,02 [149,07-1549,59]	790,70 ± 350,51 [246,38-2310,90]	0,000
2 <sup>ème</sup> Rappel des 24 h	709,38 ± 296,17 [163,93-1818,51]	623,40 ± 249,35 [163,93-1517,20]	836,32 ± 315,09 [262,58-1818,51]	0,000
3 <sup>ème</sup> Rappel des 24 h	683,62 ± 260,83 [128,99-1548,88]	639,65 ± 253,61 [128,99-1405,70]	748,53 ± 259,23 [359,06-1548,88]	0,003
4 <sup>ème</sup> Rappel des 24 h	717,24 ± 284,79 [182,29-1893,73]	663,85 ± 291,20 [182,29-1893,73]	796,06 ± 257,04 [306,90-1767,03]	0,001
P'	0,665	0,684	0,303	

Suivant l'état pondéral des sujets, il n'y a ni variation intra individuelle d'un rappel à un autre, ni de variation inter individuelle entre les trois classes d'IMC. Les sujets normo pondéraux, surpoids et obèses ont les mêmes apports calciques journaliers d'un rappel à un autre et où les moyennes de ces apports se rejoignent, comme montré dans le tableau 41.

**Tableau 41 : Apports calciques quotidiens (mg/jour) chez les sujets enquêtés en fonction de l'état pondéral**

	Normo pondéraux (N=155)	Surpoids (N=44)	Obèses (N=09)	P	P'
	m ± ET [min-max]	m ± ET [min-max]	m ± ET [min-max]		
1 <sup>er</sup> Rappel des 24 h	704,53 ± 319,55 [174,44-2310,90]	679,87 ± 324,14 [149,07-1563,21]	684,19 ± 193,43 [307,22-878,22]	0,653	0,851
2 <sup>ème</sup> Rappel des 24 h	719,97 ± 290,87 [197,48-1818,51]	696,36 ± 330,19 [163,93-1609,30]	590,73 ± 189,98 [365,42-881,36]	0,645	0,191
3 <sup>ème</sup> Rappel des 24 h	695,89 ± 243,68 [130,89-1515,80]	658,10 ± 328,91 [128,99-1548,88]	597,20 ± 144,59 [330,03-800,55]	0,404	0,232
4 <sup>ème</sup> Rappel des 24 h	715,71 ± 263,09 [198,74-1767,03]	736,04 ± 366,27 [182,29-1893,73]	651,71 ± 195,73 [305,56-865,81]	0,681	0,474
P''	0,873	0,740	0,655		

#### II. 4. Mesures tensionnelles

Dans cette rubrique sont présentés les résultats d'analyse de la TA pour l'ensemble des sujets, selon le sexe, l'état pondéral et d'après l'apport calcique total.

- **Echantillon total et selon le sexe** : Chez notre population globale, la pression artérielle systolique (PAS) varie de 80,00 à 140,00 mmHg avec une moyenne de 109,09 ± 11,28 mmHg. La pression artérielle diastolique (par abréviation PAD) oscille entre 40,00 à 80,00 mmHg, avec une moyenne de 64,81 ± 8,90 mmHg (tableau 42). En fonction du sexe, la PAS est significativement plus élevée chez les hommes que chez les femmes (113,33 ± 11,86 mmHg vs 106,21 ± 9,93 mmHg, p=0,000). La même constatation a été notée pour la PAD (67,02 ± 9,67 mmHg vs 63,31 ± 8,04 mmHg, p=0,003).

**Tableau 42 : Pression artérielle systolique et diastolique de l'échantillon étudié en fonction du sexe**

	Total (N=208)		Femmes (N=124)		Hommes (N=84)	
	m ± ET	[min-max]	m ± ET	[min-max]	m ± ET	[min-max]
PAS (mmHg)	109,09 ± 11,28	[80,00-140,00]	106,21 ± 9,93	[80,00-130,00]	113,33 ± 11,86	[80,00-140,00]
PAD (mmHg)	64,81 ± 8,90	[40,00-80,00]	63,31 ± 8,04	[50,00-80,00]	67,02 ± 9,67	[40,00-80,00]

- **Selon l'IMC** : Selon l'état pondéral (tableau 43), il n'y a pas de différence significative dans les chiffres tensionnelles que ce soit pour la PAS ou la PAD. Autrement dit, les trois classes d'IMC (normo pondéraux, surpoids et obèses) présentent des PAS et PAD similaires entre eux.

**Tableau 43 : Pression artérielle systolique et diastolique de l'échantillon étudié en fonction de l'état pondéral**

	Normo pondéraux (N=155)		Surpoids (N=44)		Obèses (N=09)	
	m ± ET	[min-max]	m ± ET	[min-max]	m ± ET	[min-max]
PAS (mmHg)	108,84 ± 10,63	[80,00-140,00]	110,00 ± 13,29	[80,00-140,00]	108,89 ± 12,69	[100,00-140,00]
PAD (mmHg)	64,65 ± 8,92	[40,00-80,00]	64,77 ± 9,52	[40,00-80,00]	67,78 ± 4,41	[60,00-70,00]

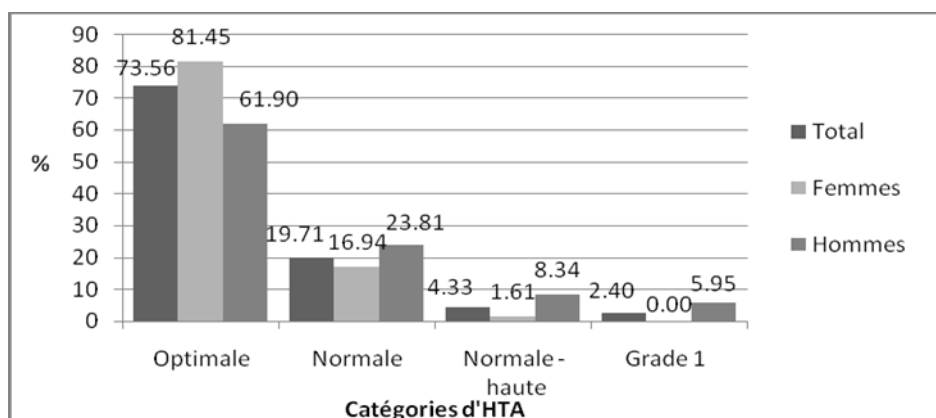
- **Selon l'apport calcique** : Même chose, que selon l'état pondéral, ici les PAS et PAD sont significativement semblables quel que soit le niveau d'apport calcique atteint (tableau 44), avec respectivement 108,88 ± 11,10 mmHg vs 110,00 ± 12,14 mmHg (p=0,577) et 64,73 ± 8,80 mmHg vs 65,13 ± 9,42 mmHg (p=0,801).

**Tableau 44 : Pression artérielle systolique et diastolique de l'échantillon étudié en fonction de l'apport calcique**

	Apports < à 900 mg/jour (N=169)		Apports ≥ à 900 mg/jour (N=39)	
	m ± ET	[min-max]	m ± ET	[min-max]
<b>PAS (mmHg)</b>	108,88 ± 11,10	[80,00-140,00]	110,00 ± 12,14	[80,00-130,00]
<b>PAD (mmHg)</b>	64,73 ± 8,80	[40,00-80,00]	65,13 ± 9,42	[40,00-80,00]

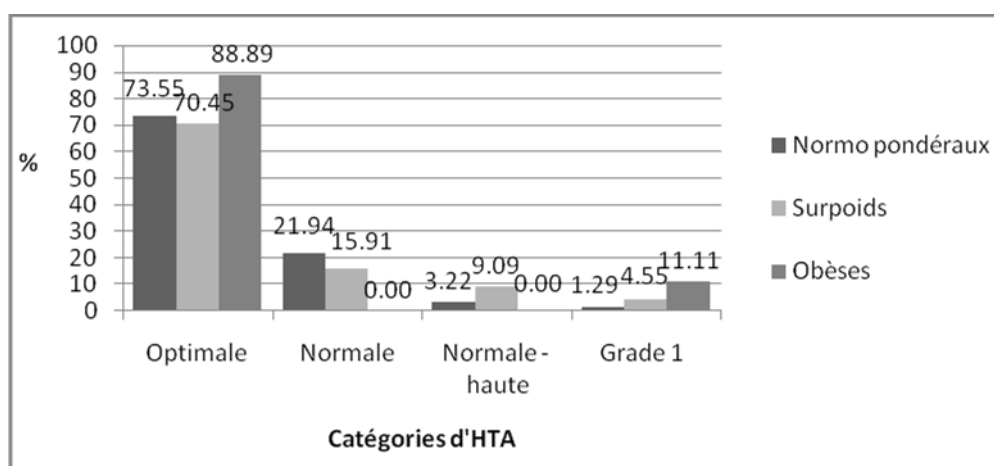
L'analyse des chiffres tensionnels nous a permis aussi de répartir la population enquêtée selon les catégories d'HTA, comme décrites dans la partie méthodologie.

- **Echantillon total et selon le sexe** : D'après l'illustration de la figure 28 (tableau 45, annexe 08), la pression optimale est prédominante chez l'ensemble de nos sujets ( $p=0,000$ ). Sans qu'il y est différence significative, les femmes présentent plus une pression dite optimale que les hommes (81,45% vs 61,90%,  $p=0,002$ ). Alors que c'est le contraire qui est retrouvé pour la pression normale ( $p=0,221$ ), pour la pression normale-haute ( $p=0,047$ ) et celle de grade 1 ( $p=0,022$ ).



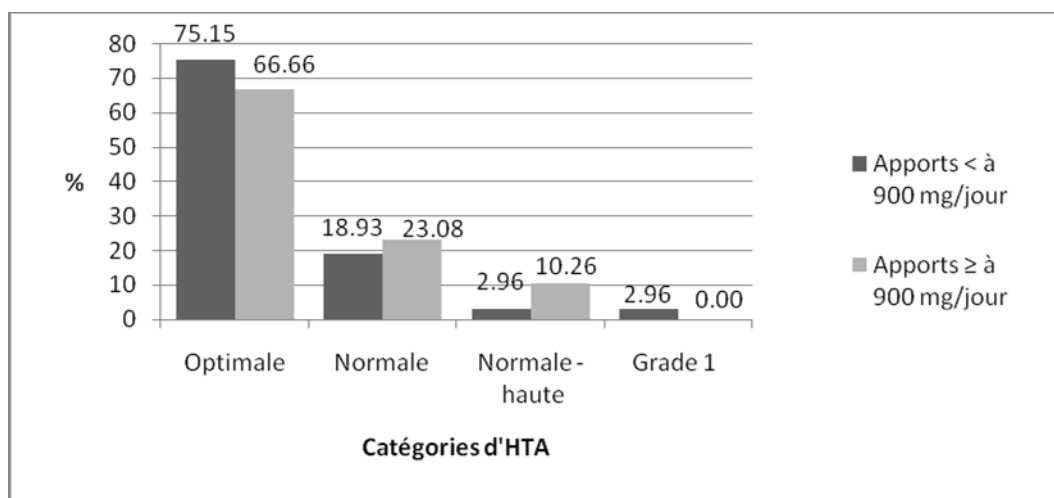
**Figure 28 : Répartition des sujets selon leurs chiffres tensionnels en fonction du sexe**

- **Selon l'IMC** : Les différentes catégories d'HTA ont les mêmes fréquences quel que soit le groupe d'IMC des sujets. Néanmoins, nous notons sans qu'il n'y est de différence significative, que les pressions artérielles extrêmes (pression optimale et celle de grade 1), sont plus rencontrées chez les sujets obèses (figure 29, tableau 46 en annexe 08).



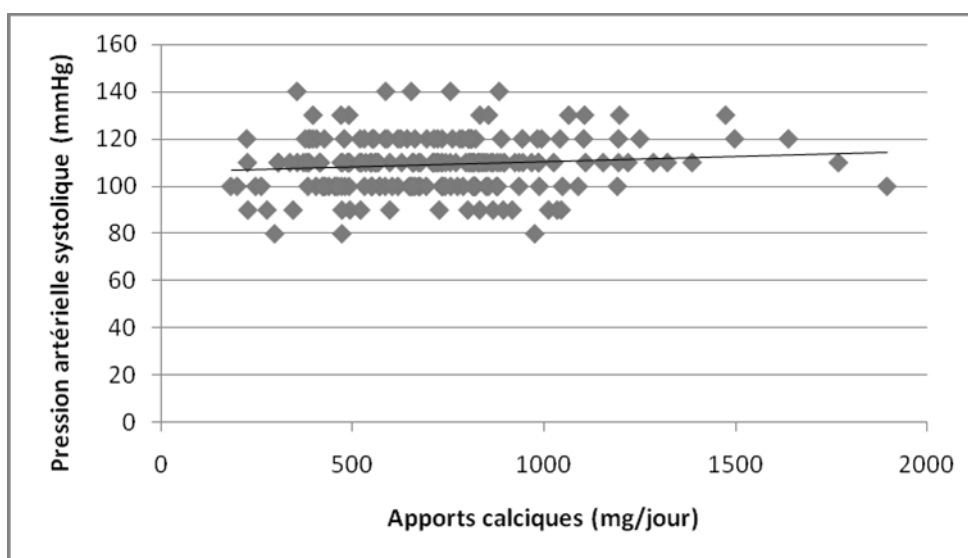
**Figure 29 : Répartition des sujets selon les chiffres tensionnels suivant l'état pondéral**

- **Selon l'apport calcique** : Il en ressort aucune différence significative par rapport aux différentes classes d'HTA. Malgré cela, aucun des sujets ayant des apports calciques supérieurs ou égaux à 900 mg/jour n'a une pression de grade 1 (figure 30, tableau 47 en annexe 08).



**Figure 30 : Répartition des sujets selon les chiffres tensionnels d'après l'apport calcique**

La prise de la TA nous a permis aussi de voir, si elle a un lien avec les apports calciques journaliers des enquêtés (figure 31). L'une des pressions artérielles devait être prise pour être analysée ; nous avons choisi la PAS. Une corrélation significative a été mise en évidence ( $r=0,1146$ ,  $p=0,000$ ) pour l'ensemble des sujets. Selon le sexe, les PAS des femmes sont corrélées significativement avec leurs apports calciques journaliers ( $r=0,0968$ ,  $p=0,000$ ). Cette corrélation est négative pour les hommes ( $r=-0,0213$ ,  $p=0,000$ ). Selon l'état pondéral, nous avons également constaté des corrélations positivement significatives entre les PAS et les apports calciques quotidiens des normo pondéraux ( $r=0,1025$ ,  $p=0,000$ ), des surpoids ( $r=0,1251$ ,  $p=0,000$ ) et des obèses ( $r=0,2474$ ,  $p=0,021$ ). Quant à l'apport calcique journalier, nous avons enregistré aussi des corrélations significatives avec les sujets ayant un apport calcique inférieur à 900 mg ( $r=0,1012$ ,  $p=0,000$ ) et ceux dont l'apport est supérieur ou égal à cette limite ( $r=0,2061$ ,  $p=0,000$ ).



**Figure 31 : Relation entre les apports alimentaires journaliers en calcium et la pression artérielle systolique chez les sujets enquêtés**

## II. 5. Dosage de l'hématocrite et de la calcémie

Cette dernière rubrique de notre enquête nutritionnelle, porte sur des examens du sang. Nous présentons, les résultats d'analyses de l'hématocrite et du calcium ionisé, effectués sur le sous échantillon des 208 sujets.

### II. 5. 1. Hématocrite

Les résultats sont présentés pour la totalité de la population étudiée et par sexe, d'après leur corpulence et selon l'apport calcique global.

- **Echantillon total et selon le sexe** : Pour l'ensemble de la population et à titre indicatif, les valeurs de l'hématocrite varie de 0,24 à 0,51 avec une moyenne de  $0,38 \pm 0,06$  (tableau 48). Approximativement, deux femmes sur cinq (39,52%, soit 49 femmes) ont un taux d'hématocrite inférieur à 0,35. Alors qu'un garçon sur quatre (25,00%, soit 21 hommes) a un taux inférieur à 0,41.

**Tableau 48 : Valeurs d'hématocrite chez les sujets étudiés en fonction du sexe**

	Total (N=208)		Femmes (N=124)		Hommes (N=84)	
	m ± ET	[min-max]	m ± ET	[min-max]	m ± ET	[min-max]
<b>Hématocrite</b>	$0,38 \pm 0,06$	[0,24-0,51]	$0,35 \pm 0,05$	[0,24-0,45]	$0,43 \pm 0,04$	[0,28-0,51]

- **Selon l'IMC** : Les taux d'hématocrite sont significativement les mêmes.

**Tableau 49 : Valeurs d'hématocrite chez les sujets étudiés en fonction de l'état pondéral**

	Normo pondéraux (N=155)		Surpoids (N=44)		Obèses (N=09)	
	m ± ET	[min-max]	m ± ET	[min-max]	m ± ET	[min-max]
<b>Hématocrite</b>	$0,38 \pm 0,06$	[0,24-0,50]	$0,39 \pm 0,06$	[0,25-0,51]	$0,38 \pm 0,05$	[0,31-0,47]

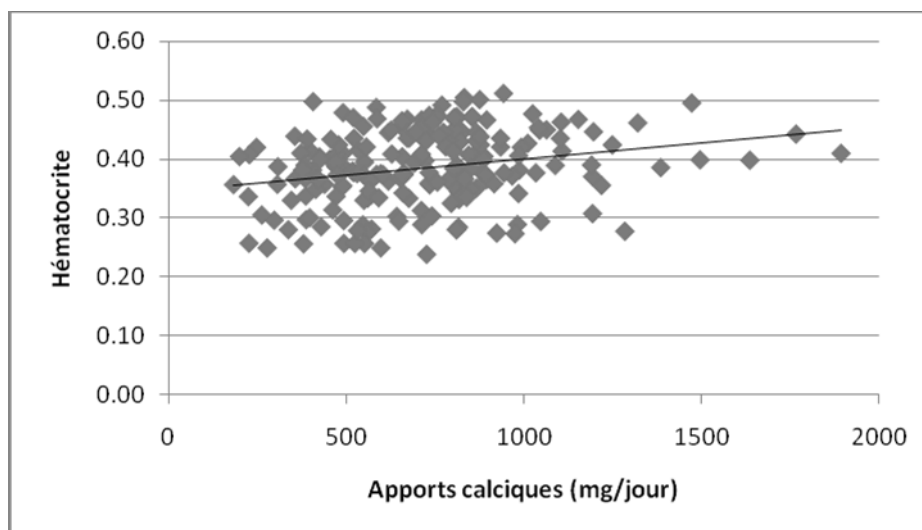
- **Selon l'apport calcique** : Selon l'apport calcique journalier des sujets (issu du quatrième rappel des 24 h), aucune différence significative n'a été constatée entre ces deux catégories de sujets ( $p=0,062$ ). Bien que les sujets ayant des apports inférieurs à 900 mg de calcium par jour paraissent avoir des taux d'hématocrite moins élevé, en comparaison, avec ceux dont les apports sont supérieurs ou égaux à cette marge (tableau 50).

**Tableau 50 : Valeurs d'hématocrite chez les sujets étudiés en fonction de l'apport calcique**

	Apports < à 900 mg/jour (N=169)		Apports ≥ à 900 mg/jour (N=39)	
	m ± ET	[min-max]	m ± ET	[min-max]
<b>Hématocrite</b>	$0,38 \pm 0,06$	[0,24-0,50]	$0,40 \pm 0,06$	[0,27-0,51]

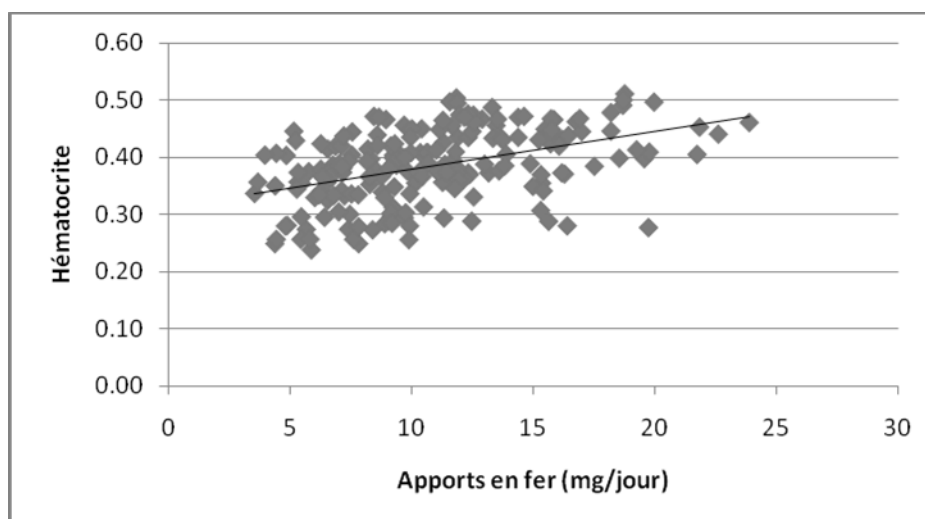
Dans la recherche de lien entre hématocrite et apports en calcium, nous avons trouvé une corrélation significative ( $r=0,2474$ ,  $p=0,000$ ) pour l'ensemble des sujets enquêtés (figure 32). Selon le sexe, cette corrélation est significative pour les femmes entre hématocrite et apports calciques ( $r=0,0434$ ,  $p=0,000$ ) et pareillement pour les hommes ( $r=0,0100$ ,  $p=0,000$ ).





**Figure 32 :** Relation entre les apports journaliers en calcium et l'hématocrite chez les sujets étudiés

Nous avons aussi tenté de voir s'il y a un lien entre hématocrite et apport en fer. Après analyses, nous avons trouvé une corrélation significative pour l'ensemble du sous échantillon ( $r=0,4462$ ,  $p=0,000$ ), comme illustré dans la figure 33. En analysant selon le sexe, ces corrélations sont aussi significatives pour les femmes ( $r=0,1909$ ,  $p=0,000$ ) et pour les hommes ( $r=0,1997$ ,  $p=0,000$ ).



**Figure 33 :** Relation entre les apports journaliers en fer et l'hématocrite chez les sujets étudiés

## II. 5. 2. Calcémie

L'analyse par photomètre de flamme du calcium ionisé, dans la population enquêtée (N=208) a révélé les résultats ci-dessous.

- **Echantillon total et selon le sexe :** Pour l'ensemble des étudiants ayant subi un prélèvement, la calcémie a été chiffrée à 1,10 mmol/L (soit 44,03 mg/L) en moyenne, avec des extrêmes allant de 1,09 à 1,13 mmol/L (soit 43,78 à 45,32 mg/L). Les valeurs de la calcémie sont les mêmes quel que soit le sexe ( $p=0,000$ ), comme montré dans le tableau 51.

**Tableau 51 :** Valeurs de la calcémie chez les sujets étudiés selon le sexe

	Total (N=208)		Femmes (N=124)		Hommes (N=84)	
	m ± ET	[min-max]	m ± ET	[min-max]	m ± ET	[min-max]
<b>Calcémie (mmol/L)</b>	1,10 ± 0,00	[1,09-1,13]	1,10 ± 0,00	[1,10-1,13]	1,10 ± 0,00	[1,09-1,13]

- Selon l'IMC : D'après le tableau 52, les valeurs de la calcémie sont quasiment identiques ( $p=0,000$ ).

**Tableau 52 : Valeurs de la calcémie chez les sujets étudiés en fonction de l'état pondéral**

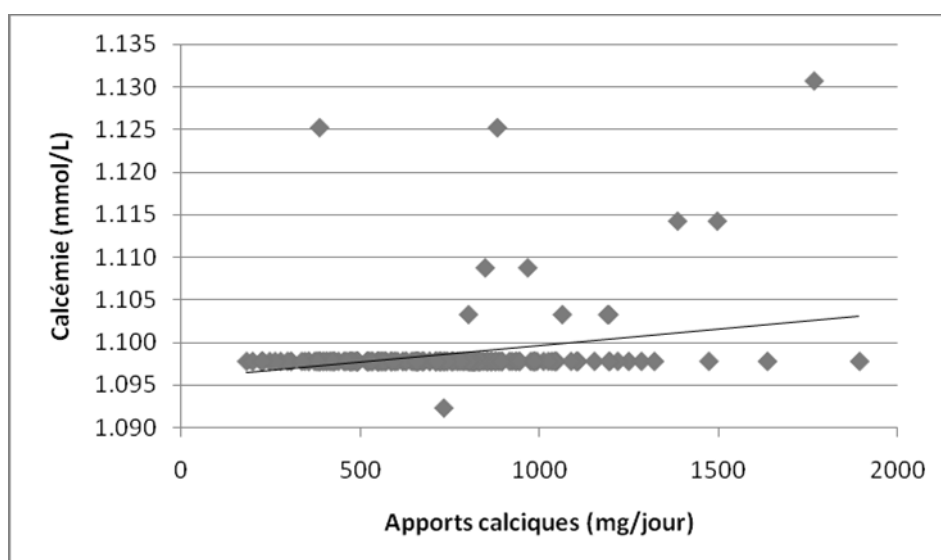
	Normo pondéraux (N=155)		Surpoids (N=44)		Obèses (N=09)	
	m ± ET	[min-max]	m ± ET	[min-max]	m ± ET	[min-max]
<b>Calcémie (mmol/L)</b>	1,10 ± 0,00	[1,09-1,13]	1,10 ± 0,01	[1,10-1,13]	1,10 ± 0,00	[1,10-1,10]

- Selon l'apport calcique : Après analyse (tableau 53), nous avons aussi constaté que les valeurs du calcium sanguin sont significativement les mêmes ( $1,10 \pm 0,00$  mmol/L vs  $1,10 \pm 0,01$  mmol/L,  $p=0,000$ ).

**Tableau 53 : Valeurs de la calcémie chez les sujets étudiés en fonction de l'apport calcique**

	Apports < à 900 mg/jour (N=169)		Apports ≥ à 900 mg/jour (N=39)	
	m ± ET	[min-max]	m ± ET	[min-max]
<b>Calcémie (mmol/L)</b>	1,10 ± 0,00	[1,09-1,13]	1,10 ± 0,01	[1,10-1,13]

Les apports en calcium de nos enquêtés (calculés du quatrième rappel des 24 h) sont significativement corrélés aux valeurs de la calcémie, comme illustré dans la figure 36 ( $r=0,2741$ ,  $p=0,000$ ). De même, il y a une corrélation positive pour les femmes ( $r=0,1942$ ,  $p=0,000$ ), ainsi que pour les hommes ( $r=1,0000$ ,  $p=0,000$ ). Nous avons également observé une corrélation significative entre ces deux variables, pour les normo pondéraux ( $r=0,2642$ ,  $p=0,000$ ) et pour les sujets en surcharge pondérale ( $r=0,2926$ ,  $p=0,000$ ), mais pas de corrélation entre les apports calciques et les valeurs de la calcémie pour les sujets obèses. Selon l'apport calcique, une corrélation significative apparaît aussi pour ceux dont l'apport est inférieur à 900 mg de calcium par jour ( $r=0,0388$ ,  $p=0,000$ ) et pour les sujets ayant l'apport supérieur ou égal à cette marge ( $r=0,4811$ ,  $p=0,000$ ).



**Figure 34 : Relation entre les apports journaliers en calcium et la calcémie chez les sujets étudiés**

# Discussion

Dans ce qui suit, nous discutons les résultats des données de la première partie de l'enquête nutritionnelle (partie A), effectuée sur 418 jeunes adultes.

## **I. Enquête nutritionnelle**

### **I. 1. Population étudiée**

Dans la population enquêtée, il y a une prédominance féminine avec 59,81%. Toutefois, les hommes sont plus âgés que les femmes ( $22,11 \pm 1,94$  ans vs  $21,67 \pm 2,20$  ans,  $p=0,036$ ).

La répartition selon le lieu de résidence, montre qu'il y a plus de sujets résidents en cités universitaires (53,35%), et ceci quelque soit le sexe. Les femmes et les hommes résidents représentent respectivement 31,82% vs 21,53% ( $p=0,018$ ), et ceux non résidents 27,99% vs 18,66% ( $p=0,025$ ). Là aussi, les femmes se distinguent significativement des hommes.

### **I. 2. Caractéristiques anthropométriques**

En 2005, l'indice de masse corporelle (IMC) de la population algérienne féminine, âgée de 15 ans et plus était de  $24,6 \text{ kg/m}^2$ . En 2010, cette valeur est passée à  $25,1 \text{ kg/m}^2$  (**WHO, 2010a**). L'IMC des femmes de notre échantillon est de  $23,45 \pm 3,24 \text{ kg/m}^2$ .

L'IMC de la population algérienne masculine âgée de 15 ans et plus était de  $23,5 \text{ kg/m}^2$  en 2005, alors qu'en 2010 il est de  $23,8 \text{ kg/m}^2$  (**WHO, 2010a**). Pour les hommes de notre enquête, il est de  $22,99 \pm 2,79 \text{ kg/m}^2$ .

Globalement, nos valeurs se rapprochent de ces références et ceci pour les deux sexes.

D'autre part, bien qu'il n'y ait pas de différence significative, les hommes normo pondéraux sont majoritaires par rapport aux femmes (78,75% vs 71,20%,  $p=0,091$ ).

D'après les données fournies par le **WHO (2010a)**, l'incidence du surpoids incluant l'obésité ( $\text{IMC} \geq 25,00 \text{ kg/m}^2$ ), chez la population algérienne féminine, âgée de 15 ans et plus était de 45,6% en 2005, alors qu'elle est de 49,4% en 2010. Pour les hommes adultes ceci représente chronologiquement 34,1% et 37,4%. Chez notre population d'enquêtée, la surcharge pondérale incluant l'obésité des femmes (28,80%) et des hommes (21,43%), sont des valeurs éloignées de celles fournies par la littérature.

Pour ce qui est de l'obésité, les données statistiques du **WHO (2010a)**, indiquent qu'en 2005, son incidence chez la population de femmes et d'hommes algériens (âgée de 15 ans et plus) est respectivement de 13,6% et de 5,2%. Alors qu'elle passe à 16,2% et 6,4% en 2010. Comparativement à nos résultats, ces taux sont aussi éloignés, où l'obésité chez les femmes enquêtées est de 4,80% et pour le sexe opposé est de 2,98%.

D'après notre enquête et sans qu'il y est de différence significative, nous constatons que les femmes ont tendance à être plus en surpoids et obèses que les hommes.

### **I. 3. Apports alimentaires**

Plusieurs techniques permettent d'évaluer le mode d'alimentation d'une personne ou d'un groupe de personnes. Lorsqu'il s'agit d'évaluer les rations consommées en calories et en nutriments, les enquêtes de consommation sont les plus utilisées (**DEBRY, 1979 ; GRUSON et ROMON, 2008**).

Dans ce volet, nous discutons les résultats d'analyse du rappel des 24 h, méthode qui a servi à déterminer les apports alimentaires de notre population enquêtée (418 sujets).

#### **I. 3. 1. Apports énergétiques**

Les apports en énergie conseillés pour des femmes et hommes adultes, ayant des activités habituelles comme celle de la majorité de la population sont respectivement de 2 500 et 2 700 kcal/jour (**MARTIN, 2001**). Pour 84,80% soit 212 femmes, les apports en énergie sont en dessous des recommandations ( $1956,60 \pm 633,50$  kcal/jour). Alors que seulement près d'un garçon sur trois (35,71% soit 60 hommes) ont des apports énergétiques en dessous des apports nutritionnels conseillés (ANC). Cela paraît évident que la ration alimentaire des hommes enquêtés couvrent leurs besoins en énergie, bien mieux que les femmes.

A l'égard de la répartition des calories, les glucides ont apporté 61,64% de l'apport énergétique quotidien total (AEQT), les protéines 13,96% et les lipides 24,40%. Selon **MARTIN (2001)**, les apports en hydrates de carbone doivent être de 50 à 55% de l'énergie totale ingérée, les protéines de 11 à 15% et les lipides de 30 à 35%. Bien que pour ce dernier, **LEGRAND (2010)** recommande que les ANC des lipides soient fixés entre 35 et 40% de l'AEQT. Selon ce même auteur, c'est la quantité d'énergie totale et non la teneur en lipides du régime qui est très généralement corrélée aux diverses maladies liées à l'alimentation. Dans notre étude, les glucides ont apportés plus de 55% de l'AEQT et ceci est au dépend des lipides (24,40%). D'après le même auteur cité précédemment, il indique également, que la forte diminution de la part des lipides en deçà de 35% de l'AEQT, au profit des glucides, n'induit au mieux aucun bénéfice en termes de réduction du risque de pathologie. Pour ce qui est des protéines, le pourcentage enregistré est estimé correct (13,96%). Au total, seulement 9,57% des sujets enquêtés (soit 40 personnes) ont des apports énergétiques autour des limites recommandées.

#### **I. 3. 2. Apports en macronutriments**

Les glucides sont plus consommés par les hommes que par les femmes ( $p=0,000$ ), vu que leurs apports énergétiques totaux sont significativement supérieurs ( $p=0,000$ ) et où les glucides apportent plus de 55% de l'AEQT. Mais aussi que la fréquence de consommation des produits

sucrés (gâteaux et pâtisserie) est significativement supérieure chez les hommes que chez la population féminine ( $0,59 \pm 0,46$  fois/jour vs  $0,48 \pm 0,38$  fois/jour,  $p=0,008$ ).

Les ANC pour les fibres sont de 30 g/jour (**LAIRO** et coll., 2001). Leur consommation se situe en dessous de ces apports recommandés pour les femmes ( $19,69 \pm 8,97$  g/jour), mais pas pour les hommes qui semblent en concordance ( $31,30 \pm 12,66$  g/jour).

La quantité moyenne apportée en protéines animales (PA) peut être considérée comme insuffisante du fait que 69,62% des sujets ont un rapport PA sur protéines végétales (PV) inférieur à un. Les protides animaux assurent l'apport en acides aminés indispensables, c'est pour cette manière qu'ils doivent être apportés dans les mêmes proportions que les protéines d'origine végétale (**COMELADE**, 1995). La combinaison des céréales avec les légumineuses permet aussi un apport complet en acides aminés essentiels.

Nos résultats montrent également que l'équilibre alimentaire au niveau du rapport lipides animaux sur lipides végétaux n'est pas respecté pour 75,84% (soit 317 sujets). Ce rapport doit être égal à un, afin d'assurer l'apport en vitamines liposolubles et en acides gras indispensables (**COMELADE**, 1995 ; **JEANTET** et coll., 2006).

L'alimentation des interrogés couvre en moyenne 12,98% d'acides gras saturés (AGS), 10,03% d'acides gras mono insaturés (AGMI) et 2,49% d'acides gras poly insaturés (AGPI). Pour les AGS, cette valeur est légèrement supérieure aux recommandations qui sont de maintenir un taux inférieur à 12% de l'AEQT (**LEGRAND**, 2010). Cependant **SIRI-TARINO** et coll. (2010), indiquent que l'absence de lien établi entre les AGS et le risque cardio-vasculaire, confirme la nécessité d'une approche nouvelle des recommandations en AGS. Quant aux AGMI et AGPI les apports de nos sujets sont en dessous des recommandations de **LEGRAND** (2010) qui sont respectivement de 20% et 5% de l'AEQT.

Le rapport AGPI/AGS moyen chez nos sujets est de 0,32 au lieu de la valeur recommandée qui doit être égal à un, et ceci pour la quasi-totalité des sujets 97,13% (406 sujets).

Les apports moyens en cholestérol sont de  $794,73 \pm 1900,49$  mg/jour. Le mode étant de 42,5 mg/jour et la médiane correspond à 239,33 mg/jour. Cette distribution est décalée vers les apports inférieurs à la moyenne. A juste titre, 251 sujets (60,05%) dont 170 femmes et 81 hommes ont des apports en cholestérol inférieurs aux recommandations qui sont de 300 mg/jour (**LEGRAND** et coll., 2001).

### **I. 3. 3. Apports en micronutriments**

Pour ce qui est des minéraux, dans cette étude nous avons exclu les résultats des apports se rapportant au sodium et au potassium, car selon **McARDLE** et coll. (2004), leur consommation est en général largement supérieure aux besoins et de ce fait aucun ANC précis ne

peut être proposé. Pour ce qui est des vitamines, nous avons exposé que celles les plus analysées dans ce genre d'enquête nutritionnelle, en somme les vitamines A, C, D et B9.

**- Minéraux :**

L'analyse des apports nutritionnels de calcium montre des disparités non négligeables selon le sexe. En effet, les apports quantitatifs (en mg) sont globalement supérieurs chez les hommes (différence significative). Selon l'état pondéral et sans qu'il n'y est de différence significative, les obèses paraissent ceux dont les apports en calcium se penchent plus en dessous des recommandations. Les ANC pour le calcium sont de 900 mg/jour (**GUEGUEN, 2001**). La moyenne des apports en calcium chez l'ensemble de nos sujets, est en dessous de ces recommandations ( $702,65 \pm 311,79$  mg/jour). Nos chiffres se rapprochent 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 que la ration calcique était estimée à  $747,8 \pm 364,8$  mg/jour.

Globalement 80,62% de nos sujets n'arrivent pas à atteindre les ANC en calcium. Parmi ces jeunes adultes, nous distinguons 87,60% de femmes (soit 219 sujets féminins) et 70,24% d'hommes (118 sujets masculins). Selon l'état pondéral, 78,71% soit 244 normo pondéraux, 83,52% soit 76 sujets en surcharge pondérale et la totalité des obèses. Une étude tunisienne de **GHARBI et coll. (2003)** effectuée sur 130 étudiants universitaires, âgés de 19 à 25 ans, a permis de découvrir que 89% des sujets ont un apport calcique inférieur à 900 mg/jour. Nos travaux sur cette tranche d'âge étudiée ont eu des résultats proches de cette valeur trouvée par les tunisiens.

En puisant dans la littérature, c'est avec seulement ces deux études (marocaine et tunisienne) que nous avons pu comparer nos résultats par rapport au calcium et pour la tranche d'âge étudiée. Les autres travaux de pays voisins et étrangers traitent de nourrissons (**FANTINO et GOURMET, 2008**), d'enfants (**HACHER et coll., 1999 ; CARRUTH et SKINNER, 2001 ; MALLETT et coll., 2005 ; LYNCH et coll., 2007**), d'adolescents (**ABRAMS et STUFF, 1994 ; DANSOU et coll., 2000 ; HUANG et McCRORY, 2005 ; MOORE et coll., 2007**), de femmes enceintes (**JANAKIRAMAN et coll., 2003**) et de femmes ménopausées (**FARDELLONE et coll., 1998 ; BENNOUNA, 2005 ; BOLLAND et coll., 2008**). En Algérie, les apports calciques calculés se limitent uniquement dans des études sur des enfants (**OULAMARA, 2006**) et des femmes enceintes (**TOUATI-MECHERI et coll., 2007**).

Plusieurs études ont examiné la relation inverse entre consommation de calcium et IMC. Aux Etats-Unis, l'équipe de ZEMEL a conduit une série de travaux dans ce domaine en partant initialement du modèle de souris agouti. **ZEMEL et coll. (2000)** ont montré chez cet animal, que des régimes pauvres en calcium entraînent l'augmentation du calcitriol et de la parathormone provoquant une augmentation de l'entrée de calcium dans l'adipocyte et stimulant ainsi la lipogenèse intra-adipocytaire. D'un autre côté, chez les souris aP2-agouti transgéniques, un

régime riche en calcium provoque l'effet opposé. Il permet d'atténuer l'accumulation des lipides par les adipocytes en augmentant la lipolyse et de limiter la prise de poids (**XUE et ZEMEL, 2000 ; SHI et coll., 2001**).

Afin de déterminer si ces données de physiopathologie principalement obtenues chez l'animal peuvent avoir une signification chez l'homme, l'équipe de ZEMEL a repris les données de l'étude de la National Health and Nutrition Examination Survey III. Elle a pu ainsi être montré indépendamment sur 380 femmes et 7114 hommes, une relation inverse entre la consommation journalière de calcium et la masse grasse (**LAVILLE, 2005**).

En 2000, DAVIES a montré également une relation inverse entre IMC et apport en calcium dans quatre études. Il a trouvé que la prise d'une quantité de 1 g de calcium par jour entraîne une perte de poids (**LAVILLE, 2005**). Ceci rejoint les travaux de **ZEMEL et MILLER (2004)**, où ils ont confirmé sur 11 adultes obèses l'utilité d'un régime riche en calcium pour accélérer la perte de poids durant une période de 6 mois.

L'étude canadienne de **JACQMAIN et coll. (2003)**, confirme la relation inverse entre apport calcique et masse grasse. Cette étude pratiquée sur des adultes âgés de 20-65 ans (235 femmes, 235 hommes), apporte des arguments en faveur d'un effet bénéfique du calcium alimentaire sur le profil lipidique.

Notre étude est en accord avec ces travaux. Au niveau de l'ensemble des sujets, des corrélations faibles mais significatives ont été trouvées. Toutefois, ces relations sont plus marquées chez les sujets en surcharge pondérale et obèses. Toutes ces corrélations sont négatives, c'est-à-dire plus l'apport en calcium est élevé, plus l'IMC a tendance à s'infléchir. Sauf pour les normaux pondéraux, du fait que le coefficient de régression est faible est s'étend plus vers le zéro ( $r=0,0149$ ), mais ceci semble ne pas rendre compte de la réalité et l'hétérogénéité entre les sujets sur ce point.

Les apports moyens en phosphore sont couverts pour 358 sujets (85,65%). Les recommandations étant de 750 mg/jour. Le rapport calcium sur phosphore est inférieur à 0,7 pour 297 sujets, soit 71,05%. Cet équilibre doit être maintenu stable, du fait que ces deux éléments minéraux, sont physiologiquement solidaires (**COMELADE, 1995**).

Les apports moyens en magnésium de l'ensemble des sujets enquêtés ( $279,69 \pm 106,73$  mg/jour), sont en dessous des recommandations de 350 mg/jour. Nous remarquons que seuls les apports des hommes en sont proches ( $345,11 \pm 107,87$  mg/jour).

Le magnésium permet la fixation du calcium dans l'organisme et évite une toxicité pour le cœur. Ce couple indissociable dont le rapport doit être de deux sur un dans l'organisme (**GAYET et CAZEL, 2002**) est dans notre étude de  $2,63 \pm 0,96$  en moyenne pour la totalité des interrogés. Seul 30,62% (soit 128 sujets) ont des rapports inférieurs à deux.



L'apport recommandé en fer est de 16 mg/jour pour les femmes adultes et 9 mg/jour pour les hommes adultes (**COUDRAY et HERCBERG, 2001**). Chez nos sujets féminins, la moyenne étant de  $9,32 \pm 3,86$  mg/jour, alors que celle des sujets masculins est de  $14,73 \pm 5,74$  g/jour. Comme nous pouvons le constater, les femmes sont en dessous des recommandations, contrairement aux hommes. Seulement 12 femmes (soit 4,80%) arrivent à atteindre ces ANC, tandis que 25 hommes (soit 14,88%) ne rejoignent pas la marge des 9 mg/jour.

#### **- Vitamines :**

Des apports insuffisants en vitamine A ont été constaté chez les femmes (318,18 µg/jour) et chez les hommes (542,72 µg/jour), en comparaison avec les ANC de **AZAÏS-BRAESCO et GROLIER (2001)** qui sont respectivement de 600 µg/jour et 800 µg/jour.

Les recommandations pour la vitamine C sont de 110 mg/jour pour les adultes (**BIRLOUEZ-ARAGON et coll., 2001**). La population féminine est en dessous de ces ANC (75,41 mg/jour), à l'opposé de la population masculine (113,67 mg/jour). En fonction de l'état pondéral, les apports sont aussi en dessous des conseils recommandés.

Dans notre étude, les apports en vitamine D de l'ensemble des sujets, sont en moyenne de 1,38 µg/jour. Pour les femmes, ils sont de 1,25 µg/jour et pour les hommes de 1,56 µg/jour. Les ANC pour les adultes de sexe féminin ou masculin sont de 5 µg/jour (**GARABEDIAN, 2001**). Vraisemblablement, les apports de nos sujets sont faibles. Seulement 19 enquêtés (soit 4,55%) arrivent à atteindre les apports recommandés. Parmi eux, nous trouvons 9 femmes (3,6%) et 10 hommes (5,95%). D'après l'état pondéral, 16 normo pondéraux (5,16%) parviennent à atteindre 5 µg de vitamine D par jour et même plus et seulement trois en surpoids (3,30%). Tous les obèses ont des apports en cette vitamine en dessous des ANC.

Pour ce qui est des apports en acide folique, les recommandations sont de 300 µg/jour pour les femmes adultes et 330 µg/jour pour les hommes adultes (**POTIER DE COURCY et coll., 2001**). Les apports apportés par l'alimentation des sujets féminins sont insuffisants (211,83 µg/jour), alors que les apports des sujets de sexe opposé sont corrects (336,73 µg/jour).

### **I. 3. 4. Répartition des apports journaliers en calcium par repas**

En Algérie (et particulièrement en milieu urbain), les habitudes de consommation alimentaire comprennent trois repas par jour avec souvent une collation en milieu d'après-midi (**FAO, 2005**).

C'est ainsi, que nous avons divisé les prises alimentaires journalières des sujets, en trois principaux repas (petit-déjeuner, déjeuner et dîner). Nous avons ajouté à cela le goûter et deux

collations (avant déjeuner et après dîner), afin de couvrir l'ensemble des prises alimentaires de nos sujets et ainsi, tous les aliments et boissons consommés la veille de l'interview.

L'analyse de la répartition de la ration calcique entre les différentes prises alimentaires révèle qu'il n'y a aucune différence significative entre les deux sexes, les trois classes d'IMC et selon l'apport calcique.

Globalement, les trois principaux repas sont ceux qui contribuent le plus à l'apport calcique quotidien. Tout spécialement le petit déjeuner, du au fait à sa composition, notamment en lait (tout type confondu) et que 24 h avant l'entretien (soit le jour considéré) 75,84% (soit 317) des enquêtés ont pris du lait au petit déjeuner.

Le goûter est également une prise alimentaire participant à l'apport calcique après le petit déjeuner, le déjeuner et le dîner. Là aussi, la consommation de lait fait partie des habitudes alimentaires de nos enquêtés, mais en quantité moindre que dans le petit déjeuner. Nous avons observé que sur les 418 interrogés, 171 sujets (40,91%) prennent du lait au goûter, mais en quantité moindre qu'au petit déjeuner (63,21 mL vs 130,99 mL,  $p=0,000$ ).

Les collations matinales et du soir participent également à l'apport calcique journalier. Lors des interviews, nous avons constaté que ces prises pouvaient être composées d'aliments apportant du sucre et des graisses (type gâteaux et pizza), de boissons sucrées (jus et sodas), mais aussi d'eau (minérale ou celle du robinet). Comme nous l'avons vu dans notre recherche bibliographique, l'eau de boisson est une source de calcium non négligeable.

### **I. 3. 5. Sources alimentaires de calcium**

Le lait et produits dérivés sont le groupe qui contribuent le plus à l'apport calcique quotidien (46,49% soit  $356,41 \pm 251,12$  mg/jour). Le lait apporte à lui seul 30,17% (soit 231,78 mg/jour) de cette valeur. **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). Nos résultats indiquent que les produits lactés contribuent le plus à l'apport journalier en calcium.

Notons également, que pour les sujets ayant un apport supérieur ou égal à 900 mg de calcium par jour, le lait et produits dérivés représentent une source alimentaire importante en calcium par rapport à ceux dont les apports sont inférieurs à 900 mg/jour.

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 (Cér, Lég, Féc), le groupe des corps gras et produits sucrés (CGPS) et le groupe de l'eau et boissons sucrées (EBS), avec respectivement 17,24%, 13,45% et 13,38%. Si nous prenons en compte individuellement chaque composant de ces groupes, nous nous

apercevons que les céréales apportent à elles seules 12,73% de l'apport calcique journalier. Ceci paraît logique, du fait que, les céréales constituent la base de notre alimentation (**FAO, 2005**). L'apport en calcium issu du groupe des CGPS ne reflète que la composition en ingrédients des aliments de ce groupe (particulièrement gâteaux et pâtisseries), autrement dit en lait et donc en calcium. Une source en ce nutriment non négligeable est aussi apportée par l'eau avec 9,92%. Selon **CONSTANT et HAWILI (2011)**, dans le cadre d'une alimentation équilibrée, l'eau de boisson constitue une source naturelle de minéraux particulièrement calcium et magnésium, qui peuvent exercer un effet bénéfique sur la santé.

Le groupe des fruits et légumes (FL) et celui des viandes, poissons, œufs et charcuteries (VPOC) sont les deux groupes qui apportent le moins de calcium dans la ration alimentaire, avec dans l'ordre 5,16% et 4,28%.

#### **I. 4. Fréquence de consommation habituelle des aliments**

Dans cette partie, nous discutons les résultats les plus significatives en rapport à l'alimentation relevée par rappel des 24 h. La fréquence de consommation habituelle du groupe lait et produits dérivés est de l'ordre de  $2,38 \pm 1,00$  fois/jour. Cette moyenne se rapproche des repères de consommation internationaux du programme nationale nutrition santé (PNNS) lancé en 2001 et le deuxième en 2006, où il est estimé qu'il faut consommer trois produits laitiers par jour (**JOURDAIN-MENNINGER et coll., 2010**).

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, le l'ben (lait fermenté écrémé) est le moins consommé dans ce groupe de produits lactés, car c'est un aliment consommé seulement occasionnellement, en raison de son coût élevé (**FAO, 2005**).

D'un autre côté, nous avons constaté que la fréquence de consommation habituelle des laitages est associée fortement et positivement à l'apport calcique de nos sujets ( $r=0,4340$ ,  $p<0,000$ ), quel que soit le sexe ou l'état pondéral.

Dans le groupe Cér, Lég, Féc, le pain (ou galette) est le plus consommé, par le fait qu'il est l'aliment venant en premier lieu dans notre mode de consommation, non seulement car c'est un produit céréalier (**FAO, 2005**), mais aussi que c'est un aliment de base à coût modéré en comparaison avec d'autres denrées alimentaires.

D'après les résultats de cette enquête, nous constatons que la fréquence de consommation des VPOC ne suit pas une consommation uniforme comme pour les autres groupes, où nous trouvons au moins un aliment en moyenne consommé quotidiennement. Les faibles fréquences des viandes rouges et blanches s'expliquent essentiellement par leur coût élevé, malgré leur

disponibilité sur le marché. Le poisson est l'aliment le moins consommé. Les raisons de cette faible consommation sont un approvisionnement très irrégulier dans les marchés et un coût élevé.

En Algérie, selon le Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural (1988) cité par la **FAO (2005)**, les légumes sont disponibles toute l'année grâce aux cultures sous serres. Les fruits sont généralement disponibles du printemps à l'automne, mis à part les agrumes, disponibles en automne et hiver. D'après nos propres constatations, actuellement sur nos marchés la presque majorité des légumes et fruits perdurent toute l'année, même pour ceux saisonniers. Le problème est encore une fois leur coût. Résultats des faits, même si leur consommation est quotidienne, le nombre de légumes et fruits consommés par jour reste bas pour nos sujets ( $2,42 \pm 1,18$  fois/jour en moyenne). D'où une source moindre en calcium comme nous l'avons vu précédemment et un apport faible en fibres pour les femmes. De surcroît, les repères internationaux qui sont de manger au moins cinq fruits et légumes par jour (**JOURDAIN-MENNINGER et coll., 2010**) ne sont pas atteints.

Une étude du STEP-WISE de l'OMS (2003) réalisée en Algérie (**OMS, 2005**) sur 1427 adultes (510 hommes et 917 femmes), âgés de 25 à 34 ans a révélé que plus de 55% de cette population consomment moins de cinq parts de fruits et légumes par jour. Nos résultats indiquent que seulement 3,87% (soit 16 sujets) arrivent à atteindre ces repères.

La fréquence de consommation des CGPS est de  $5,15 \pm 1,89$  fois/jour. Ceci semble vraisemblablement élevé par rapport aux recommandations internationales du PNNS (**JOURDAIN-MENNINGER et coll., 2010**) qui préconisent d'en limiter la consommation. La part importante de ce groupe pourrait être une des causes de l'apparition de surpoids et d'obésité dans cette classe d'âge (18-26 ans). A titre d'exemple, la composition du petit déjeuner en produits gras et sucrés, était pour 26,79% (soit 112 sujets) constituée de viennoiseries, 22,25% (93 interrogés) consommaient de la confiture, 11,72% (49 enquêtés) mangeaient du beurre ou de la margarine et 7,42% (31 sujets) consommaient de l'huile d'olive. Lors de notre enquête, nous avons aussi remarqué que les interviewés avaient tendance à ajouter intentionnellement de l'huile d'olive dans leur plat, en plus des quantités utilisées en cuisson ou pour l'assaisonnement. Près d'un sujet sur quatre (soit 100 sujets) consomment au petit-déjeuner des gâteaux et/ou pâtisserie.

Pour ce qui est de la fréquence de consommation habituelle du groupe EBS, les sujets boivent en moyenne près de cinq fois par jour de l'eau ( $4,74$  fois/jour). Cela rejoint le fait que cette boisson contribue à 9,92% en l'apport calcique journalier de nos sujets questionnés. La fréquence de consommation du café est aussi élevée dans ce groupe avec 350 enquêtés (83,73%) dont 154 sont des hommes (91,67%). D'après nos observations personnelles, ceci s'explique que

ce breuvage est beaucoup consommé lors des examens et/ou en dehors et que la population masculine fréquente plus souvent les cafétérias que la population du sexe opposé.

Une étude algérienne publiée en **2007** par l'**INSTITUT NATIONAL DE SANTE PUBLIQUE (INSP)** sur 32 463 sujets (16 069 femmes et 16 394 hommes) âgés de 35 à 70 ans, a révélée que la consommation alimentaire quotidienne ne respecte pas les recommandations internationales du PNNS pour tous les groupes d'aliments. L'INSP a trouvé que la consommation est particulièrement faible pour les fruits (0,6 fois/jour) et les légumes (0,8 fois/jour) au lieu des cinq portions recommandées. Elle est également faible mais dans une moindre proportion pour les laitages (1,3 fois/jour) et les PA et PV (1,15 fois/jour). En revanche, la consommation des produits gras et sucrés est très élevée (2,7 fois/jour) suivis des céréales (3,8 fois/jour).

Bien que notre population étudiée n'appartienne pas à cette tranche d'âge, nous pouvons dire que la consommation des sujets questionnés reflèterait la consommation de la totalité de la population.

## **I. 5. Etat de santé**

Suite au recueil d'informations concernant cette rubrique, voici ci-dessous nos constatations par rapport aux compléments alimentaires, la distribution des maladies et la pratique d'exercice physique.

### **I. 5. 1. Compléments alimentaires**

La consommation des compléments alimentaires est assez faible (11,48% des sujets), face aux apports alimentaires insuffisants en minéraux et en vitamines de ces jeunes adultes, enregistrés par la méthode d'estimation de la consommation alimentaire. Les sujets consommant des suppléments sous forme protéique (exclusivement des hommes), ont tous pour but de développer leurs muscles et non pas à des fins de corriger un manque d'apport en ce nutriment.

### **I. 5. 2. Distribution des maladies**

Pour ce qui est de la distribution des maladies et/ou affections, nous avons constaté après dépouillement statistique, que la colopathie est le problème majeur rencontré chez cette jeune population d'adultes carencée à 80,62% en calcium. Diverses études épidémiologiques ont trouvées une corrélation inverse entre le risque du cancer du côlon et les apports en calcium et en vitamine D (**HOLT, 1999 ; WOLF, 2002**). La tension artérielle (TA) en dessus des normes (hypertension artérielle ou HTA) est aussi présente chez les différentes catégories de nos enquêtés. D'autres maladies sont observées comme les troubles cardio-vasculaires, augmentation

de la teneur en cholestérol, allergie et/ou intolérance alimentaire, allergie non alimentaire, migraine et problèmes gastriques. Diverses études confirment une corrélation inverse entre la consommation de calcium et la présence de ces maladies/affections. A titre d'exemple en **2002**, selon **McCARRON et REUSSER** le lait possède la faculté de diminuer le risque cardiovasculaire grâce aux stimulateurs de son absorption. **LECERF (2010)** a rapporté que de nombreux constituants des produits laitiers, en premier lieu le calcium, sont susceptibles d'exercer des effets favorables pour une réduction du risque cérébrovasculaire. **ZEMEL (2002)** a rapporté que l'équipe de XUE et coll. (1999 ; 2001) a trouvé que l'augmentation de la concentration en calcium intracellulaire contribuait à faire décroître les réserves triglycérides en inhibant la lipolyse. Toujours en **2002**, **GAYET et CAZEL** ont décrit que les migraines pouvaient être dues à la décalcification des disques intervertébraux cervicaux. Pour ce qui est des problèmes gastriques rencontrés chez nos enquêtés, ils seraient probablement la conséquence d'une consommation non négligeable de légumineuses.

### **I. 5. 3. Pratique d'exercice physique**

Près de 75% de notre population estudiantine pratique une activité sportive. La pratique régulière d'une activité physique retarde le vieillissement du squelette. Indépendamment de l'âge ou du sexe, les adultes qui conservent un mode de vie actif présentent une meilleure masse osseuse que leurs homologues sédentaires (**McARDLE et coll., 2004**). De surcroît, il est recommandé de pratiquer au moins l'équivalent d'une demi-heure de marche rapide chaque jour (**JOURDAIN-MENNINGER et coll., 2010**).

Dans notre population active, il y a une prédominance masculine pas seulement en pratique mais aussi en durée. Selon l'état pondéral, ce sont les obèses (47,06%) qui exercent le moins une activité physique. Le reste de cette catégorie pratique certes de l'exercice physique, mais en fréquence et en durée moindre que les sujets normo pondéraux et les surpoids. D'après l'apport calcique, les enquêtés dont les apports sont égaux ou dépassent les 900 mg/jour pratiquent le plus d'exercice physique.

Il est bien démontré que l'exercice physique augmente le capital osseux de l'organisme. En effet, dans un bon nombre de cas, l'effort physique provoque une augmentation de la densité minérale de l'os, que ce soit chez le sujet jeune ou le sujet ayant dépassé le stade de maturité osseuse (**GUEZENNEC, 1996**). En outre, **DOYLE et coll. (1970)** ont trouvé une corrélation positive et très forte entre la teneur minérale de l'os et le poids du muscle correspondant. Le rôle important des sollicitations mécaniques est illustré par le travail de **PIRNAY et coll. (1987)** qui montre que chez 10 joueurs professionnels de tennis, le contenu minéral osseux est en moyenne

de 15% plus élevé au niveau du radius du côté où ils tiennent leur raquette (**GUEZENNEC, 2007**).

La demande fonctionnelle imposée à un os est un facteur déterminant de ses caractéristiques structurelles. En Italie, l'Institut national de la nutrition a étudié, sur deux groupes d'hommes, les effets conjugués de l'apport en calcium et de l'activité physique sur la masse et le métabolisme osseux. En vérifiant la grandeur, la section osseuse et le stade de maturation, ils ont constaté que la densité minérale osseuse des bras et des jambes du groupe sédentaire était nettement inférieure à celle du groupe actif. L'activité physique, plus que l'apport en calcium, semble intervenir sur la densité osseuse (**BRANCA, 1997**).

## **I. 6. Examen clinique relatif au niveau de la calcémie**

Les signes cliniques sont souvent le mode de découverte de l'hypercalcémie ou de l'hypocalcémie (**LE JEUNNE, 2007**).

Comme nous l'avons constaté dans la littérature, les signes de défaut par carence ou par excès d'apport calcique peuvent s'entremêler, tels que la constipation ou présence de nodules thyroïdiens. C'est pour cette raison, que nous discutons les résultats globalement.

Les crampes et la chute modérée des cheveux sont les plus évoquées par nos sujets. La première peut être due non seulement à un manque d'apport calcique, mais aussi à d'autres carences minérales comme en magnésium. Pour le second signe, les raisons peuvent être multiples, notamment pour le manque en le nutriment que nous étudions ou un autre comme le fer, par l'emploi de produits cosmétiques (gels, teinture) pour cheveux connus pour leur effet délétère, stress, etc.

La constipation est aussi présente chez nos sujets particulièrement pour les femmes, probablement au fait d'une consommation pauvre en fibres alimentaires. Comme expliqué par **BROWNLEE (2011)**, les fibres alimentaires englobent un large éventail de bienfaits pour la santé et influent différemment sur de nombreux processus importants.

Les ongles cassés est le signe le plus facile à examiner chez nos enquêtés. Quant à la peau sèche, nous avons été assez réticents lorsque nous avons examiné les sujets. Certains nous disaient que c'était momentanément à la suite de l'utilisation de savons, changement d'eau, etc.

La palpation de nodules thyroïdiens a été constatée chez 3,80% de la population féminine. Ceci est évocateur de pathologie thyroïdienne.

## **II. Suite de l'enquête nutritionnelle**

Dans ce volet qui fait suite à la première partie de notre enquête (partie A), nous discutons les résultats présentés pour les parties B et C pour le sous échantillon des 208 sujets.

## **II. 1. Description générale du sous échantillon**

Le sous échantillon constitué de 208 sujets qui ont accepté de poursuivre l'enquête, ont les mêmes caractéristiques que la population totale, que ce soit au niveau du sexe, de l'âge, du lieu de résidence et du statut pondéral.

## **II. 2. Apports alimentaires en calcium**

Dans cette partie, nous avons voulu connaître les apports calciques moyens, de ces jeunes adultes, non pas calculé lors d'un seul rappel des 24 h, mais sur plusieurs jours et à intervalle espacé.

Ce volet intrinsèque à notre enquête nutritionnelle, a permis d'approfondir la caractérisation de différents points méthodologiques inhérents à la consommation alimentaire. En outre, il a permis ainsi de pallier les inconvénients de ce type de méthode et de mettre l'accent sur les besoins de la population enquêtée.

Les comparaisons intra-individuelles n'ont montré aucune variation journalière dans les apports en calcium quel que soit le sexe ou l'état pondéral. Alors que celles inter-individuelles n'ont fait que préciser que les apports alimentaires calciques sont insuffisants et tout particulièrement pour les femmes par rapport aux hommes. Les limites comme la saisonnalité des aliments n'ont pas interféré dans les résultats, soit que certaines denrées alimentaires sont devenues grâce à la culture sous serre présentes toute l'année, bien que plus coûteuse qu'en période normale, ou bien en remplaçant par exemple un fruit par un autre les apports nutritionnels ne diffèrent pas suffisamment pour être perçus dans les résultats.

## **II. 3. Mesures tensionnelles**

Certes notre population d'étude est d'un jeune âge (18-26 ans), mais cela n'interfère en rien en l'existence de pathologies liées à la TA, car certaines peuvent se manifester jeune. Ce sont des cas peu fréquents liés à des causes héréditaires. Selon **GUIDELINES SUBCOMMITTEE (1999)**, 30% de la variation de la TA serait due au patrimoine génétique.

Des différences significatives sont observées entre les deux sexes pour la pression artérielle systolique (PAS) et la pression artérielle diastolique (PAD), avec une prédominance masculine.

Près de 75% de la population présente une pression optimale, alors que 19,71% ont une pression normale, 4,33% ont une pression normale-haute et 2,44% une pression de grade 1. Ces deux derniers chiffres sont assez inquiétants, particulièrement que ceux sont les résultats issus d'une population de jeunes adultes. Les hommes sont les seuls à présenter une hypertension légère (5,95%) ainsi que 11,11% des obèses.



Selon **BUTTRISS (2005a)**, divers rapports et études indiquent que l'obésité contribue de façon importante à l'apparition des maladies chroniques d'origine métabolique telles que les maladies cardiovasculaires et l'HTA.

Une enquête a été réalisée à l'INATAA en **2008**, par **CISSE et DIARRA** pour effectuer la partie pratique de leur mémoire d'ingénieur sur les étudiants mêmes de cet institut âgés entre 18 et 27 ans. Les résultats ont révélé que la prévalence de la pression artérielle normale-haute et celle de grade 1 étaient respectivement de 3,3% et 3,0%. Ceci rejoint nos résultats.

Selon l'apport calcique, les sujets dont les apports en calcium sont supérieurs ou égaux à 900 mg/jour n'ont montré aucune hypertension légère. Plusieurs études ont montré qu'un apport alimentaire suffisant en calcium prévient l'HTA (**PORTH, 2006**). En effet, un certain nombre de facteurs alimentaires ont été rapportés comme influençant la pression artérielle et le risque d'HTA, en particulier le calcium et le sodium (**APPEL et coll., 1997 ; McCARRON et REUSSER, 1999 ; MILLER et ANDERSON, 1999 ; BUTTRISS, 2005b**). D'un autre côté, d'après une étude de 18 mois menée par une équipe de chercheurs américains (**CHEN et coll., 2010**), il semblerait que la consommation de boissons sucrées ait un impact sur la TA.

Les auteurs de cette recherche précisent que la réduction de l'apport en sucre présente des effets hypotenseurs supérieurs à ceux que l'on pourrait attribuer à la perte de poids qu'elle occasionne.

En vue de cette approche, nous avons estimé la fréquence de consommation des boissons sucrées (sodas/jus de fruits) pour les 208 sujets pour lesquels nous avons mesuré la TA. La moyenne de consommation est de  $1,04 \pm 0,68$  fois/jour pour les sujets ayant obtenu des PAS supérieurs à 130 mmHg. Alors qu'elle est moindre ( $0,75 \pm 0,57$  fois/jour) pour le reste du sous-échantillon, sans qu'il y est de différence significative ( $p=0,071$ ).

Des enquêtes épidémiologiques, réalisées en **1983** par **ACKLEY et coll.**, révèlent une relation inverse entre la consommation de calcium et la pression artérielle. L'équipe d'**ASCHERIO et coll. (1992)** a trouvé qu'un apport en calcium satisfaisant journalier diminue significativement l'HTA. Cette étude a été menée durant quatre années sur des hommes adultes américains âgés entre 40 et 75 ans.

Nous avons obtenu la même constatation, mais uniquement aussi pour la population masculine ( $r=-0,0213$ ,  $p=0,000$ ). Probablement du au faite que les hommes ont tendance à avoir des PAS et PAD plus élevé que les femmes avec respectivement ( $p=0,000$ ) et ( $p=0,003$ ).

#### **II. 4. Dosage de l'hématocrite et de la calcémie**

Dans ce dernier volet de notre enquête nutritionnelle, nous discutons les résultats d'analyse du sang du sous échantillon des 208 sujets.

#### II. 4. 1. Hématocrite

La mesure de l'hématocrite révèle que près de 40% des femmes et 25% des hommes présentent des valeurs en dessous de celles de référence. Comme évoqué dans la partie méthodologie, l'hématocrite ne reflète que la concentration des globules rouges (**VAJPAYEE et coll., 2007**). Néanmoins, ceci renvoie que le régime de ces jeunes adultes est déséquilibré du point de vue nutritionnel et particulièrement en micronutriments. Rappelant que 69,92% des enquêtés soit 263 des sujets ont des apports en fer en dessous des ANC. A titre d'exemple la consommation de la viande rouge est de  $0,34 \pm 0,24$  fois/jour, alors que celle de la viande blanche est de  $0,39 \pm 0,20$  fois/jour soit chacune près de 3 fois/semaine. Ce qui représente une consommation faible par rapport aux repères internationaux du PNNS (**JOURDAIN-MENNINGER et coll., 2010**) qui recommandent de consommer une à deux fois par jour de la viande rouge et de la volaille.

La recherche de lien entre hématocrite et apport en calcium a révélé une relation proportionnelle. Il en est de même qu'avec l'apport en fer. C'est à priori le témoignage de l'alimentation des sujets quelle soit variée ou déficiente ; elle est en accord avec le taux d'hématocrite.

#### II. 4. 2. Calcémie

De part notre recherche bibliographique, nous avons constaté que plusieurs études ont mesuré le taux de calcium dans le sang humain, comme celle de : **LIND et coll. (1988)** en utilisant un auto-analyseur Technicon SMAC 12/60 sur sérum sanguin issu d'un échantillon représentatif d'habitants suisses âgés de 25 à 84 ans ; les travaux de **O'BRIEN et coll. (2006)** par absorption atomique sur spectrophotomètre sur plasma sanguin de 10 femmes brésiliennes enceintes ; au encore **FARDELLONE et coll. (1998)** ont mesuré le calcium dans le sérum de 116 femmes ménopausées par méthode colorimétrique ; mais aussi **DANSOU et coll. (2000)** sur calcium plasmatique provenant de 27 adolescents de Bénin âgés de 14 à 18 ans par méthode colorimétrique ; **MATAIX et coll. (2006)** ont mesuré le calcium plasmatique par absorption atomique sur spectrophotomètre sur 3 421 sujets âgés de 25 à 60 ans et les travaux de **BENMEKHBI (2004)** sur 200 femmes enceintes vivant à Constantine par méthode colorimétrique sur calcium plasmatique.

Aucun de ces travaux n'a utilisé la méthode mettant en jeu le photomètre de flamme que nous avons employé pour notre étude, ni la mesure du calcium ionisé mais plutôt du calcium total, ni la tranche d'âge qu'ont nos sujets. C'est pour cela que nous n'avons pu comparer nos résultats avec des travaux similaires. Signalons tout de même, que dans le centre

hospitalo universitaire de Constantine (Benbadis), ils utilisent la méthode colorimétrique sur calcium total.

La moyenne du calcium ionisé chez la totalité de notre sous échantillon est de  $1,10 \pm 0,00$  mmol/L. Cette valeur en situation normale et chez l'adulte, est comprise entre 0,95 à 1,40 mmol/L. Aucun des sujets à jeun dont le sang a été prélevé n'a présenté une hypo ou hypercalcémie. Les résultats sont semblables quel que soit le sexe, l'état pondéral ou l'apport calcique de ces jeunes adultes.

Le maintien de la calcémie à une valeur stable chez le sujet adulte normal est assuré par l'homéostasie calcique (**BAIRD, 2011**). A jeun, la calcémie est stable parce que la perte urinaire de calcium est compensée par une libération, quantitativement identique, de calcium osseux. Une diminution de la calcémie provoque une augmentation de la sécrétion de la parathormone (PTH) qui augmente la mobilisation du calcium osseux et diminue l'excrétion urinaire de calcium, permettant ainsi le retour de la calcémie à sa valeur d'équilibre. Cet équilibre nécessite donc la présence du récepteur sensible au calcium dans les cellules parathyroïdiennes et des concentrations adéquates de PTH et de calcitriol (**HOUILLIER et coll., 2003**).

Les sujets dont les apports alimentaires calciques sont insuffisants vont maintenir aussi une calcémie normale (**LACOUR et coll., 1995 ; DUCLOS, 2003**), en compensant par une augmentation de l'absorption intestinale du calcium, d'une augmentation de la résorption osseuse et d'une ostéopénie progressive, d'une augmentation de la réabsorption tubulaire de calcium, d'une faible excrétion urinaire de calcium et de concentrations augmentées de PTH et de  $1,25$  (OH) $_2$ D (**CLOS et MULLER, 1995 ; RUSHTON, 2004**).

Dans la recherche de lien entre apports journaliers calciques et calcémie, nous avons trouvé des corrélations significatives. Bien qu'il est soit rare qu'une hypo ou qu'une hypercalcémie puisse être mise sur le compte de facteurs nutritionnels. Etant donné que l'os représente un réservoir de calcium pratiquement inépuisable, une carence calcique n'entraîne des signes squelettiques que très tardivement lorsque les mécanismes d'homéostasie fonctionnent correctement. Dans ces conditions, les taux plasmatiques de calcium ionisé restent normaux (**BIESALSKI et GRIMM, 2004**).

# Conclusion

## CONCLUSION

Le présent travail constitue une première approche sur l'évaluation de l'alimentation, de l'état nutritionnel, de l'apport calcique et de la calcémie chez une population de jeunes adultes algériens.

Nous avons opté pour une démarche descriptive. En effet, nous avons réalisé une enquête nutritionnelle comportant plusieurs aspects complémentaires : mesures anthropométriques, consommation alimentaire, état de santé, examens cliniques et dosage de l'hématocrite et de la calcémie.

Dans notre étude, bien que non significative, le surpoids et l'obésité sont plus remarqués chez les femmes que chez les hommes. Cela peut bien être lié à une alimentation déséquilibrée, monotone et à une vie sédentaire où la pratique d'exercice physique est moindre par rapport à la population masculine.

Ces résultats mettent clairement en évidence qu'une proportion non négligeable de ces sujets et particulièrement les femmes est à risque de carences nutritionnelles. Ces dernières résultant d'un comportement alimentaire dont lequel l'apport en micronutriments (minéraux et vitamines) est réduit.

Plusieurs stratégies permettent d'atteindre l'équilibre alimentaire et ainsi assurer un apport correct des différents nutriments. Diversifier son alimentation, consommer quotidiennement des aliments choisis dans chacun des différents groupes et de consommer chaque jour des aliments différents au sein du même groupe. Privilégier les aliments à forte densité nutritionnelle tels que les fruits, les légumes ou le lait par rapport aux aliments à forte densité énergétique tels que les produits riches en lipides et en sucres simples.

Les rapports d'équilibre nutritionnel chez ces enquêtés sont des indicateurs d'une situation alarmante et préoccupante.

Nous avons observé une relation inverse et significative entre la consommation de calcium et la corpulence (surpoids et obèses), comme rapportée par de nombreuses études.

La répartition de la ration journalière en calcium indique que les trois principaux repas contribuent le plus à l'apport calcique quotidien, à côté de cela s'ajoute le goûter. Le calcium laitier est celui qui contribue de manière significative à l'apport calcique quotidien total.

La fréquence de consommation habituelle des aliments est plus en faveur de produits gras et sucrés. Il est donc conseillé d'introduire des aliments riches en glucides complexes à index glycémique bas. Il conviendra aussi d'éviter l'excès de consommation des barres chocolatées, des biscuits et des viennoiseries. Par contre, il est nécessaire d'apporter des protéines de bonne

qualité biologique (d'origine animale), de privilégier la consommation alimentaire de fruits et légumes riches en fibres et en micronutriments et de consommer des produits laitiers variés à chaque repas si possible.

Ces résultats ont montré qu'une proportion assez faible des sujets consomme des suppléments alimentaires et que la maladie la plus présente est la colopathie. Bien que non significatif, les obèses pratiquent moins d'exercice physique que les normo pondéraux. L'examen des signes cliniques de carence ou d'excès calcique a soulevé la probabilité d'une déficience en différents autres macronutriments.

La méthode par rappel des 24 h répétée à plusieurs reprises s'est révélée efficace pour connaître les apports calciques de cette population. L'enquête a permis de mettre en évidence le problème de carence calcique qui subsiste chez ces jeunes adultes.

Les résultats des chiffres tensionnels ont montré que les PAS et PAD sont significativement plus élevées chez les hommes. Nous avons également notés une relation inverse entre la consommation de calcium et la pression artérielle, comme suggérée dans la littérature, mais uniquement chez la population masculine.

La calcémie plasmatique est une constante extrêmement précise avec une marge de variation faible et donc, sa concentration intra et extracellulaire est finement régulée. Les faibles valeurs d'hématocrite observées n'ont fait que confirmer le déséquilibre alimentaire des sujets.

En complément à cette étude, il serait souhaitable et intéressant d'approfondir ce travail par l'évaluation de la composition corporelle, des mesures de la masse osseuse totale par densitométrie, le dosage de marqueurs biochimiques de la résorption osseuse, la calcémie urinaire, de la parathormone et de la calcitonine pour apprécier le statut calcique.

Des efforts doivent être déployés dans le but d'améliorer l'apport alimentaire en micronutriments et particulièrement en calcium chez ces sujets. Il est important et urgent de recommander de mettre en place un système d'actions de prévention et de surveillance pour lutter contre ce déséquilibre alimentaire chez cette tranche d'âge. Une consultation diététique spécialisée est recommandée.

# **Références Bibliographiques**

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. **ABRAMS S.A. 2003.** Normal acquisition and loss of bone mass. *Horm. Res.*, Vol 60, suppl 3, p. 71-76.
2. **ABRAMS S.A. et STUFF J.E. 1994.** Calcium metabolism in girls: current dietary intakes lead to low rates of calcium absorption and retention during puberty. *The Am. J. Clin. Nutr.*, Vol 60, n°5, p. 739-743.
3. **ADRIAN J., POTUS J. et FRANGNE R. 2003.** *La science alimentaire de A à Z.* 3<sup>ème</sup> éd. Paris : Tec & Doc - Lavoisier. 579 p.
4. **AGBESSI DOS-SANTOS H. et DAMON M. 1991.** *Manuel de nutrition africaine.* C.E.E. : ACCT, IPD et Karthala. 331 p.
5. **ACKLEY S., BARREIT-CONNOR E. et SUARET L. 1983.** Dairy products, calcium, and blood pressure. *The Am. J. Clin. Nutr.*, Vol 38, n°3, p. 457-461.
6. **ALAIS C. et LINDEN G. 1997.** *Abrégé de biochimie alimentaire.* Paris : Masson. 248 p.
7. **ALAIS C., LINDEN G. et MICLO L. 2003.** *Biochimie alimentaire.* 5<sup>ème</sup> éd. Paris : Dunod. 250 p.
8. **ALIAS C., LINDEN G. et MICLO L. 2008.** *Biochimie alimentaire.* 6<sup>ème</sup> éd, revue augmentée. Paris : Dunod. 260 p.
9. **ANCELLE T. 2002.** *Statistique épidémiologie.* Paris : MALOINE. 300 p.
10. **ANSELME B. 2006.** *Le corps humain.* Paris : Nathan. 159 p.
11. **APFELBAUM M., ROMON M. et DUBUS M. 2004.** *Diététique et nutrition.* 6<sup>ème</sup> éd. Paris : Masson. 535 p.
12. **APPEL L.J., MOORE T.J., OBARZANEK E, VOLLMER W.M., SVETKEY L.P., SACKS F.M., BRAY G.A., VOGT T.M., CUTLER G.A., WINDHAUSER M.M., LIN P.H., KARANJA N. 1997.** A clinical trial of the effects of dietary patterns on blood pressure. *England journal of medicine*, Vol 336, n°16, p. 1117-1124.
13. **ARDAILLOU R. et AMIEL C. 1979.** Exploration du métabolisme phosphocalcique. In **TCHOBROUTSKY G. et GUY-GRAND B.** *Nutrition métabolismes et diététique.* 2<sup>ème</sup> éd. Paris : Flammarion Médecine - Sciences, p. 150-162. (337 p.)
14. **ASCHERIO A., RIMM E.B., GIOVANNUCCI E., COLDITZ G.A., ROSNER B., WILLET W.C., SACKS F. et STAMPFER M.J. 1992.** A prospective study of nutritional factors and hypertension among US men. *Circulation*, Vol 86, n°5, p. 1475-1484.
15. **AUDIGIE Cl., FIGARELLA J. et ZONSZAIN F. 1984.** *Manipulations d'analyse biochimique.* 1<sup>ère</sup> éd. Paris : DOIN. 274 p.
16. **AYKROYD W.R. et MAYER J. 1973.** *Terminologie de l'alimentation et de la nutrition : définitions de quelques termes et expressions d'usage courant.* OMS/FAO. 54 p.
17. **AZAIÏS-BRAESCO V. et GROLIER P. 2001.** Vitamines liposolubles-Vitamines A et caraténoïdes provitaminiques. In **MARTIN A.** *Apports nutritionnels conseillés pour la population française.* Paris : Tec & Doc – Lavoisier, p. 221-228. (603 p.)
18. **BAIN B.J. 2004.** *A beginner's guide to blood cells.* 2<sup>nd</sup> ed. UK : Blackwell Publishing. 121 p.
19. **BAIRD G.S. 2011.** Ionized calcium. *Clinica Chimica Acta*, Vol 412, n°9-10, p. 696-701.
20. **BARBE P. et RITZ P. 2005.** Composition corporelle. *Cah., Nutr., Diét.*, Vol 40, n°3, p. 172-176.
21. **BEAUFRERE B., BIRGE C., CAMPILLO B., COUET C., FOUQUE D., GUEANT J.L., HANKARD R., JEAMMET p., LAIRON D., LEVERVE X., MEJEAN L. et MOULIAS R. 1999.** *Carences nutritionnelles : étiologies et dépistage.* Paris. INSERM. 333 p.
22. **BEAUMONT A., CASSIER P., TRUCHOT J.P. et DAUÇA M. 2004.** *Biologie et physiologie animales.* 2<sup>ème</sup> éd. Paris : Dunod. 494 p.
23. **BENEFICE E., CHEVASSUS-AGNES S., MAIRE B. et NDIAYE A.M. 1981.** Enquêtes sur l'état nutritionnel en zone tropicale sèche (Sahel 1976 - 1979) : méthodologie et résultats. In **CENTRE DE RECHERCHES POUR LE DEVELOPPEMENT INTERNATIONAL.** *Etat nutritionnel de la population rurale du sahel.* Rapports d'un groupe de travail, Paris, 28 - 29 avril 1980. OTTAWA (Canada) : CRDI. p. 37-56. (96 p.)



- 24. BENMEKHBI H. 2004.** Intérêt de la supplémentation en vitamine D chez la femme enceinte. *Bull., Soc., Pathol., Exot.*, Vol 97, n°5, p. 353-354.
- 25. BENNOUNA S. 2005.** Évaluation de la ration calcique chez des femmes marocaines ménopausées. *Les cahiers du Médecin*, Tome VII, n°87, p. 45-48.
- 26. BERG J. M., TYMOCZKO J. L. et STRYER L. 2002.** *Biochemistry*. 5<sup>th</sup> ed. USA : W. H. Freeman. 1100 p.
- 27. BERNIER J.J., ADRIAN J. et VIDON N. 1988.** *Les aliments dans le tube digestif*. Paris : Doin. 468 p.
- 28. BIESALSKI H.K. et GRIMM P. 2004.** *Atlas de poche de nutrition*. Paris : Maloine. 341 p.
- 29. BIRLOUEZ-ARAGON I., FIEUX B., POTIER DE COURCY G. et HERCBERG S. 2001.** Vitamine C (acide ascorbique). In **MARTIN A.** *Apports nutritionnels conseillés pour la population française*. Paris : Tec & Doc – Lavoisier, p. 215-220. (603 p.)
- 30. BLAIN H. 2004.** L'ostéoporose masculine : épidémiologie, physiopathologie, diagnostic, prévention et traitement. *La revue de médecine interne*, Vol 25, Supplément 5, p. S552-S559.
- 31. BLONDE-CYNOBER F. et AUSSEL C. 2006.** Evolution en 20 ans de l'exploration de l'état nutritionnel. *Nutrition clinique et métabolisme*, Vol°20, Supplément 1, p. S17-S21.
- 32. BOINK A.B.T J., BUCKLEY B.M., CHRISTIANSEN T.F., COVINGTON A.K., MAAS A.H.J., MÜLLER-PLATHE O., SACHS Ch. et SIGGAARD-ANDERSEN O. 1991.** IFCC recommendation on sampling, transport and storage for the determination of the concentration of ionized calcium in whole blood, plasma and serum. *Journal of Automatic Chemistry*, Vol 13, n°5, p. 235-239.
- 33. BOISSEAU N. 2005.** *Nutrition et bioénergétique du sportif : bases fondamentales*. Paris : Masson. 217 p.
- 34. BOLLAND M. J., BARBER P. A., DOUGHTY R. N., MASON B., HORNE A., AMES R., GAMBLE G. D., GREY A. et REID I. R. 2008.** Vascular events in healthy older women receiving calcium supplementation: randomised controlled trial. *BMJ*, Vol 336, p. 262-266.
- 35. BOLSOVER S.R., HYAMS J.S., SHEPHARD E.A., WHITR H.A. et WIEDEMANN C.G. 2006.** *Biologie cellulaire et moléculaire*. 2<sup>ème</sup> éd. Paris : Dunod. 583 p.
- 36. BONJOUR J. PH., CHEVALLEY T., FERRARI S. et RIZZOLI R. 2005.** Lait et santé osseuse : Rôle essentiel de calcium et des protéines. *Cah., Nutr., Diet.*, Vol 40, Hors série 1, p. 1S12-1S19.
- 37. BOREL J.P. et STERNBERG M. 2000.** *Biochimie et biologie moléculaires illustrées*. Paris : Frison-Roche. 220 p.
- 38. BOST M. 2001.** Détermination du lithium. In **PINEAU A. et GUILLARD O.** *Techniques d'analyse des oligoéléments chez l'homme*. Vol 2. UE : Tec & Doc - Lavoisier. p. 125-149. (239 p.)
- 39. BOULANGER P., POLONOVSKI J., TAYEAU F., MANDEL P. et BISERTE G. 1971.** *Biochimie médicale : sang, rumeurs, tissus et organes : biochimie physiologique et sémiologique*. Fascicule III. 8<sup>ème</sup> éd. Paris : Masson et Cie. 739 p.
- 40. BOUR H. 1974.** Les équilibres en alimentation. In **BOUR H. et DEROT M.** *Guide pratique de diététique*. 2<sup>ème</sup> éd entièrement refondue. Paris : Baillière J.B. p. 273-287. (856 p.)
- 41. BRANCA F. 1997.** Calcium, micronutrients and physical activity to maximize bone mass during growth. *FAO*, n°20, p. 44-49.
- 42. BREUIL V. et EULLER-ZIEGLER L. 2004.** Nutrition et vieillissement osseux-L'ostéoporose. *Nutrition clinique et métabolisme*, Vol 18, n°4, p. 212-218.
- 43. BRIOT K., AUDRAN M., CORTET B., FARDELLONE P., MARCELLI C., ORCEL P., VELLAS B., THOMAS T., ROUX C. 2009.** Vitamine D : effet osseux et extra-osseux ; recommandations de bon usage. *Presse Med.*, Vol 38, n°1, p. 43-54.
- 44. BROWN E. M., SEGRE G. V. et GOLDRING S. R. 1996.** Serpentine receptors for parathyroid hormone, calcitonin and extracellular calcium ions. *Baillière's Clinical Endocrinology and Metabolism*, Vol 10, n°1, p. 123-161.
- 45. BROWNLEE L.A. 2011.** The physiological roles of dietary fibre. *Food Hydrocolloids*, Vol 25, n°2, p. 238-250.

46. **BRUNETEAU A.M. 2003.** *Biologie, nutrition, alimentation.* Paris : Librairie Vuibert. 143 p.
47. **BUTTRISS J. 2005a.** A Public Health Approach to Cardiovascular Disease Risk Reduction *In* **BRITISH NUTRITION FOUNDATION.** Cardiovascular Disease : Diet, Nutrition and Emerging Risk Factors. UK : Blackwell Publishing, p. 245-265. (380 p.)
48. **BUTTRISS J. 2005b.** Diet and Cardiovascular Disease: Where Are We Now? *In* **BRITISH NUTRITION FOUNDATION.** Cardiovascular Disease : Diet, Nutrition and Emerging Risk Factors. UK : Blackwell Publishing, p. 196-233. (380 p.)
49. **BUZACOUX J. 1974.** Les principaux nutriments : métabolisme, rôles physiologiques, besoins et sources alimentaires. *In* **BOUR H. et DEROT M.** *Guide pratique de diététique.* 2<sup>ème</sup> éd entièrement refondue. Paris : Baillière J.B. p. 75-175. (856 p.)
50. **CARRE F. 2003.** Physiologie cardio-vasculaire. *In* **ADER J.L., CARRE F., DINH-XUAN A.T., DUCLOS M., KUBIS N., MERCIER J., MION F., PREFAUT C. et ROMAN S.** *Physiologie.* Paris : Masson. p. 141-178. (395 p.)
51. **CARRUTH B.R. et SKINNER J.D. 2001.** The role of dietary calcium and other nutrients in moderating body fat in preschool children. *International Journal of Obesity,* Vol 25, p. 559-566.
52. **CAVALIER E. et SOUBERBIELLE J. C. 2009.** La vitamine D : effets « classiques », « non classiques » et évaluation du statut du patient. *Médecine Nucléaire,* Vol 33, n°1, p. 7-16.
53. **CHAN W., BROWN J. et BUSS D.H. 1994.** *MISCELLANEOUS Foods. Supplement to Mc Cance and Widdowson's. The composition of Foods.* London : The Royal society of chemistry. 193 p.
54. **CHARLES M.A. et DUCIMETIERE P. 2001.** Méthodes en épidémiologie nutritionnelle. *In* **BASDEVANT A., LAVILLE M. et LEREBOURS E.** *Traité de nutrition clinique de l'adulte.* Paris : Flammarion Médecine - Sciences. p. 677-684. (723 p.)
55. **CHEN L., CABALLERO B., MITCHELL D.C., LORIA C., LIN P.H., CHAMPAGNE C.M., ELMER P.J., ARD J.D., BATCH B.C., ANDERSON C.A.M. et APPEL L.J. 2010.** Reducing Consumption of Sugar-Sweetened Beverages Is Associated With Reduced Blood Pressure - A Prospective Study Among United States Adults. *Circulation,* Vol°121, n 22, p. 2398-2406.
56. **CISSE O. et DIARRA H. 2008.** Composition corporelle, état nutritionnel, habitudes alimentaires et état de santé des étudiants de l'INATAA en 2008. Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat en Nutrition et Technologies Agro-Alimentaires, INATAA, UMC. 51 p.+Annexes.
57. **CLOS J. et MULLER Y. 1995.** *Homéostasie et grandes régulations.* Paris : Nathan. 144 p.
58. **COMELADE E. 1995.** *Technologie et hygiène alimentaire - 1<sup>er</sup> cahier : les nutriments.* 7<sup>ème</sup> éd. Paris : Jacques Lanor. 144 p.
59. **CONSTANT F. et HAWILI N. 2011.** Les eaux embouteillées. *Cah., Nutr., Diét.,* Vol 46, n°1, p. 40-50.
60. **COUDRAY C. et HERCBERG S. 2001.** Fer. *In* **MARTIN A.** *Apports nutritionnels conseillés pour la population française.* Paris : Tec & Doc – Lavoisier, p. 150-155. (603 p.)
61. **COUET C. 2001.** Exploration de l'état nutritionnel. *In* **BASDEVANT A., LAVILLE M. et LEREBOURS E.** *Traité de nutrition clinique de l'adulte.* Paris : Flammarion Médecine - Sciences. p. 323-336. (723 p.)
62. **COURPOTIN C., FERRE P., GIRARDET J.P. et LEBARS M.A. 1982.** *Alimentation de l'enfant malade.* France : Flammarion Médecine - Sciences. 222 p.
63. **COXAM V. 2005.** Données nouvelles sur la prévention nutritionnelle de l'ostéoporose. *Médecine/Sciences,* Vol 21, n°3, p. 297-301.
64. **COXAM V. 2008.** Nutrition et ostéoporose. *Cah., Nutr., Diét.,* Vol 43, n°2, p. 72-76.
65. **COXAM V. et DAVICCO M. J. 2006.** Nutrition et métabolisme osseux. *Ann. Endocrinol.,* Vol 67, n°2, p. 131-137.
66. **CYNOBER L. et AUSSEL C. 2004.** Exploration biologique du statut nutritionnel. *Nutrition clinique et métabolisme,* Vol 18, n°1, p. 49-56.
67. **DANSOU P., AKPLOGAN B., AVALLA C. et OMER W. 2000.** Apport énergétique et calcique dans l'alimentation des adolescents de la ville de Porto-Novu (République du Bénin). *Médecine d'Afrique*

Noire, Vol 47, n°8/9, p. 357-361.

- 68.DEAN A.G., DEAN J.A., COULOMBIER D., BRENDEL K.A., SMITH D.C., BURTON A.H., DUCKER R.C., SULLIVAN K., FAGAN R.F. et ARNER T.G. 1995.** Epi info, version 6 : un traitement de texte, une base de données et un ensemble des programmes statistiques pour la Santé Publique sur microordinateur. Centers for Disease Control and Prevention, Atlanta, Georgia, U.S.A.
- 69.DEBRY G. 1979.** Méthodologie des enquêtes alimentaires. In **TCHOBROUTSKY G. et GUY-GRAND B.** *Nutrition métabolismes et diététique*. 2<sup>ème</sup> éd. Paris : Flammarion Médecine - Sciences. p. 281-286. (337 p.)
- 70.DEMOTES-MAINARD J. 2003.** Communication cellulaire. In **KAMOUN P, LAVOINE A. et DE VERNEUIL H.** *Biochimie et biologie moléculaire*. Paris : Flammarion Médecine-Sciences. p. 419-447. (473 p.)
- 71.DESCHAMPS J.P. 1985.** Les examens systématiques de santé et l'évaluation de l'état nutritionnel. In **HERCBERG S., DUPIN H., PAPOZ L. et GALAN P.** *Nutrition et santé publique : approche épidémiologique et politique de prévention*. Paris : Tec & Doc - Lavoisier. p. 115-131. (709 p.)
- 72.DJELLOULI H.M., TALEB S., HARRACHE-CHETTOUH D. et DJAROUD S. 2005.** Qualité physico-chimique des eaux de boisson du Sud algérien : étude de l'excès en sels minéraux. *Cahiers Santé*, vol 15, n°2, p. 109-112.
- 73.DORANGE-RECTON A. et ROHMER V. 2010.** Le récepteur sensible au calcium : de la physiopathologie à l'implication thérapeutique. *Annales d'Endocrinologie*, Vol 71, n°1, p. 34-35.
- 74.DRIOU A. 1996.** Other optical and spectroscopic techniques. In **LINDEN G.** *Analytical technique for foods and agricultural products*. USA : VCH. p. 47-66. (578 p.)
- 75.DUCLOS M. 2003.** Physiologie endocrinienne. In **ADER J.L., CARRE F., DINH-XUAN A.T., DUCLOS M., KUBIS N., MERCIER J., MION F., PREFAUT C. et ROMAN S.** *Physiologie*. Paris : Masson. p. 271-330. (395 p.)
- 76.DUPIN H. 1981.** *Apports nutritionnels conseillés pour la population française*. Paris : Tec & Doc - Lavoisier. 101 p.
- 77.DUPIN H. 1992.** Besoins nutritionnels : apports conseillés pour la satisfaction de ces besoins. In **DUPIN H., CUQ J.L., MALEWIAK M.I., LEYNAUD-ROUAUD C. et BERTHIER A.M.** *Alimentation et nutrition humaines*. Paris : ESF. p. 89-385. (1533 p.)
- 78.DUPIN H., BARTHELEMY L., BAUDIER F., BICHON L., BUSSON V., COVES S., CUNY M., DELORMAS F., HOINT-PRADIER F., LEYNAUD-ROUAUD C., MICHAUD C., MISCHLICH D. et MORDELLES A. 1996.** *Aliments, alimentation et santé : question / réponses*. Paris : Tec & Doc - Lavoisier. 440 p.
- 79.DUPONT P. 2000.** *Les oligo-éléments : équilibre vital*. France : collection Université Rose-Croix Internationale. 233 p.
- 80.ELSTON R. C. et JOHNSON W. D. 2008.** *Basic Biostatistics for Geneticists and Epidemiologists - A Practical Approach*. UK : John Wiley & Sons. 373 p.
- 81.ETIENNE J. et CLAUSER E. 2004.** *Biochimie génétique, biologie moléculaire*. 8<sup>ème</sup> éd. Paris : Masson. 409 p.
- 82.EVERITT B. S. 2006.** *Medical statistics from A to Z*. 2<sup>nd</sup> ed. UK : Cambridge University Press. 249 p.
- 83.FAIRWEATHER-TAIT S. J. et TEUCHER B. 2002.** Iron and Calcium Bioavailability of Fortified Foods and Dietary Supplements. *Nutrition Reviews*, Vol 60, n°12, p. 360-367.
- 84.FANTINO M. et GOURMET E. 2008.** Apports nutritionnels en France en 2005 chez les enfants non allaités âgés de moins de 36 mois. *Archives de pédiatrie*, Vol°15, n°4, p. 446-455.
- 85.FARDELLONE P., BRAZIER M., KAMEL S., GUÉRIS J., GRAULET A. M., LIÉNARD J. et SEBERT J. L. 1998.** Biochemical effects of calcium supplementation in postmenopausal women : influence of dietary calcium intake. *The Am. J. Clin. Nutr.*, Vol 67, n°6, p. 1273-1278.
- 86.FARRELL V.A., HARRIS M., LOHMAN T.G., GOING S.B., THOMSON C.A., WEBER J.L. et HOUTKOOPER L.B. 2009.** Comparison between dietary assessment methods for determining associations between nutrient intakes and bone mineral density in postmenopausal women. *J. Am Diet*

Assoc., Vol 109, n°5, p. 899-904.

**87.FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO) 1981.** *Analyse des données d'enquêtes sur la consommation alimentaire.* Etude FAO : Alimentation et nutrition, n°16. Rome : FAO. 136 p.

**88.FAO 1994.** *Body Mass Index : a measure of chronic energy deficiency in adults.* FAO, Food and Nutrition. Rome : FAO. 57 p.

**89.FAO 2005.** Profil nutritionnel de l'Algérie. Division de l'Alimentation et de la Nutrition, FAO. [en ligne]. Document pdf. 41 p. [consulté le 15 mars 2007].

<http://www.fao.org/es/esn/nutrition/ncp/dza.pdf>

**90.FAO/ ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTE (OMS) 1962.** *Besoins en calcium.* Rapport d'un groupe d'experts FAO/OMS. Suisse : FAO/OMS. 46 p.

**91.FAO/OMS 1967.** *Comité mixte FAO/OMS d'experts de la nutrition.* Série des rapports techniques, n°377. Genève : FAO/OMS. 88 p.

**92.FAO/OMS 1998.** *Recommandations diététiques basées sur l'approche alimentaire : élaboration et utilisation.* Rapport d'une consultation conjointe, n°880. Genève : OMS. 125 p.

**93.FAVIER J.C., IRELAND-RIPERT J., TOQUE C. et FEINBERG M. 1995.** *Répertoire général des aliments : Table de composition - Composition tables.* 2<sup>ème</sup> éd. Revue et augmentée Paris : Tec & Doc - Lavoisier. 897 p.

**94.FEILLET F. 2007.** Devenir osseux des patients porteurs de maladies héréditaires du métabolisme. *Archives de pédiatrie*, Vol°14, n°6, p. 552-554.

**95.FERRY M. 2005.** Le lait un aliment important pour les personnes âgées. *Cah., Nutr., Diét.*, Vol 40, Hors série 1. p. 1S39 - 1S43.

**96.FERRY M., ELIX E., BROCKER P., CONSTANS T., LESOURD B., MISCHLICH D., PFITZENMEYER P. et VELLAS B. 2007.** *Nutrition de la personne âgée.* 3<sup>ème</sup> éd. Paris : Elsevier Masson. 303 p.

**97.FISCHER P. et GHANASSIA E. 2004.** *Nutrition : internat médecine.* Paris : Vernazobres-Gregio. 102 p.

**98.FISCHER-GHANASSIA P. et GHANASSIA E. 2004.** *Endocrinologie, nutrition.* 4<sup>ème</sup> éd. Paris : Vernazobres-Gregio. 489 p.

**99.FRANCIS R. M. et SELBY P. L. 1997.** Osteomalacia. *Baillière's Clinical Endocrinology and Metabolism*, Vol 11, n°1, p. 145-163.

**100. FRENOT M. et VIERLING E. 2001.** *Biochimie des aliments : diététique du sujet bien portant.* 2<sup>ème</sup> éd. Centre régional de documentation pédagogique d'Aquitaine : Biosciences et Techniques. 297 p.

**101. GALAN P. et HERCBERG S. 1985.** Les enquêtes alimentaires : utilisation dans les études épidémiologiques à visée nutritionnelle. In **HERCBERG S., DUPIN H., PAPOZ L. et GALAN P.** *Nutrition et santé publique : approche épidémiologique et politique de prévention.* Paris : Tec & Doc - Lavoisier. p. 155-175. (709 p.)

**102. GARABEDIAN M. 2001.** Vitamine D. In **MARTIN A.** *Apports nutritionnels conseillés pour la population française.* Paris : Tec & Doc – Lavoisier, p. 229-236. (603 p.)

**103. GARABEDIAN M. 2008.** Vitamine D : faut-il revoir les besoins et apports recommandés ?. *Cah., Nutr., Diét.*, Vol 43, n°5, p. 229-234.

**104. GARABEDIAN M., MENN S., WALRANT-DEBRAY O., TEINTURIER C., DELAVEYNE R. et RODEN A. 2005.** Prévention de la carence en vitamine D chez l'enfant et l'adolescent. II. Validation d'un abaque décisionnel non invasif prenant en compte l'exposition solaire et les apports exogènes de vitamine D. *Archives de pédiatrie*, Vol 12, n°4, p. 410 - 419.

**105. GAYET B. et CAZEL A.R. 2002.** *Les clés de la nutrithérapie : précis de nutrition orthomoléculaire.* France : Quintessence. 341 p.

**106. GENNERO I., MOULIN P., EDOUARD T., CONTE-AURIOL F., TAUBER M. T. et SALLES J. P. 2004.** Métabolisme minéral osseux : données récentes et perspectives relatives à l'ostéogénèse. *Archives de pédiatrie*, Vol°11, n°12, p. 1473-1483.

**107. GHARBI M., AKROUT M. et ZOUARI B. 2003.** Contribution des prises alimentaires pendant et

en dehors du ramadan. *Eastern Mediterranean Health Journal*, Vol 9, n°1/2, 10 p.

**108. GIDENNE S., VIGEZZI J.F., DELACOUR H., DAMIANO J. et CLERC Y. 2003.** Dosage direct du calcium ionisé plasmatique ou estimation par calcul : intérêts et limites. *Ann. Biol. Clin.*, Vol 61, n°4, p. 393-399.

**109. GILLES R., ANCTIL M., BAGUET F., CHARMANTIER M. et CHARMANTIER G., GILLES R. J., PEQUEUX A., PLUMIER J.C. et SEBERT P. 2006.** *Physiologie animale*. Bruxelles : De Boeck & Lacier s.a. 675 p.

**110. GOERKE K. 2004.** *Atlas de poche d'obstétrique*. Paris : Flammarion Médecine -Sciences. 305 p.

**111. GRANDPERRET S., ROLLIN P. et MASSOL J. 1997.** Appréciation de l'état nutritionnel : les méthodes. In MASSOL J., PENFORNIS A. et GERSON M. *Décision en endocrinologie diabétologie et nutrition*. Paris : Vigot. p. 378-387. (431 p.)

**112. GREMY F. 1982.** *Biophysique*. Paris : Flammarion Médecine - Sciences. 493 p.

**113. GRUSON E. et ROMON M. 2007.** Méthodologie des enquêtes alimentaires. *Cah., Nutr., Diét.*, Vol 42, n°5, p. 276-284.

**114. GRUSON E. et ROMON M. 2008.** Les enquêtes alimentaires : moyens, performances, limites. *Médecine des maladies Métaboliques*, Vol 2, n°5, p. 515-519.

**115. GUEGUEN L. 2000.** Le bilan calcique : besoins, apports, biodisponibilité. *Nutrition clinique et métabolisme*, Vol 14, n°3, p. 206-215.

**116. GUEGUEN L. 2001.** Calcium. In MARTIN A. *Apports nutritionnels conseillés pour la population française*. Paris : Tec&Doc - Lavoisier. p. 131-140. (603 p.)

**117. GUEGUEN L. 2006.** Faut-il remettre en cause les apports calciques conseillés ? *Science des aliments*, Vol 26, n°2, p. 115-122.

**118. GUEZENNEC C. Y. 1996.** Alimentation calcique et effet de l'entraînement physique sur l'os. *Science & Sports*, Vol 11, n°4, p. 205-210.

**119. GUEZENNEC Y. 2007.** Ration en calcium et activité physique. In BIGARD X. et GUEZENNEC Y. *Nutrition du sportif*. 2<sup>ème</sup> éd. Paris : Masson. p. 156-164. (241 p.)

**120. GUIDELINES SUBCOMMITTEE 1993.** 1993 Guidelines for the management of mild hypertension. Memorandum from a World Health Organization/International Society of Hypertension meeting. Guidelines Subcommittee of the WHO/ISH Mild Hypertension Liaison Committee. *Hypertension*, Vol 22, n°3, p. 392-403.

**121. GUIDELINES SUBCOMMITTEE 1999.** World Health Organization – International Society of hypertension. Guidelines for the management of hypertension. *Journal of hypertension*, Vol 17, n°2. p. 151-183.

**122. GUIDON C. 2005.** Hypercalcémies sévères. *EMC-Anesthésie Réanimation*, Vol 2, p. 114-131.

**123. GUILLOT X., SEMERANO L., SAIDENBERG-KERMANAC'H N., FALGARONE G. et BOISSIER M.C. 2011.** Vitamine D et inflammation. *Revue du Rhumatisme*, Vol 78, n°2, p. 128-133.

**124. HACHER T. D. T., FISCHER P.R., PETTIFOR J. M., LAWSON J. O., ISICHEI C.O., READING J. C. et CHAN G. M. 1999.** A comparison of calcium, vitamin d, or both for nutritional rickets in nigerian children. *N Engl J Med*, Vol 341, n°8, p. 563-568.

**125. HADRI L., MASKANI M., ZAHRI L. 1997.** Traitement de l'hypercalcémie. *Médecine du Maghreb*, n°65, p. 36-38.

**126. HARIFI G., AMINE M., AIT OUAZAR M., OUILKI I., BELKHOUE A., EL BOUCHTI I., YOUNSI R., AHID S., ABOUQAL R. et EL HASSANI S. 2010.** Comparaison de la ration calcique pendant et en dehors du mois de ramadan dans la région de Marrakech (Maroc). *Eastern Mediterranean Health Journal*, Vol 16, n°4, p. 414-419.

**127. HEANEY R. P. 2000.** Calcium, Dairy Products and Osteoporosis. *Journal of the American College of Nutrition*, Vol 19, n°2, p. 83S-99S.

**128. HERCBERG S. et GALAN P. 1985a.** Epidémiologie des anémies nutritionnelles et politiques de prévention. In HERCBERG S., DUPIN H., PAPOZ L. et GALAN P. *Nutrition et santé publique : approche épidémiologique et politique de prévention*. Paris : Tec & Doc - Lavoisier. p. 177-209. (709p.)

- 129. HERCBERG S. et GALAN P. 1985b.** Méthodes d'évaluation de l'état nutritionnel des populations : application aux pays en voie de développement. *In HERCBERG S., DUPIN H., PAPOZ L. et GALAN P. Nutrition et santé publique : approche épidémiologique et politique de prévention.* Paris : Tec & Doc - Lavoisier. p. 75-98. (709 p.)
- 130. HERMANN H. et CIER J.F. 1970.** *Précis de physiologie : digestion, excrétion urinaire, physiologie générale du muscle et physiologie générale du nerf.* Tome 2. 2<sup>ème</sup> éd. révisée. Paris : Masson et Cie. 349 p.
- 131. HOLICK M. F. 2007.** Vitamin D Deficiency. *N Engl J Med*, Vol 357, n°3, p.266-281.
- 132. HOLT P.R. 1999.** Dairy Foods and Prevention of Colon Cancer: Human Studies. *Journal of the American College of Nutrition*, Vol 18, n°5, p. 379S-391S.
- 133. HORN F., LINDENMEIER G., GRILLHÖSL C., MOC I., BERGHOLD S., SCHNEIDER N. et MÜNSTER B. 2005.** *Biochimie humaine.* Paris: Flammarion Médecine - Sciences. 596 p.
- 134. HOUILLIER P. 2008.** Le récepteur du calcium : un rôle central dans le métabolisme calcique. *Médecine Nucléaire*, Vol 33, n°1, p. 39-45.
- 135. HOUILLIER P., ELADARI D., MARUANI G. et PAILLARD M. 2001.** Récepteur sensible au calcium : physiologie et pathologie. *Archives de pédiatrie*, Vol°8, n°5, p. 516-524.
- 136. HOUILLIER P., MARUANI G. et BRIET M. 2006.** Hypercalcémies extraparathyroïdiennes. *EMC - Endocrinologie-Nutrition*, n°10-012-C-10, 11 p.
- 137. HOUILLIER P., NICOLET-BAROUSSE L., MARUANI G. et PAILLARD M. 2003.** Comment la calcémie est-elle maintenue stable ? *Revue du Rhumatisme*, Vol 70, n°12, p. 1054-1061.
- 138. HUANG T.T.K. et McCRORY M.A. 2005.** Dairy Intake, Obesity, and Metabolic Health in Children and Adolescents: Knowledge and Gaps. *Nutrition Reviews*, Vol 63, n°3, p. 71-80.
- 139. INFORLAB-CHIMIE 1994.** *Photomètre de flamme IC9200 - Mode d'emploi.* France : Electrochimie, Informatisation Laboratoire, Spectrométrie. 42 p.
- 140. INSP 2007.** Transition épidémiologique et système de santé : Projet TAHINA. Résumé de l'enquête national santé 2005. [en ligne]. Document pdf. 20 p. [consulté le 12 mai 2010]. [http://www.sante.dz/insp/Doc\\_ENS\\_07\\_Resume\\_final\\_tahina.pdf](http://www.sante.dz/insp/Doc_ENS_07_Resume_final_tahina.pdf)
- 141. IRELAND J., FAVIER J.C. et FEINBERG M. 2002.** *Répertoire général des aliments : produits laitiers.* 2<sup>ème</sup> éd. Tome 2. Paris : Tec&Doc - Lavoisier. 330 p.
- 142. JACOTOT B. et CAMPILLO B. 2003.** *Nutrition humaine : connaissances et pratique.* Paris : MASSON. 311 p.
- 143. JACQMAIN M., DOUCET E., DESPRES J. P., BOUCHARD C. et TREMBLA A. 2003.** Calcium intake, body composition, and lipoprotein-lipid concentrations in adults. *The Am. J. Clin. Nutr.*, Vol 77, n°6, p. 1448-1452.
- 144. JANAKIRAMAN V., ETTINGER A., MERCADO-GARCIA A., HU H. et HERNANDEZ-AVILA M. 2003.** Calcium Supplements and Bone Resorption in Pregnancy. *Am. J. Prev. Med.*, Vol 24, n°3, p. 260-264.
- 145. JEANTET R., CROGUENNEC T., MAHAUT M., SCHUCK P. et BRULE G. 2008.** *Les produits laitiers.* 2<sup>ème</sup> éd. Paris : Tec & Doc - Lavoisier. 185 p.
- 146. JEANTET R., CROGUENNEC T., SCHUCK P. et BRULE G. 2006.** *Science des aliments : stabilisation biologique et physico-chimique.* Vol 1. Paris : Tec & Doc - Lavoisier. 383 p.
- 147. JOHNSTON F.E. et LAMPL M. 1984.** Anthropometry in studies of malnutrition and behavior. *In BROŽEK J. et SCHÜRCH B. Malnutrition and behavior critical assessment of key issues.* Switzerland : Nestlé Foundation Lausanne. p. 51-70. (656 p.)
- 148. JOURDAIN-MENNINGER D., LECOQ G., GUEDJ J., BOUTET P., DANIEL J.B. et MATHIEU G. 2010.** Evaluation du programme national nutrition santé PNNS2 2006-2010. [en ligne]. RAPPORT IGAS RM2010-057, document pdf. 248 p. [consulté le 11 décembre 2010]. <http://lesrapports.ladocumentationfrancaise.fr/BRP/104000214/0000.pdf>
- 149. KALKWARF H. J., KHOURY J. C. et LANPHEAR B. P. 2003.** Milk intake during childhood and adolescence, adult bone density, and osteoporotic fractures in US women. *Am. J. Clin. Nutr.*, Vol 77,

n°1, p. 257-265

**150. KAMEL S. et DURAND G. 2003.** Bases cellulaires et moléculaires du remodelage osseux physiologique et de ses principaux déséquilibres pathologiques. In **DALATTRE J., DURAND G. et JARDILLIER J.C.** *Biochimie pathologique : aspects moléculaires et cellulaires*. Paris : Flammarion Médecine - Sciences. p. 221-238. (317 p.)

**151. KELLER W. 1983.** Choice of indicators of nutritional status. In **SCHÜRCH B.** *Evaluation of nutrition education in third world communities*. Switzerland : Hans Huber Publishers Bern. p. 101-115. (235 p.)

**152. KRUH J. 1973.** *Biochimie : études médicales et biologiques*. Paris : Hermann. 526 p.

**153. LABARTHE M.C. 2005.** *Nutrition pratique*. Toulouse : Groupe liaisons. 117 p.

**154. LACOUR B., TARDIVEL S. et DRÜEKE T. B. 1995.** Biodisponibilité du calcium exogène. *Nutrition clinique et métabolisme*, Vol°9, n°1, p. 15-28.

**155. LAGENTE M. 2000.** Métabolisme phosphocalcique. In **VALDIGUIE P.** *Biochimie clinique*. 2<sup>ème</sup> éd. Paris : Tec & Doc - Lavoisier. p. 61-98 (340 p.)

**156. LAIRON D., CHERBUT C. et BARRY J.L. 2001.** Fibres alimentaires. In **MARTIN A.** *Apports nutritionnels conseillés pour la population française*. Paris : Tec & Doc – Lavoisier, p. 99-108. (603 p.)

**157. LAMBERT-LAGACE L. 2004.** *Ménopause : nutrition et santé*. Les éditions de l'homme. Québec. 206 p.

**158. LANOU A. J., BERKOW S. E. et BARNARD N. D. 2005.** Calcium, Dairy Products, and Bone Health in Children and Young Adults : A Reevaluation of the Evidence. *Pediatrics*, Vol°115, n°3, p. 736-743.

**159. LAVILLE M. 2005.** Lait produits laitiers, calcium et poids. *Cah., Nutr., Diét.*, Vol 40, Hors série 1, p. 1S35-1S38.

**160. LE JEUNNE C. 2007.** Les hypercalcémies. *Revue Francophone des Laboratoires*, n°389, Supplément 1, p. 29-33.

**161. LEBLANC J.C., GUERIN T., NOEL L., CALARASSI-TRAN G., VOLATIER J.L. et VERGER P. 2005.** « Étude de l'Alimentation Totale » en France - Les minéraux et oligoéléments : 1<sup>ère</sup> partie : calcium, chrome, cobalt, cuivre, lithium, magnésium, manganèse, molybdène. *Science des aliments*, Vol 25, n°3, p. 163-174.

**162. LECERF J.M. 2010.** Les produits laitiers et le risque cardiovasculaire. *Cah., Nutr., Diét.*, Vol 45, n°1, p. 18-26.

**163. LECOQ B. et MARCELLI C. 2007.** Interprétation des examens biologiques habituellement prescrits en pathologie osseuse. *EMC - Traité de Médecine Akos*, n°7-0840, 7 p.

**164. LEDERDER J. 1985.** *Encyclopédie moderne de l'hygiène alimentaire*. Tome 1. 3<sup>ème</sup> éd. Paris : Maloine. 202 p.

**165. LEGRAND P. 2010.** Les nouveaux ANC en acides gras – Une actualisation nécessaire. *CHOLE-DOC*, n°118, 3 p.

**166. LEGRAND P., BOURRE J.M., DESCOMPS B., DURAND G. et RENAUD S. 2001.** Lipides. In **MARTIN A.** *Apports nutritionnels conseillés pour la population française*. Paris : Tec & Doc – Lavoisier, p.63-82 (603 p.)

**167. LEHNINGER A.L. 1985.** *Principes de biochimie*. Paris : Flammarion Médecine - Sciences. 1006 p.

**168. LEMOINE A. 2003.** Les vitamines : rôles nutritionnels chez l'homme. In **BOURGEOIS C.** *Les vitamines dans les industries agro-alimentaires*. Paris : Tec & Doc - Lavoisier. p. 147-164. (708 p.)

**169. LIEBERMAN J. R. et FRIEDLAENDER G. E. 2005.** *Bone regeneration and repair : biology and clinical applications*. USA : Humana Press. 398 p.

**170. LIND L., JAKOBSSON S., LITHELL H., WENGLER B. et LJUNGHALL S. 1988.** Relation of serum calcium concentration to metabolic risk factors for cardiovascular disease. *BMJ*, Vol 297, p. 960-963.

**171. LLOYD T., JOHNSON-ROLLINGS N., EGGLI D.F., KIESELHORST K., MAUGER E.A.**

- et **CARDAMONE CUSATIS D. 2000.** Bone Status among Postmenopausal Women with Different Habitual Caffeine Intakes : A Longitudinal Investigation. *Journal of the American College of Nutrition*, Vol 19, n°2, p.256-261.
- 172. LOKOMBE LEKE A. et MULLIE C. 2004.** Nutrition du nourrisson et diversification alimentaire. *Cah., Nutr., Diét.*, Vol 39, n°5, p. 349-359.
- 173. LOUISOT P. 1983.** *Biochimie générale et médicale : structure, métabolique et sémiologique.* Villeurbanne. Paris : Simep. 1008 p.
- 174. LYNCH M.F., GRIFFIN I.J., HAWTHORNE K.M., CHEN Z., HAMZO M. et ABRAMS S.A. 2007.** Calcium balance in 1–4-y-old children. *The Am. J. Clin. Nutr.*, Vol 85, n°3, p. 750-754.
- 175. MALLET E. 1997.** Exploration biologique du métabolisme phosphocalcique chez l'enfant. *Archives de pédiatrie*, Vol°4, Supplément 2, p. 82S-85S.
- 176. MALLET E. 2004.** Épidémiologie du rachitisme carenciel. *EMC-Endocrinologie*, Vol 1, p 163-169.
- 177. MALLET E., CLAUDE V., BASUYAU J.P. et TOURANCHEAU E. 2005.** Statut calcique et vitamérique D des enfants d'âge préscolaire. A propos d'une enquête pratiquée en région rouennaise. *Archives de pédiatrie*, Vol°12, n°12, p. 1797-1803.
- 178. MARTI C. et FOSSATI P. 1993a.** Carences en calcium chez l'adulte : I-Physiopathologie. *Cah., Nutr., Diét.*, Vol XXVIII, n°5, p. 309-312.
- 179. MARTI C. et FOSSATI P. 1993b.** Carences en calcium chez l'adulte : II- Diagnostic et traitement. *Cah., Nutr., Diét.*, Vol XXVIII, n°6, p 370-375.
- 180. MARTIN A. 2001.** *Apports nutritionnels conseillés pour la population française.* Paris : Tec & Doc - Lavoisier. 603 p.
- 181. MATAIX J., ARANDA P., LOPEZ-JURADO M., SAANCHEZ C., PLANELLS E. et LLOPIS J. 2006.** Factors influencing the intake and plasma levels of calcium, phosphorus and magnesium in southern Spain. *Eur. J. Nutr.*, Vol 45, n°6, p. 349-354.
- 182. McARDLE W.D., KATCH F.I. et KATCH V.L. 2004.** *Nutrition et performances sportives.* 1<sup>ère</sup> éd. Bruxelles : De Boeck. 686 p.
- 183. McCARRON D.A. et REUSSER M.E. 1999.** Finding Consensus in the Dietary Calcium-Blood Pressure Debate. *Journal of the American College of Nutrition*, Vol 18, n°5, p. 398S-405S.
- 184. McCARRON D. A. et REUSSER M. E. 2002.** Hypertensive cardiovascular disease : risk reduction by dietary calcium and dairy foods. *Sciences des aliments*, Vol 22. p. 415-421.
- 185. MELCHIOR J.C. 2002.** Evaluation de l'état nutritionnel : stratégies de dépistage. *Rev Méd Interne*, n°23, Supplément 2, p. 349-368.
- 186. MENNEN L., BERTRAIS S., GALAN P., ARNAULT N., POTIER DE COURCY G. et HERCBERG S. 2002.** The use of computerised 24 h dietary recalls in the French SU.VI.MAX Study : number of recalls required. *European Journal of Clinical Nutrition*, Vol 56, n°7, p. 659-665.
- 187. MEUNIER N., ROTH H., FERRAND L., LAVILLE M. et CANO N. 2009.** La recherche clinique en nutrition - Méthodologie et réglementation des essais cliniques. *Cah., Nutr. et Diét.*, Vol 44, n°6, p. 278-293.
- 188. MICHEAU A. 2004.** *Endocrinologie - Nutrition.* Paris : Vernazobres Grego. 142 p.
- 189. MILLER G.D. et ANDERSON J.J.B. 1999.** The role of calcium in prevention of chronic diseases. *Journal of the American College of Nutrition*, Vol 18, n°5, p. 371S-372S.
- 190. MION F. 2001.** Digestion. In **GUENARD H., BIOULAC B., BOISSEAU M.R., CARRE F., DEMOTES-MAINARD J., DEVILLIER P., HANOUNE J., HARF A., LACOUR J.R., LAMOUR Y., LE NAOUR R., LEVY B., MARTHAN R., MION F., PAILLARD M., SWYNGHEDAUV B., VARENE P. et VINCENT J.D.** *Physiologie humaine.* 3<sup>ème</sup> éd. Paris : Pradel. p. 407-444. (606 p.)
- 191. MOLLARD J.F. 2000.** 40 ans de gazométrie sanguine et autres analytes de l'urgence. *Ann. Biol. Clin.*, Vol 58, n°2, p. 131-140.
- 192. MONTIGNAC M. 1991.** *La diététique du manager : alimentation et performance.* Paris : Artulen. 342 p.



- 193. MOORE M., BRAID S., FALK B. et KLENTROU P. 2007.** Daily calcium intake in male children and adolescents obtained from the rapid assessment method and the 24-hour recall method. *Nutrition Journal*, Vol 6, n°24, 5 p.
- 194. MOREIRA P., PADEZ C., MOURAO I. et ROSADO V. 2005.** Dietary calcium and body mass index in Portuguese Children. *European journal of Clinical Nutrition*, Vol 59, n°7, p. 861-867.
- 195. MORRIS J., HAWTHORNE K. M., HOTZE T., ABRAMS S. A. et HIRSCHI K. D. 2008.** Nutritional impact of elevated calcium transport activity in carrots. *PNAS*, Vol 105, n°5, p. 1431-1435.
- 196. MOUSSARD C. 2006.** *Biochimie structurale et métabolisme*. 3<sup>ème</sup> éd. Bruxelles : De Boeck. 352 p.
- 197. MULLER C. 1987.** *Les examens de laboratoire*. 8<sup>ème</sup> éd. Revue et augmentée. Paris : Maloine. 271 p.
- 198. NATIONAL INSTITUTES OF HEALTH 2000.** *The Practical Guide : Identification, evaluation, and treatment of overweight and obesity in adults*. NIH Publication Number 00-4084. [en ligne]. Document pdf. 94 p. [consulté le 25 janvier 2009]. [http://www.nhlbi.nih.gov/guidelines/obesity/prctgd\\_c.pdf](http://www.nhlbi.nih.gov/guidelines/obesity/prctgd_c.pdf)
- 199. NORDIN B.E.C. 1997.** Calcium in health and disease. *FAO*, n°20, p. 13-26.
- 200. NORDIN B.E.C. et MORRIS H.A. 2011.** Recalculation of the calcium requirement of adult men. *The Am. J. Clin. Nutr.*, Vol 93, n°2, p. 442-445.
- 201. O'BRIEN K.O., DONANGELO C. M., VARGAS ZAPATA C. L., ABRAMS S. A., SPENCER E. M. et KING J. C. 2006.** Bone calcium turnover during pregnancy and lactation in women with low calcium diets is associated with calcium intake and circulating insulin-like growth factor 1 concentrations. *The Am. J. Clin. Nutr.*, Vol 83, n°2, p. 317-323.
- 202. OBERLIN F. et KOEGER Ac. 1998.** Principales anomalies du bilan phosphocalcique. *Encycl., Méd., Chir.*, n°7-0705, 4 p.
- 203. OMS 1989.** *La mesure de l'obésité – Classification et description des données anthropométriques*. Genève : Bibliothèque OMS, EUR/ICP/NUT 125. 24 p.
- 204. OMS 1992.** *Conduites de petites enquêtes nutritionnelles : manuel de terrain*. Rome : FAO. 180 p.
- 205. OMS 1995.** *Utilisation et interprétation de l'anthropométrie*. Rapport d'un comité OMS d'experts, série de rapports techniques, n°854. Genève : OMS. 498 p.
- 206. OMS 2003a.** *Obésité : prévention et prise en charge de l'épidémie mondiale*. Genève : OMS, série de rapports techniques, n°894. 284 p.
- 207. OMS 2003b.** *Prevention and management of osteoporosis*. Série de rapports techniques, n°921. Genève : OMS. 192 p.
- 208. OMS 2005.** Mesure des facteurs de risque des maladies non transmissibles dans deux wilayas pilotes en Algérie. Approche Step « Wise » de l'OMS, Rapport final. [en ligne]. Document pdf. 227 p. [consulté le 20 juin 2010]. [http://www.who.int/chp/steps/STEPS\\_Algeria\\_Data.pdf](http://www.who.int/chp/steps/STEPS_Algeria_Data.pdf)
- 209. OULAMARA H. 2006.** Obésité et surpoids des enfants scolarisés - Prévalence à Constantine 1996-2004. Facteurs de risque associés à Constantine et Jijel. Thèse présentée pour l'obtention du Doctorat en Sciences, Option Nutrition, INATAA, UMC. 244 p.
- 210. PASSMORE R., NICOL B.M., NARAYANA RAO M., BEATON G.H. et DEMAUYER E.M. 1974.** *Manuel sur les besoins nutritionnels de l'homme*. Rome : FAO/OMS. 64 p.
- 211. PATEL S., MARCHANT J. S. et BRAILOIU E. 2010.** Two-pore channels : Regulation by NAADP and customized roles in triggering calcium signals. *Cell Calcium*, Vol 47, p. 480-490.
- 212. PILARDEAU P. 1995.** *Biochimie et nutrition des activités physiques et sportives : le métabolisme énergétique*. Tome 1. Paris : Masson. 407 p.
- 213. PINTA M. 1954.** Photométrie de flamme. *Chimie Analytique*, Vol°5, p. 126-130.
- 214. POIRIER J., RIBADEAU-DUMAS J.L., CATALA M., ANDRE J.M., GHERARDI R. et BERNAUDIN J.F. 2002.** *Histologie : les tissus*. Paris : Masson. 206 p.
- 215. POISSONNET C.M. 1991.** *L'encyclopédie de la nutrition : guide des aliments et des régimes*. France : Du Rocher. 271 p.

- 216. POORTMANS J.R. et BOISSEAU N. 2003.** *Biochimie : des activités physiques.* 2<sup>ème</sup> éd. Bruxelles : De Boeck. 480 p.
- 217. PORTH C. M. 2006.** *Essentials of Pathophysiology : Concepts of Altered Health States.* UK : Lippincott Williams&Wilkins. 1184 p.
- 218. POTIER DE COURCY G., CHRISTIDES J.P. et HERCBERG S. 2001.** Vitamines B9 (acide folique). In **MARTIN A.** *Apports nutritionnels conseillés pour la population française.* Paris : Tec & Doc – Lavoisier, p. 205-211. (603 p.)
- 219. RICHARD D. et VALET P. 1994.** *Le calcium dans l'organisme.* Paris : Nathan. 127 p.
- 220. ROMON M. 2001.** Evaluation de l'apport alimentaire. In **BASDEVANT A., LAVILLE M. et LEREBOURS E.** *Traité de nutrition clinique de l'adulte.* Paris : Flammarion Médecine - Sciences. p. 109-120. (723 p.)
- 221. ROUX S. et ORCEL P. 2000.** Le récepteur du calcium (CAR). *Revue du Rhumatisme*, Vol 67 Supplément 2, p. 58-63.
- 222. RUASSE J.P. 2002.** *Les nouveaux choix alimentaires : pour plus de vitamines et minéraux dans moins de calories.* Paris : Iprédis. 139 p.
- 223. RULLIER B. 2004.** *L'hygiène alimentaire.* 2<sup>ème</sup> éd. Paris : Nathan. 159 p.
- 224. RUMEAU-ROUQUETTE C., BREART G. et PADIEU R. 1991.** Méthodes en épidémiologie. Echantillonnage-Investigations-Analyse. 3<sup>ème</sup> éd. Paris : Flammarion Médecine - Sciences. 398 p.
- 225. RUSHTON L. 2004.** *The endocrine system.* USA : Infobase Publishing. 124 p.
- 226. SACCONI E. 2008.** Marqueurs biochimiques de l'état nutritionnel. *OptionBio*, n°395, p. 17-18.
- 227. SALL J. 1998.** StatView, version 5 : analyse statistique. 2<sup>ème</sup> éd., SAS, Institute INC, USA.
- 228. SAN GABRIEL A., UNEYAMA H., MAEKAWA T. et TORII K. 2009.** The calcium-sensing receptor in taste tissue. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, Vol°378, n°3, p. 414-418.
- 229. SCANLON V. C. et SANDERS T. 2007.** *Essentials of anatomy and physiology.* 5<sup>th</sup> ed. USA : F. A. Davis Company. 603 p.
- 230. SEIGNALET J. 2004.** *L'alimentation ou la troisième médecine.* 5<sup>ème</sup> éd. revue et augmentée. Paris : Collection Ecologie Humaine. 660 p.
- 231. SHECHTER E. et ROSSIGNOL B. 2004.** *Biochimie et biophysique des membranes : aspects structuraux et fonctionnels.* 2<sup>ème</sup> éd. Paris : Dunod. 466 p.
- 232. SHENKIN A. 2008.** Basics in clinical nutrition: Physiological function and deficiency states of vitamins. *E-SPEN, the European e-Journal of Clinical Nutrition and Metabolism*, Vol 3, n°6, p. e275-e280.
- 233. SHI H., DIRIENZO D. et ZEMEL M.B. 2001.** Effects of dietary calcium on adipocyte lipid metabolism and body weight regulation in energy-restricted aP2-agouti transgenic mice. *The FASEB Journal*, Vol 15, n°2, p.291-293.
- 234. SILBERNAGL S. et DESPOPOULOS A. 2001.** Atlas de poche de physiologie. 3<sup>ème</sup> éd. Paris : Flammarion Médecine - Sciences. 436 p.
- 235. SILBERNAGL S. et LANG F. 2002.** *Atlas de poche de physiopathologie.* 2<sup>ème</sup> tirage. Paris : Flammarion Médecine - Sciences. 406 p.
- 236. SIRI-TARINO P.W., SUN Q., HU F.B. et KRAUSS R.M. 2010.** Meta-analysis of prospective cohort studies evaluating the association of saturated fat with cardiovascular disease. *The Am. J. Clin. Nutri.*, Vol°91, n°3, p. 535-546
- 237. SLAMA G. 1979.** Syndromes de carences et d'excès en vitamines et en oligoéléments. In **TCHOBROUTSKY G. et GUY-GRAND B.** *Nutrition métabolismes et diététique.* 2<sup>ème</sup> éd. Paris : Flammarion Médecine - Sciences. p. 262-269. (337 p.)
- 238. SOBOTKA L., ALLISON S. et STANGA Z. 2008.** Basics in clinical nutrition: Water and electrolytes in health and disease. *e-SPEN, the European e-Journal of Clinical Nutrition and Metabolism*, Vol 3, n°6, p. e259-e266.
- 239. SOUBERBIELLE J. C. et PORQUET D. 1998.** Les outils de l'exploration du métabolisme

- phosphocalcique et du métabolisme osseux. *Médecine et Nutrition*, Tome 34, n°2, p. 57-75.
- 240. SOUBERBIELLE J. C., FRIEDLANDER G. et CORMIER C. 2006.** Aspects pratiques des dosages de PTH. *Immuno-analyse & Biologie spécialisée*, Vol°21, n°2, p. 110-118.
- 241. SOUBERBIELLE J. C., LAWSON-BODY E. et CORMIER C. 2002.** Actualité sur la PTH : nos dosages ne reconnaissent pas que la PTH intacte ! *Immuno-analyse & Biologie spécialisée*, Vol 17, n°1, p. 48-53.
- 242. SOUBERBIELLE J.C., PRIE D., COURBEBASSE M., FRIEDLANDER G., HOULLIER P., MARUANI G., CAVALIERE E. et CORMIER C. 2009.** Actualité sur les effets de la vitamine D et l'évaluation du statut vitaminique D. *Revue francophone des laboratoires*, n°414, p. 31-39.
- 243. SOUCI S.W., FACHMANN W. et KRAUT H. 1994.** *La composition des aliments : tableau des valeurs nutritives*. 5<sup>ème</sup> éd. Medpham Scientific Publishers stuttgart. 1091 p.
- 244. ST-JEAN E. 2004.** La calcémie : trouver le juste milieu. *Le clinicien*, Vol 19, n°11, p. 71-76.
- 245. STARON T. 1981.** *L'alimentation humaine : 1<sup>ère</sup> partie, contribution à l'étude des constituants alimentaires et des aliments*. Paris : Apria. 163 p.
- 246. STEVENS A. et LOWE J. 2006.** *Histologie humaine*. 3<sup>ème</sup> éd. Paris : Elsevier. 459 p.
- 247. SU.VI.MAX. 1994.** *Portions alimentaires. Manuel photos pour l'estimation des quantités*. Paris : Polytechnica. 118 p.
- 248. SU.VI.MAX. 2006.** *Table de composition des aliments*. Paris : Economica. 182 p.
- 249. SULLIVAN R.J. 2004.** *Digestion and nutrition*. USA : Infobase Publishing. 118 p.
- 250. THOULON-PAGE C. 1993.** *Pratique diététique courante*. 4<sup>ème</sup> éd. révisée. Paris : Masson. 243 p.
- 251. TOME D., BOS C., MARIOTTI F. et GAUDICHON C. 2002.** Protein quality and FAO/WHO recommendations. *Sciences des aliments*, Vol 22. p. 393-405.
- 252. TOUATI-MECHERI D., AGLI A.N. et POTIER DE COURCY G. 2007.** Apports nutritionnels d'une population de femmes enceintes de Constantine (Algérie). *Cah. Nutr. Diét.*, Vol 42, n°5, p. 266-275.
- 253. TREMOLLIÈRES J., SERVILLE Y. et DUPIN H. 1980.** Besoins de matière. In **TREMOLLIÈRES J., SERVILLE Y., JACQUOT R. et DUPIN H.** *Manuel d'alimentation humaine : Les bases d'alimentation*. Tome 1. 9<sup>ème</sup> éd. revue et augmentée. Paris : ESF. p. 299-348. (553 p.)
- 254. UNITED NATIONS OF INTERNATIONAL CHILDREN'S EMERGENCY FUND (UNICEF) 1996.** *Guide pour la lutte contre les carences nutritionnelles : à l'usage des personnels de santé*. Alger : UNICEF. 220 p.
- 255. VAJPAYEE N., GRAHAM S.S. et BEM S. 2007.** Basic Examination of Blood and Bone Marrow. In **HUTCHISON R.E. et McPHERSON R.A.** *Henry's Clinical Diagnosis and Management by Laboratory Methods*. 21<sup>st</sup> ed, Philadelphia : Saunders/Elsevier, p. 457-483 (1472 p.)
- 256. VAN DE GRAAFF K.M. et IRAFOX S. 1999.** *Concepts of human anatomy and physiology*. 5<sup>th</sup> ed. USA : Mc Graw-Hill. 994 p.
- 257. VASSAULT A. 2006.** Calcium total et ionisé. *EMC-Biologie clinique*, n°90-10-0260, 12 p.
- 258. VASSON M.P. 2003.** Introduction à la nutrition humaine : bases conceptuelles et applications. In **DALATTRE J., DURAND G. et JARDILLIER J.C.** *Biochimie pathologique : aspects moléculaires et cellulaires*. Paris : Flammarion Médecine - Sciences. p. 133-161. (317 p.)
- 259. VERGER B. et YOUNG J. 1997.** Les hypercalcémies. In **MASSOL J., PENFORNIS A. et GERSON M.** *Décision en endocrinologie diabétologie et nutrition*. Paris : Vigot. p. 338-346. (431 p.)
- 260. VILKAS M. 1994.** *Vitamines : mécanismes d'action chimique*. Paris : Hermann. 167 p.
- 261. VINCENT P. 1978.** *Le corps humain*. Paris : Librairie Vuibert. 352 p.
- 262. WALKER S. et McMAHON D. 2008.** *Biochemistry Demystified*. USA : The McGraw-Hill Companies. 370 p.
- 263. WORD HEALTH ORGANIZATION (WHO) 2010a.** WHO global infobase : Data for saving lives. [en ligne]. Document Html. 6 p. [consulté le 30 septembre 2010].  
<https://apps.who.int/infobase/Comparisons.aspx>
- 264. WHO 2010b.** WHO Meeting on Estimating Appropriate Levels of Vitamins and Minerals for Food

Fortification Programmes : The WHO Intake Monitoring, Assessment and Planning Program (IMAPP). [en ligne]. Genève : OMS. 24 p. [consulté le 28 septembre 2010]. <http://www.who.int/nutrition/publications/micronutrients/9789241599603.pdf>

**265. WOLF G. 2002.** Intestinal Bile Acids Can Bind to and Activate the Vitamin D Receptor. *Nutrition Reviews*, Vol 60, n°9. p. 281-283.

**266. XUE B. et ZEMEL M.B. 2000.** Relationship between human adipose tissue agouti and fatty acid synthase (FAS). *J. Nutr.*, Vol 130, n°10, p. 2478-2481.

**267. ZEMEL M. B. 2002.** Calcium, dairy products and weight control. *Sciences des aliments*, Vol 22. p. 451-456.

**268. ZEMEL M.B., SHI H., GREER B., DIRIENZO D. et ZEMEL P.C. 2000.** Regulation of adiposity by dietary calcium. *The FASEB Journal*, Vol 14, n°9, p. 1132-1138.

**269. ZEMEL M.B. et MILLER S. L. 2004.** Dietary Calcium and Dairy Modulation of Adiposity and Obesity Risk. *Nutrition Reviews*, Vol 62, n°4, p. 125-131.

# **Annexes**

**ANNEXE 01**

**Changements apportés au questionnaire définitif  
(Résultats de la pré-enquête)**

**Questions modifiées**

Avant modification	Après modification
<b>III. Rappel des 24 heures</b>	
Une seule ligne pour collations sans spécifier matin ou soir	Deux lignes de collation : une pour avant déjeuner et l'autre pour après dîner (voir annexe 02)
<b>IV. Fréquence de consommation habituelle des aliments</b>	
La question est relative pour chaque aliment. Les fréquences sont quantitatives et qualitatives. <b>Exemple :</b> Buvez-vous du lait tous les jours ? Si oui, combien en buvez-vous par jour ?..... Si non, combien en buvez-vous par semaine ?..... De quel genre de lait s'agit-il ?.....	Dans un tableau, où sont mentionnés tous les aliments. Les fréquences sont semi-quantitatives (voir annexe 02)
<b>V. Etat de santé</b>	
Actuellement souffrez-vous d'une quelconque maladie ou affection ? Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Si oui, la quelle ?	Je vais vous énumérer une série de maladies ou affections. Pouvez vous m'indiquer si vous souffrez d'une d'entre elle (voir annexe 02).

**Questions supprimées**

Rubrique	Questions supprimées
En-tête du questionnaire	Nom de l'enquêteur :..... Lieu de l'enquête :.....
Identification	Age :.....ans Lieu de naissance :..... Adresse :.....
Rappel des 24 heures	Grignotage
Etat de santé – Compléments alimentaires	Par qui, il vous a été administré ces compléments/suppléments alimentaires ?.....
Signes cliniques	Autres :.....

**ANNEXE 02**  
**Questionnaire d'enquête n°01**  
**« Alimentation, état nutritionnel, apport calcique et calcémie »**

N° du questionnaire : .....

Date de l'enquête : ...../...../2009

**I. IDENTIFICATION**

Nom : .....

Prénom : .....

Sexe : F  M

Date de naissance : ...../...../19.....

Lieu de résidence : .....

**II. EXAMEN ANTHROPOMETRIQUE**

Poids :  ,  kg

Taille :  ,  cm

**III. RAPPEL DES 24 HEURES**

En vous aidant du carnet photos ci montré, veuillez remplir les cases ci-dessous.

	Type d'aliment/boisson	Nombre d'unité consommée	Code	Taille de portion associée à l'unité (g)
<b>Petit-déjeuner</b>	..... ..... ..... .....	..... ..... ..... .....	..... ..... ..... .....	..... ..... ..... .....
<b>Avant déjeuner</b>	..... ..... .....	..... ..... .....	..... ..... .....	..... ..... .....
<b>Déjeuner</b>	..... ..... ..... .....	..... ..... ..... .....	..... ..... ..... .....	..... ..... ..... .....
<b>Goûter</b>	..... ..... .....	..... ..... .....	..... ..... .....	..... ..... .....
<b>Dîner</b>	..... ..... ..... .....	..... ..... ..... .....	..... ..... ..... .....	..... ..... ..... .....
<b>Après dîner</b>	..... ..... .....	..... ..... .....	..... ..... .....	..... ..... .....

#### IV. FREQUENCE DE CONSOMMATION HABITUELLE DES ALIMENTS

Pour chacun des aliments que nous allons vous citer, indiquez votre fréquence de consommation.

GROUPE D'ALIMENTS	ALIMENTS	FREQUENCE DE CONSOMMATION			
		Quotidienne	Hebdomadaire	Mensuelle	Jamais
<b>LAIT ET PRODUITS LAITIERS</b>	Lait (cru, en sachet, en poudre, etc.)				
	Fromage (portions, barres, camembert, gruyère, etc.)				
	Yaourt (nature, aromatisé, fruité, etc.)				
	L'ben, lait caillé				
	Crème dessert/flan				
<b>CEREALES, LEGUMINEUSES ET FECULENTS</b>	Pain/galette				
	Pâtes alimentaires (industrielles et traditionnelles)				
	Légumineuses (lentilles, haricots blancs, pois-chiches, etc.)				
	Pommes de terre (ragoût, au four, frites, chips, etc.)				
<b>VIANDES, POISSONS, ŒUFS ET CHARCUTERIES</b>	Viances rouges (agneau, bœuf, abats, etc.)				
	Viances blanches (poulet, dinde, etc.)				
	Poissons (frais, congelés, conserves)				
	Œufs				
	Charcuteries (merguez, cachir, pâté, etc.)				
<b>FRUITS ET LEGUMES</b>	Fruits (frais, secs)				
	Légumes (crus, cuits)				
<b>CORPS GRAS ET PRODUITS SUCRES</b>	Margarine/beurre/ Graisse animale (tartine, friture, cuisson, etc.)				
	Huile (d'olive, de table, etc.)				
	Graines oléagineuses (amandes, cacahuètes, noix, etc.)				
	Pâtisserie/Gâteaux sucrés et salés (mille-feuilles, pizzas, etc.)				
	Biscuits (petits-beurre, etc.)				
	Bonbons				
	Chocolat (en barres, tablettes, pâte à tartiner, etc.)				
	Confiture				
	Viennoiseries (brioche, croissant, pain au chocolat, etc.)				
<b>EAU ET BOISSONS</b>	Eau				
	Sodas/Jus de fruits				
	Café				
	Thé				

#### V. ETAT DE SANTE

1. Prenez-vous des suppléments/compléments alimentaires ?

Oui  Non

Si oui, le(s)quel(s) ? .....



Dans quel but le(s) prenez-vous :.....

2. Je vais vous énumérer une série de maladies ou affections. Pouvez vous m'indiquer si vous souffrez d'une d'entre elle :

Glycémie irrégulière	Oui	<input type="checkbox"/>	Non	<input type="checkbox"/>
Tension artérielle élevée	Oui	<input type="checkbox"/>	Non	<input type="checkbox"/>
Troubles cardio-vasculaires	Oui	<input type="checkbox"/>	Non	<input type="checkbox"/>
Augmentation de la teneur en cholestérol	Oui	<input type="checkbox"/>	Non	<input type="checkbox"/>
Colopathie	Oui	<input type="checkbox"/>	Non	<input type="checkbox"/>
Allergie alimentaire ou intolérance alimentaire	Oui	<input type="checkbox"/>	Non	<input type="checkbox"/>
Autre(s) :.....				

3. Pratiquez-vous de l'exercice physique ?

Oui  Non

Combien de fois le pratiquez-vous ?.....

Combien de temps le pratiquez-vous ?.....

#### VI. EXAMEN CLINIQUE

Ongles cassés

Nodules thyroïdiens

Peau sèche

Crampes

Constipation

Chute modérée des cheveux

**ANNEXE 03**  
**Questionnaire d'enquête n°02 et n°03**  
**« Alimentation, état nutritionnel, apport calcique et calcémie »**

N° du questionnaire : .....

Date de l'enquête : ...../...../2009

**I. IDENTIFICATION**

Nom : .....

Prénom : .....

**II. RAPPEL DES 24 HEURES**

En vous aidant du carnet photos ci montré, veuillez remplir les cases ci-dessous.

	Type d'aliment/boisson	Nombre d'unité consommée	Code	Taille de portion associée à l'unité (g)
<b>Petit-déjeuner</b>	..... ..... ..... ..... .....	..... ..... ..... ..... .....	..... ..... ..... ..... .....	..... ..... ..... ..... .....
<b>Avant déjeuner</b>	..... ..... .....	..... ..... .....	..... ..... .....	..... ..... .....
<b>Déjeuner</b>	..... ..... ..... ..... .....	..... ..... ..... ..... .....	..... ..... ..... ..... .....	..... ..... ..... ..... .....
<b>Goûter</b>	..... ..... .....	..... ..... .....	..... ..... .....	..... ..... .....
<b>Dîner</b>	..... ..... ..... ..... .....	..... ..... ..... ..... .....	..... ..... ..... ..... .....	..... ..... ..... ..... .....
<b>Après dîner</b>	..... ..... .....	..... ..... .....	..... ..... .....	..... ..... .....

**ANNEXE 04**  
**Questionnaire d'enquête n°04**  
**« Alimentation, état nutritionnel, apport calcique et calcémie »**

N° du questionnaire : .....

Date de l'enquête : ...../...../2009

**I. IDENTIFICATION**

Nom : ..... Prénom : .....

**II. RAPPEL DES 24 HEURES**

En vous aidant du carnet photos ci montré, veuillez remplir les cases ci-dessous.

	Type d'aliment/boisson	Nombre d'unité consommée	Code	Taille de portion associée à l'unité (g)
<b>Petit-déjeuner</b>	..... ..... ..... .....	..... ..... ..... .....	..... ..... ..... .....	..... ..... ..... .....
<b>Avant déjeuner</b>	..... ..... ..... .....	..... ..... ..... .....	..... ..... ..... .....	..... ..... ..... .....
<b>Déjeuner</b>	..... ..... ..... .....	..... ..... ..... .....	..... ..... ..... .....	..... ..... ..... .....
<b>Goûter</b>	..... ..... ..... .....	..... ..... ..... .....	..... ..... ..... .....	..... ..... ..... .....
<b>Dîner</b>	..... ..... ..... .....	..... ..... ..... .....	..... ..... ..... .....	..... ..... ..... .....
<b>Après dîner</b>	..... ..... ..... .....	..... ..... ..... .....	..... ..... ..... .....	..... ..... ..... .....

**III. PRESSION ARTERIELLE**

Systolique :    mmHg

Diastolique :    mmHg

## Abstract

**Study objectives:** Evaluation of food, nutritional status, calcium intake and calcemia in a population of young adults.

**Methodology:** A descriptive sectional survey was conducted on 418 subjects aged between 18 and 26 years old from march to may 2009. The questionnaire collected anthropometric data, dietary recall by 24 h, the frequency of consumption of habitual foods. The calcium intake (by three other recalls), measurement of blood pressure and blood samples for the determination of hematocrit and calcemia were performed on a subsample of 208 subjects.

**Results:** Over 21% of subjects were overweight, while 4,07% are obese. The contribution of food to daily energy intake is below the international recommendations for nearly 85% of women and over 37% of men. Overall, mean intakes of minerals (calcium, phosphorus, magnesium and iron) and vitamins (A, C, D and B9) are lower compared to recommended dietary allowances. These intakes appear to be significantly more deficient in the female population than male. These results maintain their reliability on the distribution by overweight and obesity. We observed an inverse and significant relationship between calcium intake and body mass (overweight and obese). This relationship aligns to that reported by numerous studies in the literature. The three main meals of the day contribute most to the daily calcium intake, in addition to snack food. Dairy calcium is one that contributes significantly to total daily calcium intake (46,49%). The frequency of usual consumption of food is more for fat and sugar ( $5,15 \pm 1,89$  per/day).

Calcium intake of the subsample only confirmed the problem of calcium deficiency that exists among young adults ( $717,24 \pm 284,79$  mg/day). The results of tensional numbers showed that the pressures are significantly higher in men. We also noted an inverse relationship between calcium intake and blood pressure, as suggested in the literature, but only in males ( $r=-0,0213$ ,  $p=0,000$ ). The hematocrit testifies that the nutritional imbalance of these subjects. While the calcemia is a highly accurate constant with a margin of error low and therefore, intra and extracellular concentration is tightly regulated.

**Conclusion:** The normal diet of these subjects makes it difficult to achieve the recommended dietary allowances, especially calcium. A system for monitoring the nutritional status would be required to correct this imbalance food.

**Keywords:** Calcium intake – Calcemia – Nutritional deficiencies – Nutritional state – Young adults

## ملخص

**أهداف الدراسة:** تقييم الغذاء, حالة التغذية, مساهمة الكالسيوم ونسبة الكالسيوم في الدم عند الشباب البالغين.

**المنهجية:** أجريت دراسة مستعرضة وصفية على 418 شخص أعمارهم تتراوح بين 18 و26 سنة من شهر مارس حتى شهر ماي 2009. التحقيق جمع معطيات الانتروبوميترى ومساهمة ا غذية عن طريق التذكير 24 ساعة الماضية وتكرار الاستهلاك العادي للأطعمة. مساهمة الكالسيوم (عن طريق التذكير 24 ساعة الماضية وذلك بتكرير العملية لثلاثة مرات) وقياس الضغط الدموي وأخذ عينات من الدم من أجل تقدير الهيماتوكريت (الكسر الحجمي لكريات الدم الحمراء) ونسبة الكالسيوم في الدم, أجريت هذه العملية على عينة تتكون من 208 شخص.

**النتائج:** أكثر من 21% من أشخاص يعانون من زيادة في الوزن بينما 4,07% يعانون من السمنة مساهمة ا غذية في الطاقة اليومية أقل من التوصيات الدولية لما يقارب 85% من النساء وأكثر من 37% من الرجال. عموما متوسط مساهمات المعادن (الكالسيوم, الفوسفور, المغنزيوم والحديد) والفيتامينات (أ, س, د و ب9) هي أقل من المستوى بالمقارنة مع المساهمات المنصوح بها. هذه المساهمات تبدو بشكل ملحوظ أقل عند النساء من الذكور. هذه النتائج تحافظ على مصداقيتها أيضا عند توزيعها حسب الجسمانية. لاحظنا وجود علاقة عكسية وواضحة بين تناول الكالسيوم و الجسمانية (زيادة في الوزن و السمنة), هذه العلاقة تؤيد ما وجدته الدراسات المختلفة. وجبات الطعام الثلاثة الرئيسية في اليوم تساهم أكثر من غيرها في مستوى الكالسيوم اليومي, يضاف إليهم الوجبة المسائية. الكالسيوم الوارد من الحليب ومشتقاته هو الذي يساهم بصفة واضحة في مستوى الكالسيوم اليومي (46,49%). إن تكرار الاستهلاك العادي للأطعمة يميل إلى الأطعمة الدسمة و الحلوة ( $1,89 \pm 5,15$  مرة في اليوم).

مساهمة الكالسيوم في عينة الأشخاص تؤكد مشكل نقص الكالسيوم عند الشباب البالغين ( $717,24 \pm 284,79$  ملغ في اليوم). أظهرت نتائج الضغط الدموي أنها أعلى بشكل كبير عند الرجال, مع وجود علاقة عكسية بين إستهلاك الكالسيوم والضغط الدموي لكن عند الرجال فقط ( $r=-0,0213, p=0,000$ ). الهيماتوكريت يؤكد إختلال التوازن الغذائي. إن نسبة الكالسيوم في الدم جد ثابتة و بدقة كبيرة مع مجال تغير ضعيف جدا إذن تركيزه داخل و خارج الخلية منظم للغاية .

**الخلاصة:** غذاء الشباب يجعل من الصعب تحقيق المساهمات المنصوح بها و خاصة الكالسيوم. نظام مراقبة لحالة التغذية سيكون ضروري من أجل تصحيح التوازن الغذائي.

**الكلمات الدالة:** مساهمة الكالسيوم - نسبة الكالسيوم في الدم - نقص التغذية - حالة التغذية - الشباب البالغين

## Résumé

**Objectifs de l'étude :** Evaluation de l'alimentation, de l'état nutritionnel, de l'apport calcique et de la calcémie chez une population de jeunes adultes.

**Méthodologie :** Une enquête transversale descriptive a été réalisée sur 418 sujets âgés entre 18 et 26 ans, du mois de mars à mai 2009. Le questionnaire a recueilli des données anthropométriques, les apports alimentaires par rappel des 24 h et la fréquence de consommation habituelle des aliments. L'apport calcique (par trois autres rappels des 24 h), la mesure de la pression artérielle et les prélèvements de sang pour le dosage de l'hématocrite et de la calcémie ont été réalisés sur un sous échantillon de 208 sujets.

**Résultats :** Plus de 21% des sujets sont en surcharge pondérale alors que 4,07% sont obèses. La contribution des aliments à l'apport énergétique quotidien est en dessous des recommandations internationales pour près de 85% des femmes et plus de 37% des hommes. Globalement, les apports moyens en minéraux (calcium, phosphore, magnésium et fer) et en vitamines (A, C, D et B9) sont moindres par rapport aux apports conseillés. Ces apports semblent significativement plus déficients chez la population féminine que masculine. Ces résultats gardent leur fiabilité quant à la répartition selon l'état pondéral. Nous avons observé une relation inverse et significative entre la consommation de calcium et la corpulence (surpoids et obèses). Cette relation s'aligne à celle rapportée par de nombreuses études dans la littérature. Les trois principaux repas de la journée contribuent le plus à l'apport calcique quotidien, à cela s'ajoute le goûter. Le calcium laitier est celui qui contribue de manière significative à l'apport calcique quotidien total (46,49%). La fréquence de consommation habituelle des aliments est plus en faveur de produits gras et sucrés ( $5,15 \pm 1,89$  fois/jour).

Les apports calciques du sous échantillon n'a fait que confirmer le problème de carence calcique qui subsiste chez ces jeunes adultes ( $717,24 \pm 284,79$  mg/jour). Les résultats des chiffres tensionnels ont montré que les pressions sont significativement plus élevées chez les hommes. Nous avons également noté une relation inverse entre la consommation de calcium et la pression artérielle, comme suggérée dans la littérature, mais uniquement chez la population masculine ( $r=-0,0213$ ,  $p=0,000$ ). L'hématocrite n'a fait que témoigner du déséquilibre alimentaire de ces sujets. Tandis que la calcémie est une constante extrêmement précise avec une marge de variation faible et donc, sa concentration intra et extracellulaire est finement régulée.

**Conclusion :** L'alimentation courante de ces sujets permet difficilement d'atteindre les apports conseillés et particulièrement en calcium. Un système de surveillance de l'état nutritionnel serait nécessaire pour corriger ce déséquilibre alimentaire.

**Mots clés :** Apport calcique – Calcémie – Carences nutritionnelles – Etat nutritionnel – Jeunes adultes