

*Faculté des sciences humaines et sociales*

*Département de Sciences et Technologies des Activités  
Physiques et Sportives*

**STAPS**

# *Mémoire de fin de cycle*

*En vue de l'obtention du diplôme de Master en STAPS*

*Spécialité: Activité Physique et Sportive Scolaire.*

## **Effets de l'activité physique sportive et la nutrition sur la maturation osseuse**

*Présenté par*

BOUZELMAT Melkheir

*Encadré par*

Mr BENASMANE. A

Juin 2016

# *Mémoire de fin de cycle*

*En vue de l'obtention du diplôme de Master en STAPS*

*Spécialité: Activité Physique et Sportive Scolaire.*

## **Effets de l'activité physique sportive et la nutrition sur la maturation osseuse**

*Présenté par*

BOUZELMAT Melkheir

*Encadré par*

Mr BENASMANE. A

**Juin 2016**

## *Remerciements*

*Louanges à Allah le tout puissant qui m'a donné du courage et de la chance de faire des études.*

*J'adresse mes remerciement à mon encadreur Monsieur BENASMAN, vous m'avez constamment guidé et encouragé dans ce travail, vous m'avez aidé à trouver des solutions pour avancer, je vous remercierez jamais assez pour votre disponibilité et pour avoir mis à ma disposition toute votre compétence et connaissance scientifique, aussi avoir cru en mes capacités. Merci monsieur.*

*Je remercie Dr BENKHALATE, sans vous je n'aurais pas cerné toute la valeur de ce travail.*

*Je remercie le chef de daïra de chemini.*

*Je remercie les institutions médicales de chemini et d'akfadou*

*Les membres du club de olympic akfadou et on particulier Mr SADAoui LEGHANI.*

*Les membres du club de jeunesse sportif de chemini , Mr MADACI YACINE et Mr BOUZELMAT YAHIA.*

*Les enfants et leurs parents de notre échantillon d'avoir accepté de se prêter à cette étude.*

*Je remercie tous les enseignants de notre département STAPS de Béjaia, qui m'ont formée durant tout mon cursus.*

# *Dédicaces*

*Je dédie ce modeste travail à*

*A mes parents*

*A mon mari*

*A toute la famille et belle famille*

*A mes amis (tous les STAPS)*

# Dédicaces

*Je dédie se modeste travail a :*

*Ma maman et mon papa qui ont fait de moi une femme, je ne vous remercierai jamais assez.*

*A mon mari qui me complète, je t'aime.*

*A mes deux frères, vous êtes les plus beaux frères du monde.*

*A mon beau père et belle mère, merci pour votre soutien et confiance.*

*A mes belle sœurs, leurs maris et enfants ; Kahina, Louiza, Faiza.*

*A mes petit sœurs ; Thiziri et Khokha merci pour tous.*

*A mes beau frères, Farhat et sa femme Stifani et leurs enfants*

*A zilalsen*

*A mes grand parents que dieux vous garde et protège.*

*A mes tantes, leurs maris et enfants, Sabiha, Bahia, Lynda.*

*A mes oncles, femmes et enfants, Omar, Karim, Zahir ET Arzki.  
Et bien sur khali mourad.*

*A mes cousins qui me manque : yacine et sa femme lanna, Fairouz, Safia, Nourdine, Merieme, Dalila, Souraya et Thibaud.*

*A mes très chères amies, Hanna que j'aime beaucoup,  
Kahouch, Melkheir et Sounia.*

*A ma tante et oncle Dahbia ET Slimane je vous souhaite santé et longue vie.*

*A tout la famille Bouzelmat, Brizini et Haddad.*

<b>Introduction</b>	<b>1</b>
---------------------	----------

### *Chapitre 01 : Croissance et maturation*

1. La croissance	1
1.1. Technique de mesure de la croissance	4
1.2. Lois de la croissance	4
1.3. Les types de croissance	5
1.3.1. Croissance du système nerveux	5
1.3.2. Croissance du système génitale	5
1.3.3. Croissance de la taille et du poids	5
1.3.4. Croissance des compositions du corps	6
1.3.5. Croissance osseuse	6
2. La maturation	10
2.1. La puberté	10
2.2. Etude de la maturation	11
2.2.1. Les méthodes d'évaluation de la maturation osseuse	13
2.3. Effet de l'activité physique sportive sur la vitesse de maturation	14

### *Chapitre 02 : Nutrition de l'enfant*

1. Les macronutriments	16
1.1. Les glucides	16
1.1.1. La nature des glucides	16
1.1.2. Sources alimentaire des glucides	17
1.1.3. Les rôles des glucides dans l'organisme	17
1.1.4. Les besoin nutritionnels en glucide	18
1.2. Les lipides	19
1.2.1. La nature des lipides	19
1.2.2. Source alimentaire des lipides	20
1.2.3. Rôle des lipides dans l'organisme	21

1.2.4.	Les besoins nutritionnels en lipide-----	.23
1.3.	Les protéines -----	.23
1.3.1.	La nature des protéines-----	.23
1.3.2.	Les sources alimentaires des protéines-----	.24
1.3.3.	Le rôle des protéines dans l'organisme -----	.24
1.3.4.	Les besoins nutritionnel en protéines -----	.26
2.	Les micronutriments -----	.27
2.1.	Les vitamines-----	.27
2.1.1.	La nature des vitamines -----	.27
2.1.2.	Les différents types de vitamines -----	.27
2.1.3.	Les sources alimentaires des vitamines -----	.28
2.1.3.1.	Les vitamines liposolubles -----	.28
2.1.3.2.	Les vitamines hydrosolubles-----	.28
2.1.4.	Le rôle des vitamines dans l'organisme -----	29
2.2.	Les minéraux et les oligoéléments -----	31
2.2.1.	La nature des sels minéraux -----	.31
2.2.2.	Sources alimentaires et les principales fonctions des sels minéraux dans l'organisme-----	31
2.3.	L'eau -----	.33
3.	Les besoins et les apports alimentaires des enfants et des adolescents pratiquant une activité physique sportive-----	.33
3.1.	Les glucides -----	.33
3.2.	Les lipides -----	.33
3.3.	Les protéines -----	.34
3.4.	L'eau -----	.34
3.5.	Les vitamines-----	.35
4.	La dépense énergétique -----	.35
4.1.	La dépense énergétique de base et de repos -----	.35
4.2.	La dépense énergétique liée a la thermogenèse post-prandiale -----	.36

4.3. La dépense énergétique liée aux activités physiques ..... 36

**Chapitre 03 : Méthodologie de la recherche**

1- Hypothèses : ..... 38

2- Tâches : ..... 38

3- Population : ..... 39

4- Les caractéristiques de l'échantillon : ..... 39

5- Moyens et méthodes : ..... 40

5.1- Matériels utilisé : ..... 40

5.2- Méthode de traitement statistique : ..... 41

5.3- Définition du test de Mann-Whitney : ..... 41

5.4- Mesures anthropométriques ..... 41

6- Description des évaluations : ..... 42

6.1. La méthode utilisée pour déterminer l'âge osseux (atlas de Sempé et paria)..... 42

6.2. la méthode utilisée pour déterminer le pourcentage de maturation osseuse ..... 42

**Chapitre 04 : Interprétations et discussions des résultats**

Interprétation des résultats ..... 43

Discussions des résultats..... 62

**Conclusion ..... 68**

**Bibliographie**

**Résumé**



*Liste des abréviations*

C	Carbone
H	Hydrogène
O	Oxygène
$C_nH_{2n}O_n$	Glucide
ATP	Adénosine tris phosphates
Gr	Gramme
Cal	Calorie
OMS	Organisation mondiale de la santé
EAT	Apport énergétique totale
Kj	Kilo joule
ANC	Apport nutritionnel conseillé
AP	Activité physique
DE	Dépense énergétique
DEJ	Dépense énergétique journalière
DEB	Dépense énergétique de base
DER	Dépense énergétique de repos
MR	Métabolisme de repos
DEAP	Dépense énergétique d'activité physique
NMR	Niveaux métabolisme de repos
DET	Dépense énergétique totale
TIA	Thermogenèse induite par l'alimentation
DMO	Densité minérale osseuse
AO	Age osseux
MO	Maturation osseuse
AC	Age chronologique
AB	Age biologique
IMC	Indice de masse corporelle.

*Liste des figures*

<b>Figure n°1</b> : l'ossification endochondrale dans un os long -----	07
<b>Figure n°2</b> : croissance en longueur d'un os long -----	08
<b>Figure n°3</b> : croissance et remaniement d'un os long au cours de l'enfant-----	09
<b>Figure n°4</b> : ostéologie d'une main et poignet d'un bébé et d'un adulte-----	13
<b>Figure n°5</b> : maturation biologique et activité physique sportive -----	15
<b>Figure n°6</b> : utilisation des nutriments par les cellules de l'organisme (glucide)-----	19
<b>Figure n°7</b> : utilisation des nutriments par les cellules de l'organisme (lipide)-----	22
<b>Figure n°8</b> : utilisation des nutriments par les cellules de l'organisme (protéine)-----	27
<b>Figure n°9</b> : les fonctions des vitamines dans l'organisme -----	30
<b>Figure n°10</b> : interprétation des radiographies par un médecin spécialiste-----	38
<b>Figure n°11</b> : réalisation d'une radiographie de la main et du poignet gauche -----	40
<b>Figure n°12</b> : moyennes des IMC des filles et des garçons pratiquant ou pas une activité physique sportive -----	43
<b>Figure n°13</b> : moyennes d'âge osseux selon le sexe et la pratique physique-----	44
<b>Figure n°14</b> : moyennes des pourcentages de maturation osseuse chez les filles et les garçons pratiquant ou pas une activité physique sportive-----	45
<b>Figure n°15</b> : moyennes des calories ingurgitées par semaine -----	47
<b>Figure n°16</b> : moyennes des glucides ingurgités par semaine-----	48
<b>Figure n°17</b> : moyennes des protéines ingurgitées par semaine -----	50
<b>Figure n°18</b> : moyennes des lipides ingurgités par semaine-----	51

<b>Figure n°19</b> : pourcentages des filles et garçons qui pratiquant ou pas une activité physique sportive-----	52
<b>Figure n°20</b> : pourcentages des enfants qui parent à l'école au marchons -----	53
<b>Figure n°21</b> : les corrélations des variables du groupe garçons pratiquant une activité physique Sportive -----	58
<b>Figure n°22</b> : les corrélations du groupe filles pratiquant une activité physique sportive-----	59
<b>Figure n°23</b> : les corrélations des variables du groupe garçon non pratiquant une activité physique sportive -----	60
<b>Figure n°24</b> :les corrélations des variables du groupe filles non pratiquant une activité physique sportive-----	61

### Liste des tableaux

<b>Tableau n°1</b> : valeurs d'ANC en protéines chez l'enfant et l'adolescent-----	26
<b>Tableau n°2</b> : apports nutritionnels conseillés, sources alimentaire et fonctions principales des vitamines dans l'organisme-----	32
<b>Tableau n°3</b> : dépense énergétique et calorique des diverses activité physique et sportive-----	37
<b>Tableau n°4</b> : valeurs minimales et maximales du poids, taille et les moyenne arithmétique et écart-type des deux échantillons -----	39
<b>Tableau n°5</b> : valeurs des moyennes, écart-type et des comparaisons du test de Man-Whitny (comparaison entre les pratiquant et non pratiquant une activité physique sportive pour l'IMC)-----	43
<b>Tableau n°6</b> : valeurs des moyennes, écart-type et des comparaisons du test de Man-Whitny (comparaison entre sexes pour l'IMC)-----	43
<b>Tableau n°7</b> : valeurs des moyennes, écart-type et des comparaisons du test de Man-Whitny (comparaison entre les pratiquant et non pratiquant une activité physique sportive pour l'âge osseux)-----	44
<b>Tableau n°8</b> : valeurs des moyennes, écart-type et des comparaisons du test de Man-Whitny (comparaison entre sexes pour âge osseux) -----	45
<b>Tableau n°9</b> : valeurs des moyennes, écart-type et des comparaisons du test de Man-Whitny (comparaison entre les pratiquant et non pratiquant une activité physique sportive pour le pourcentage de maturation osseuse)-----	46
<b>Tableau n°10</b> : valeurs des moyennes, écart-type et des comparaisons du test de Man-Whitny (comparaison entre sexe pour maturation osseuse)-----	46
<b>Tableau n°11</b> : valeurs des moyennes, écart-type et des comparaisons du test de Man-Whitny (comparaison entre les pratiquant et non pratiquant une activité physique sportive pour les calories ingurgitées par semaine) -----	47

<b>Tableau n°12</b> : valeurs des moyennes, écart-type et des comparaisons du test de Man-Whitny (comparaison entre sexe pour les calories ingurgitées par semaine)-----	47
<b>Tableau n°13</b> : valeurs des moyennes, écart-type et des comparaisons du test de Man-Whitny (comparaison entre les pratiquant et non pratiquant une activité physique sportive pour les glucides ingurgité par semaine)-----	48
<b>Tableau n°14</b> : valeurs des moyennes, écart-type et des comparaisons du test de Man-Whitny (comparaison entre sexe pour les glucides ingurgité par semaine)-----	49
<b>Tableau n°15</b> : valeurs des moyennes, écart-type et des comparaisons du test de Man-Whitny (comparaison entre les pratiquant et non pratiquant une activité physique sportive pour les protéines ingurgitées par semaine)-----	50
<b>Tableau n°16</b> : valeurs des moyennes, écart-type et des comparaisons du test de Man-Whitny (comparaison entre sexe pour les protéines ingurgitées par semaine)-----	50
<b>Tableau n°17</b> : valeurs des moyennes, écart-type et des comparaisons du test de Man-Whitny (comparaison entre les pratiquant et non pratiquant une activité physique sportive pour les lipides ingurgités par semaine)-----	51
<b>Tableau n°18</b> : valeurs des moyennes, écart-type et des comparaisons du test de Man-Whitny (comparaison entre sexe pour les lipides ingurgité par semaine)-----	52
<b>Tableau n°19</b> : pourcentages d'heurs qu'ils dorment par jours-----	53
<b>Tableau n°20</b> : pourcentages des enfants qui ont ou pas un horaire de repas régulier-----	54
<b>Tableau n°21</b> : pourcentages des repas qu'ils sautent régulièrement-----	55
<b>Tableau n°22</b> : pourcentages des enfants qui ont un appétit faible, moyen, et grand-----	56
<b>Tableau n°23</b> : pourcentages des aliments que les enfants préfèrent manger-----	57
<b>Tableau n°24</b> : pourcentages des aliments que les enfants n'aiment pas manger-----	56

# Introduction

---

L'organisme de l'enfant en pleine croissance ne demande qu'à être utilisé. Son développement n'en sera que meilleur. N'oublions jamais le principe qui dit que : **la fonction crée l'organe**. Plusieurs études démontrent clairement que les enfants actifs deviennent beaucoup plus forts et endurants à l'âge adulte que les enfants inactifs Bergeron, (1981).

Selon Bouchard et al., (1994) L'activité physique a des effets bénéfiques sur la santé des personnes, durant l'enfance, l'adolescence, et la période adulte. Un style de vie avec une activité physique régulière permet un meilleur contrôle de la masse corporelle, une amélioration du fonctionnement organique et physiologique, une diminution des facteurs de risque associés aux pathologies chroniques et contribue à une bonne qualité de vie.

D'après les résultats de centre de référence sur la nutrition de l'université de Montréal; l'adolescence est la période de croissance la plus importante de toute la vie d'une personne. Les besoins nutritifs de l'adolescent augmentant exponentiel non seulement pour ce qui est des protéines, du fer, du zinc et du calcium, mais aussi pour presque tous les minéraux et les vitamines. Les adolescents peuvent donc puiser les éléments nutritifs dont ils ont besoin dans leur alimentation en augmentant la grosseur des portions qu'ils consomment et en évitant de sauter des repas.

Les dépenses énergétiques journalières peuvent se répartir schématiquement entre les dépenses correspondant au sommeil, aux activités sédentaires comme la position assise et les faibles déplacements, aux activités physiques légères (marche, travaux ménagers...) aux activités physiques professionnelles, aux activités sportives et à la croissance chez les enfants et les adolescents Michel, (2004).

Le terme développement biologique est utilisé pour décrire le processus de différenciation et de spécialisation des cellules embryonnaires en différents types de cellule, tissus et organes. Il comprend de ce fait deux mécanismes biologiques : la croissance et la maturation qui sont constamment en interaction pendant approximativement les deux premières décades de la vie.

La croissance fait référence à l'augmentation des dimensions corporelles. Lorsque l'enfant grandit, il devient plus grand et plus lourd, il augmente sa masse grasse et sa masse musculaire ces organes augmentent en taille.

La maturation est l'ensemble des changements que présente une personne humaine tout au long de son enfance et de son adolescence, depuis sa conception jusqu'à l'âge adulte ou elle

atteint sa maturité. Ou les indice de cette maturation ce divise en trois : maturation somatique, sexuelle et squelettique Emmanuel, (2007).

L'évaluation de la maturation osseuse est fondée sur les changements du squelette qu'on observe à l'aide des radiographies. Les changements (accroissements) de chaque petite os a partir de l'ossification initiale jusqu'à la morphologie adulte apparaissent dans un ordre irréversible. Il s'agit de véritables indicateurs de maturité Greulich et Pyle, (1950).

Après avoir consulté de nombreux ouvrages et article sur la maturation osseuse, une question se pose : existe –il une déférence entre l'âge biologique et l'âge chronologique chez les enfants âgés de 08-12 ans ? S'il existe une différance elle est due à l'activité physique, a l'alimentation, à l'âge ou au sexe ?

L'objectif de notre travail consiste à déterminer le degré de maturité osseuse chez les enfants âgés de 08- 12ans pratiquant une activité physique sportive ou pas, et a déterminer l'impact de la nutrition sur ce développement.

Cependant, notre travail de recherche est porté sur l'étude l'évaluation descriptive de l'âge osseux (la méthode de Sempé et Paria et la méthode de cotation de tanner) a partir des radiographies du poignet et de la main d'enfant faisant partie des clubs sportifs (pratiquant une activité physique sportive compétitive) en comparaison avec des enfants scolarisé, non pratiquants une activité physique sportive.

Aussi pour ces deux groupes expérimentaux un questionnaire sera distribué pour que leurs parents puisse le remplir pour déterminer le profile nutritionnel de leurs enfants.

Notre travail est structuré en trois parties :

**1<sup>er</sup> partie** : revue bibliographique : au cours de laquelle nous avons abordé les notions générales et les définitions. Définition et les caractéristiques de la croissance et la maturation, nutrition et les besoins nutritifs de l'enfant et adolescent.

**2<sup>ème</sup> partie** : organisation de la recherche : les caractéristiques des sujets ayant fait l'objet de l'étude, et avec les différentes moyens et méthodes utilisés dans notre recherche, et les outils statistiques pour le traitement des résultats.

**3<sup>ème</sup> partie** : présentation, interprétation et discussion des résultats.



# Chapitre 01

---

## Croissance et maturation

### ***1. La croissance***

Desbiens et al., (1998) a définie la croissance comme ceci : « *la croissance est l'augmentation de volume d'une partie du corps ou de l'organisme entier, habituellement par la multiplication des cellules. Notons toutefois que les cellules grossissent aussi lorsqu'elles ne sont pas en train de se diviser, pour qu'une véritable croissance se produise, il faut que les activités anaboliques (de synthèse) se fassent à un rythme plus rapide que les activités cataboliques (de dégradation) ».*

Définition de la croissance d'une manière très exacte de la vie embryonnaire jusqu'à l'achèvement de la croissance à 20ans, selon Duché et al., (2009) la croissance relève d'un mécanisme de transformation structurale et dimensionnelle. A savoir qu'elle est le résultat d'un triple processus cellulaire et organique qui débute peu après la fécondation.

Phase 1 : il s'agit d'une phase de multiplication de toutes les cellules sans augmentation du cytoplasme. Elle démarre approximativement au 8<sup>e</sup> jour de la vie embryonnaire. Et les caractéristiques de cette phase sont : aucune spécialisation des cellules et aucun arrangement morphologique.

Phase 2 : c'est la phase pendant laquelle la division cellulaire ralentit, cependant les protéines continuent à être synthétisées et entrent dans le cytoplasme. Les cellules s'hypertrophient, elle débute vers 15 jours et se termine aux environs de 7 mois de la vie intra-utérine. Ces caractéristiques : début de spécialisation des cellules et formes spécifiques de l'être définitif.

Phase 3 : cette phase d'accroissement dimensionnel s'arrête vers 18- 20 ans. Toute division cellulaire est arrêtée, cependant les cellules continuent leur croissance, ces caractéristiques importantes modifications morphologiques. C'est cette dernière phase qui intéresse plus particulièrement les étudiants ou les éducateurs, puisqu'ils interviennent directement pendant cette période.

Et pour finir, il a résumé la croissance comme ceci : « *la croissance est l'ensemble des processus quantitatifs qui entraîne un accroissement des dimensions corporelles. Elle est composée de 3 évolutions : augmentation en nombres des cellules (hyperplasie), augmentation en volume des cellules (hypertrophie) et augmentation des substances intercellulaires (accrétion) ».*

### ***1.1. Technique de mesure de la croissance***

Selon Desforts, (1994) : « *les mesures de la croissance doivent être reportées à l'âge de l'enfant par l'utilisation des normes statistiques qui sont les percentiles et les écarts types mais il est indispensable de les comparer à des mesures faites antérieurement, et d'en suivre l'évolution. On mesure le poids, la taille, le périmètre crânien, le périmètre thoracique, le périmètre brachial et le pli cutané : ce sont des mesures biométriques* ».

Van Praagh et al., (2008) L'anthropométrie est la technique de base la plus utilisée dans les études sur la croissance elle est également très utilisée dans les sciences du sport. Le nombre de mesures faites sur un sujet est quasiment illimité. Cependant la masse corporelle et la taille sont les mesures les plus corporelles au cours de la croissance. Le poids ou la masse corporelle est composé d'un certain nombre de tissus indépendants avec en particulier l'os, le muscle, la graisse et les viscères. D'autres dimensions, en plus du poids et de la taille, donneront des informations utiles sur la croissance d'un individu. La taille assise, ou mesure du segment supérieur, ou on apprécie la distance qui sépare le sommet du crane et du tronc.

Duché et al., (2009) ont cités dans leur ouvrage les techniques de mesure de la croissance : l'anthropométrie est l'étude du contrôle des accroissements dimensionnels dont l'objet est les mensurations corporelles. Chez l'enfant et l'adolescent la première courbe longitudinale de croissance staturale est attribuée à Buffon (publié dans histoire naturelle).

La biométrie, qui repose sur la mesure des caractéristiques physiques, établie a partir des mesures variables dites classiques telles que la taille, les périmètres, la longueur des segment..., les courbes de références permettent de suivre le développement de l'enfant jusqu'à l'âge adulte. L'augmentation importante de la surcharge pondérale et de l'obésité chez l'enfant a remis en lumière une des mesures anthropométriques principales : l'indice de « Quetelet » ou l'indice de masse corporelle (IMC) la valeur d'IMC témoigne du statut pondéral ou de la catégorie de corpulence à laquelle il appartient.

### ***1.2. Lois de la croissance***

La croissance est un processus comportant des phases de stabilité et les phases d'accélération. Nous pouvons définir plusieurs périodes caractéristiques :

De 0 à 2 ans : on assiste à une croissance très rapide

De 2 ans à la puberté : une stabilité de la vitesse de croissance s'opère.

A la puberté : on assiste à une nouvelle accélération. Essentiellement définie par la puberté, la croissance répond à certaines lois,

- La loi des alternances : elle repose sur le fait que les parties du corps ou d'un membre n'évoluent pas toutes à la même vitesse. Exemple : un os s'allonge et grossit alternativement et non simultanément.
- La loi des proportions : les différentes parties du corps ou organes ne se développent pas à la même vitesse. Exemple : le cerveau atteint 80% de sa taille adulte dès l'âge de 3 ans alors que l'appareil de reproduction n'est mature qu'à la puberté (Duché, 2009).

### ***1.3. Les types de croissance***

Sprumont et coll., (1998) dans leur ouvrage l'enfant et le sport, ont déterminés les types de croissance qu'un enfant subit en chemin de son développement et maturation.

#### ***1.3.1. Croissance du système nerveux***

La courbe neurale décrit la croissance du cerveau, du système nerveux périphérique et des structures associées comme les yeux, le font de certaines parties du crâne. Tous ces tissus présentent une croissance rapide et précoce, de sorte qu'à l'âge de 7 ans, le système nerveux central a déjà atteint 95% des dimensions et de l'organisation qu'il présentera à l'âge adulte.

#### ***1.3.2. Croissance du système génitale***

La courbe décrivant la croissance du système génital concerne l'évolution des caractères sexuels primaires et secondaires. Les premiers comprennent les ovaires, les trompes utérines, l'utérus et le vagin chez les filles, les testicules, les vésicules séminales, la prostate et le pénis chez les garçons. Les caractères sexuels secondaires sont le développement des seins chez les filles, le développement des pilosités pubienne et axillaire dans les deux sexes, l'apparition de la barbe et l'allongement du larynx chez les garçons.

#### ***1.3.3. Croissance de la taille et du poids***

De la naissance à l'âge adulte, le poids et la taille présentent une évolution en quatre phases :

- Croissance rapide pendant la petite enfance et au début de l'enfance,
- Croissance régulière durant l'enfance,
- Nouvelle accélération de la croissance pendant l'adolescence,
- Diminution progressive du taux de croissance jusqu'à la taille adulte.

Le poids du corps continue généralement pendant la vie adulte. Avant la pointe de croissance de l'adolescence, il existe des différences sexuelles mais elles sont relativement peu marquées. Les garçons tendent à être en moyenne légèrement plus grands et plus lourds que les filles, mais les courbes de croissance des deux sexes se superposent souvent.

### ***1.3.4. Croissance des compositions du corps***

- **La masse maigre :** suit une évolution similaire à celle du poids et de la taille. Les différences sexuelles apparaissent nettement au pic de croissance de l'adolescence.
- **La masse grasseuse totale :** augmente durant les deux ou trois premières années de la vie et ne marque ensuite que peu de changement 5 ou 6 ans. Les différences sexuelles sont négligeables à cet âge. Par la suite, la masse augmente plus rapidement chez les filles que chez les garçons. Elle continue à augmenter pendant l'adolescence chez les filles. Elles présentent en moyenne 1.5 à 2 fois plus de masse grasseuse que les garçons en fin d'adolescence ou jeunes adultes.

### ***1.3.5. Croissance osseuse***

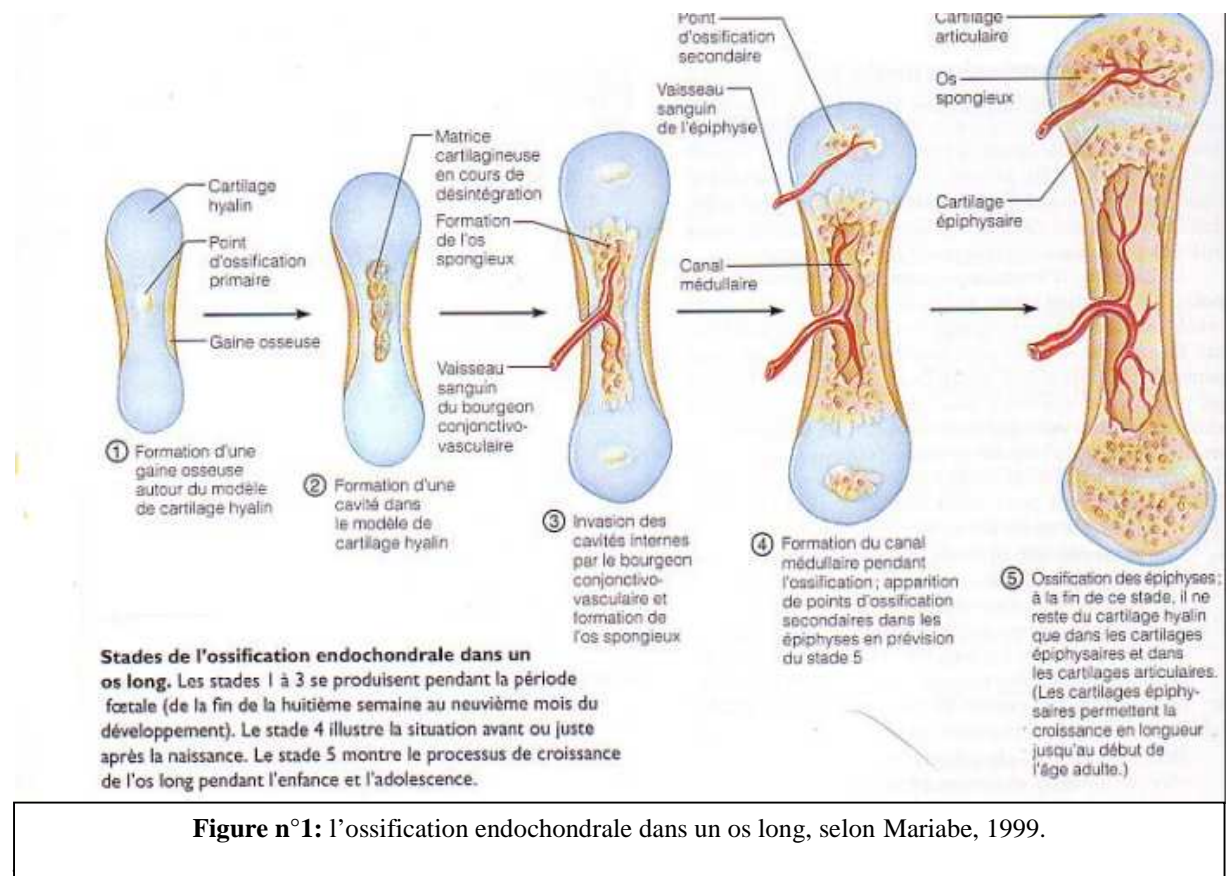
#### ***1.3.5.1. Développement des os (ostéogénèse)***

L'ostéogénèse et l'ossification sont des termes synonymes qui désignent le processus de formation des os. Chez l'embryon, ce processus mène à la formation du squelette osseux. La croissance osseuse, une autre forme d'ossification, se poursuit jusqu'à l'âge adulte, tant que le sujet continue de grandir. En fait, les os sont en mesure de croître en épaisseur tout au long de la vie d'un individu. Cependant, chez l'adulte, l'ossification sert surtout au remaniement et à la consolidation des os (Mariabe, 1999).

Selon Pierre, (2009) « *les physes assurent leurs fonctions jusqu'en fin de puberté ou la maturité squelettique s'accompagne de leur disparition définitive et signe la fin de la croissance. Cette disparition, asynchrone selon les localisations anatomiques, permet d'évaluer l'âge osseux de l'adolescent* ».

### 1.3.5.2. Formation du squelette osseux

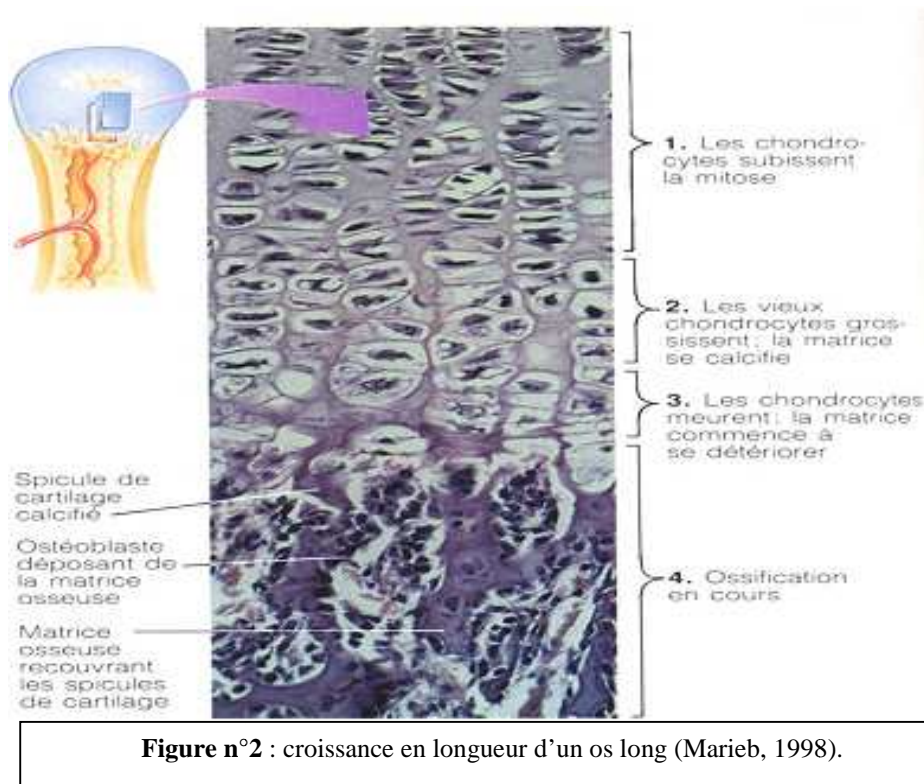
Jusqu'à la sixième semaine de gestation. Le squelette de l'embryon humain est entièrement composé de membranes fibreuses et de cartilage hyalin. Puis les tissus osseux commencent à se former et finissent par remplacer la plus grande partie des structures fibreuses ou cartilagineuses. L'ossification intramembraneuse désigne le processus de formation d'un os à partir d'une membrane fibreuse : l'os ainsi constitué est appelé os intramembraneux. Si l'ossification se produit à partir du cartilage hyalin, on parle d'ossification endochondrale. L'os qui en résulte est nommé os cartilagineux (Mariabe, 1999).



**Figure n°1:** l'ossification endochondrale dans un os long, selon Mariabe, 1999.

### 1.3.5.3. Croissance en longueur des os longs

Selon Marieb, (1999) le processus de croissance en longueur des os s'articule autour de plusieurs événements qui se produisent aux cours de l'ossification endochondrale. La structure du cartilage épiphysaire qui s'appuie sur la diaphyse est telle qu'elle permet une croissance rapide et efficace (figure 2). Le chondrocyte forme des grandes colonnes, comme un empilement de pièces de monnaie. Les cellules placées au sommet de la pile (zone 1 figure 2) se divisent rapidement éloignant ainsi l'épiphyse de la diaphyse et causant un allongement de l'os dans son ensemble (coté gauche de la figure 03). dans le même temps, les chondrocytes plus âgés qui se trouvent plus près de la diaphyse (zone 2 figure 2) grossissent, et la matrice de cartilage qui les entoure se calcifie. Par la suite, les chondrocytes meurent et leur matrice se désintègre (zone 3 figure 2).



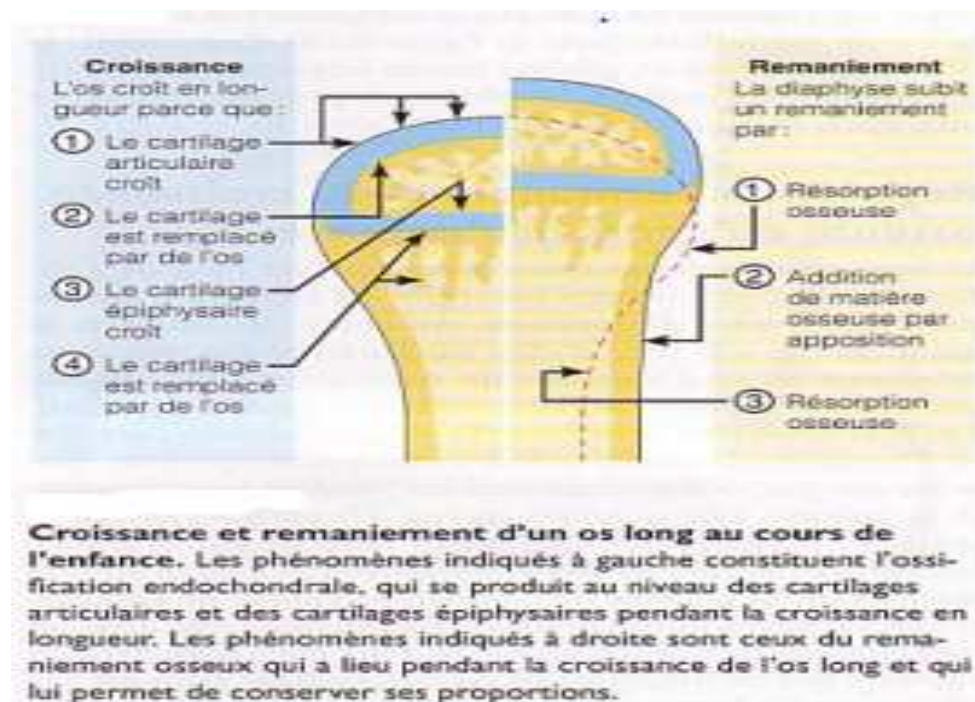
Il reste à la jonction de l'épiphyse et de la diaphyse (zone 4 figure 2) de longs spicules de cartilages calcifié. Ces spicules sont rapidement recouverts de matrice osseuse par les ostéoplastes, produisant ainsi de l'os spongieux qui finit par être digéré par les ostéoplastes.

La croissance en longueur d'un remaniement presque contenu des extrémités épiphysaires, ce qui a pour effet de conserver des proportions (coté droit de la figure 3). Le

remaniement osseux, qui inclut à la fois la formation et la résorption (destruction) de matière osseuse.

### 1.3.5.4. Croissance des os en épaisseur ou en diamètre

Les os en croissance doivent épaissir à mesure qu'ils allongent. Comme les cartilages, les os gagnent en épaisseur ou, dans le cas des os longs, en diamètre, par le processus de croissance par apposition. Les ostéoblastes qui se trouvent sous le périoste sécrètent une matrice osseuse sur la surface externe de l'os tandis que les ostéoclastes situés sur l'endoste de la diaphyse détruisent l'os avoisinant (figure 3). Cependant, la désintégration est en général moins importante que l'apport de matière osseuse, ce processus produit donc un os plus épais et plus solide sans trop l'alourdir (Mariabe, 1999).



**Figure n°3:** croissance et remaniement d'un os long au cours de l'enfance.(Mariabe, 1999)

### 1.3.5.5. Régulation hormonale de la croissance au cours de l'enfance

D'après Mariabe, (1999) « La croissance osseuse qui s'opère tout le long de l'enfance et de l'adolescence est réglée de façon très précise par un ensemble d'hormones. Au cours de



*l'enfance, le stimulus qui a le plus d'effet sur l'activité des cartilages épiphysaires est l'hormone de croissance (GH) sécrétée par l'adénohypophyse (lobe antérieur de l'hypophyse). Les hormones thyroïdiennes modulent l'activité de l'hormone de croissance de sorte que le squelette conserve des proportions convenables pendant sa croissance. A la puberté, une quantité accrue d'hormone sexuelle males et femelles se trouve libérée. Ces hormones sexuelles provoquent dans un premier temps la poussée de croissance typique de l'adolescence, de même que la masculinisation ou la féminisation de certaines parties du squelette. Puis elles entraînent la soudure des cartilages épiphysaires, mettant ainsi fin à la croissance en longueur des os ».*

### **2. La maturation**

La croissance rend compte de l'aspect dynamique du développement, mais elle ne suffit pas à expliquer la mise en jeu fonctionnelle d'un système, ni de son adaptation progressive. La croissance est de ce fait un processus d'augmentation dans le temps (quantitatif), tandis que la maturation est un processus de transformation dans le temps (qualitatif).

Les plus grandes modifications se font au cours d'une étape de transition qui se situe entre l'enfance et l'âge adulte (la puberté). Interviennent dans ce processus des notions de : tempo, c'est-à-dire étude de la vitesse des changements corporels, à savoir quand ces modifications s'opèrent (Duché, 2009).

#### **2.1. La puberté**

Du latin pubere, littéralement se couvrir de poils. Il s'agit d'une période (plus ou moins de 3 ans) de transition qui inclut l'apparition des caractères sexuels secondaires, la maturation du système de reproduction ainsi que l'accélération des caractères somatiques de type infantile aux caractères somatiques de l'adulte. Ces transformations s'amorcent à la puberté et se complètent dans l'adolescence (Duché, 2009).

Rowland, (2010) La puberté est la succession de changements anatomiques et physiologiques durant l'adolescence qui marque la transition entre l'immaturité sexuelle et la fertilité. Cette période se caractérise non seulement par le développement de la fonction reproductrice mais également par des modifications de la taille, de la composition corporelle et des fonctions physiologiques en réponse aux actions des hormones sexuelles, œstrogène chez les femmes et testostérone chez les hommes. Les sécrétions de ces deux stéroïdes

sexuels sont soumis à un contrôle de base similaire, mais avec des résultats très différents expliquant la différenciation sexuelle observée à l'adolescence. La puberté conduira ainsi à une accumulation des graisses et une maturation osseuse chez la femme et à une croissance en longueur et un accroissement de la masse musculaire chez l'homme

La puberté des garçons débute plus tardivement que celle des filles (environ deux ans plus tard). La concentration plasmatique de testostérone (principale hormone androgène masculine) est très basse durant la pré-puberté. L'élévation rapide de testostérone coïncide avec la poussée de croissance observée à l'adolescence. Les concentrations de testostérone à l'âge adulte sont généralement 20 fois plus élevées que celles à la puberté.

La maturation décrit les différentes étapes qui conduisent un tissu, ou un système, au stade de fonctionnement adulte. La maturation squelettique est atteinte lorsque tout le squelette s'est normalement développé et se trouve totalement développé et se trouve totalement ossifié. La maturation sexuelle est atteinte lorsque l'individu possède la capacité de se reproduire. Le degré de maturation d'un enfant ou d'un adolescent est défini par :

- L'âge chronologique : doit être calculé en mois, le jour de naissance correspond au jour anniversaire exact : un enfant né le 1<sup>er</sup> janvier 1986 aura 1 an le 1<sup>er</sup> janvier 1987.
- L'âge biologique : qui correspond à l'âge osseux et le niveau de maturation sexuelle (Kenney et al., 2013).

La détermination de l'âge osseux permet d'apprécier la maturation globale de l'organisme. Il permet surtout d'interpréter les résultats des dosages des différents paramètres hormonaux de l'axe gonadotrope, en sachant que les gonadotrophines restent dans des valeurs basses pré-pubertaires tant que l'âge osseux n'atteint pas 11 ans chez les filles. Donc à partir d'un âge osseux supérieur à 11 ans que les dosages de LH et de FSH pourront être utilisés et interprétés (Thierry, 2012).

### ***2.2. Etude de la maturation***

L'évaluation de la maturation osseuse est fondée sur les changements du squelette qu'on observe à l'aide de radiographies du poignet et de la main (à gauche par convention), sachant que la maturation osseuse est l'indicateur le plus usuel.

D'après Greulich, Pyle, (1950) « *les changements (accroissements de chaque petit os à partir de l'ossification initiale jusqu'à la morphologie adulte apparaissent dans un ordre irréversible. Il s'agit de véritables indicateurs de maturité* ».

De nombreuses méthodes de détermination de l'âge osseux ont été proposées, chacune étant basée sur l'étude de la maturation d'un ou de plusieurs cartilages de conjugaison. Certaines d'entre elles sont devenues des méthodes de référence, regroupant les critères suivants (Schmeling,2008).

- l'échantillon doit être de taille suffisante, avec une répartition égalitaire par âge et sexe,
- l'âge chronologique des sujets doit être connu,
- la date de l'analyse, l'origine géographique

ainsi que le statut socio-économique des sujets étudiés doivent être précisés,

- des analyses doivent avoir été faites séparément pour chaque sexe, car les phénomènes de maturation osseuse sont plus précoces chez les femmes que chez les hommes, quel que soit l'os étudié,
- les écarts-types doivent être précisés pour chaque résultat.

L'ossification de la main est considérée comme un reflet représentatif de la maturation osseuse de la totalité du squelette (Schmidt, 2008), car la région de la main et du poignet possède un nombre important de centres d'ossification isolables, permettant d'étudier un maximum d'indicateurs avec un minimum d'irradiation. Les conclusions de l'étude de plusieurs os de la main et du poignet sont suffisantes pour avoir une idée générale de l'ossification et s'approcher avec une certaine précision de l'âge biologique. L'analyse simultanée de plusieurs os de la main est facile sur une radiographie conventionnelle et permet d'affiner la corrélation entre l'âge osseux ainsi déterminé et l'âge chronologique. Plusieurs méthodes ont été développées, celle de Greulich et Pyle étant la plus utilisée.

### 2.2.1. Les méthodes d'évaluation de la maturation osseuse

#### 2.2.1.1. La méthode de l'atlas de Greulich et Pyle

Van Praagh, (2007) : « la méthode consiste à comparer un cliché radiographique actuel d'un enfant avec une série de clichés standards (d'où le nom atlas), cette dernière correspond à des niveaux successifs de maturation osseuse et est exprimée en âge osseux (AO) pour un âge chronologique (AC) donné. Il s'agit d'une table de référence d'utilisation aisée, mais ...dans la précision a été souvent critiquée par Sempé et Pavia. Elle permet

surtout d'identifier des sujets qui sont ou très avancés ou très retardés dans leur maturation osseuse ».

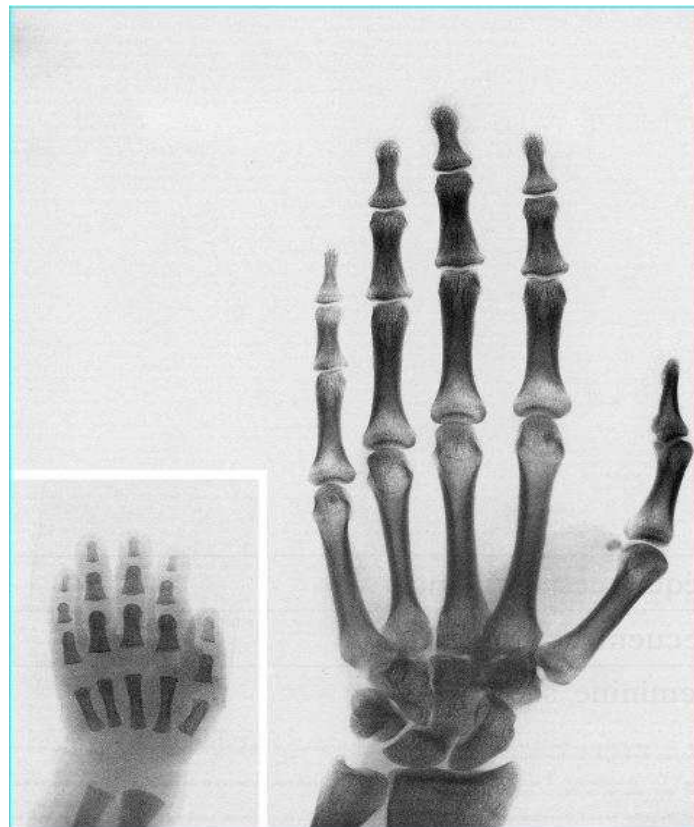


Figure n°4 : la main et de poignet d'un bébé et d'un adulte.

#### 2.2.1.2. La méthode de l'atlas de Sempé et Pavia

Pour Sempé, Pavia, (1979) « cet atlas est unique en son genre. Il présente des radios de main et de poignet de quatre garçons et quatre filles suivie de la naissance à la fin de la période pubertaire et à l'intervalle précis, choisis parmi un très grand nombres d'enfants

*(497) au début, moins par la suite, au fil des ans, examinés dans les mêmes conditions. Ils correspondent à des exemples individuels proche à la moyenne et cheminant sans anicroche, au plus près des rythmes de référence tels qu'ils sont apparus grâce à notre analyse méthodologique »*

### ***2.2.1.3. La méthode numérique de Tanner-Whitehouse***

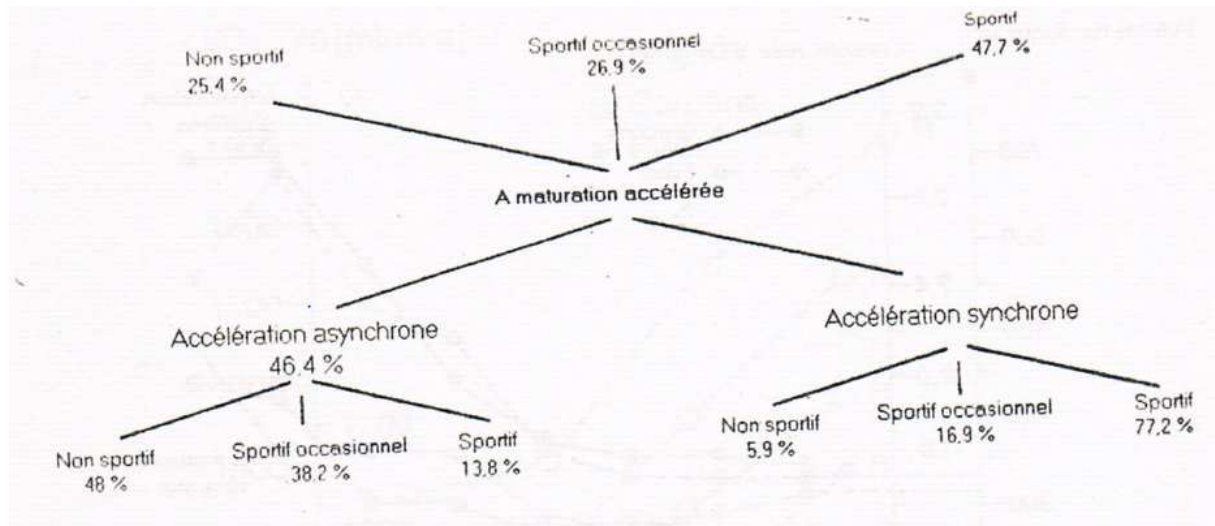
Elle étudie les phases séquentielles de maturation de 20 os du poignet et de main. Chaque accroissement d'un os reçoit une cotation et la somme de 20 cotations sera convertie en âge osseux. La société française d'auxologie a développé un logiciel nommé MATUROS qui permet d'évaluer l'âge biologique d'un enfant à partir de l'image radiologique de sa main et de son poignet.

Le professeur André Labbé, (2003) qui parle des facteurs intervenant dans la maturation, les résultats sont comme suit:

- Facteurs constitutionnels : génétiques et facteurs de développement, structure osseuse et cartilage de conjugaison.
- Facteurs énergétiques : apport nutritionnel, absorption des nutriments, équilibre du milieu intérieur, appareils pulmonaire et cardiaque.
- Facteurs endocriniens : hormone de croissance, hormones thyroïdiennes, cortisol et hormones sexuelles (œstrogènes et testostérone).
- Facteurs psychologiques.

### ***2.3. Effet de l'activité physique sportive sur la vitesse de maturation***

Selon Weineck, (1992), la vitesse de maturation et le sport entretiennent des relations réciproques : d'une part, la maturation précoce ou tardive influence les performances sportives, d'autre part le sport agit sur le cours de la maturation. Une activité sportive régulière et intense favorise le cours du développement chez les sujets à maturation précoce et tardive dans le sens d'une meilleure synchronisation entre les processus de maturation physique, psychique et intellectuelle.



**Figure n°5 :** maturation biologique et activité physique sportive (Weineck, 1992)

L'influence de charges sportives issues de différentes disciplines sur l'accélération du développement des sujets précoces s'exprime par une augmentation de la croissance en largeur avec une prise de poids correspondante, tandis que la croissance en longueur semble moins concernée par le phénomène. Un développement non harmonieux marqué n'est retrouvé en général que chez les adolescents qui ne pratiquent jamais de sport ou également parfois chez ceux qui sont soumis à des activités très unilatérales. C'est précisément chez eux que le sport pourrait être un moyen de compensation important pour rétablir l'harmonie du développement (Prokop, 1970 in Weineck, 1992).

## Chapitre 02

---

# Nutrition de l'enfant

La nutrition constitue la base de la performance physique ; elle fournit l'énergie nécessaire au travail biologique et les composés chimiques indispensables à l'extraction et à l'utilisation de l'énergie potentielle des aliments (Katch et al., 2004).

La nutrition apporte les éléments essentiels et les éléments de synthèse nécessaires à la préservation de la masse maigre, à la synthèse de nouveaux tissus, à l'amélioration du tissu squelettique, à la réparation cellulaire, à l'optimisation du transport et de l'utilisation de l'oxygène, au maintien d'une balance hydrominérale optimale et à la régulation de tous les processus métaboliques (Katch et al., 2004).

Un nutriment est une substance qui nous est procurée par nos aliments (après la digestion) et qui est utilisée par l'organisme pour assurer la croissance, l'entretien, et la réparation des tissus. Les nutriments essentiels à une bonne santé se divisent en six groupes bien définis. Trois d'entre eux sont appelés nutriments majeurs (glucide, lipide, protéine) et constituent la plus grande partie de ce que nous consommons. Les vitamines et les minéraux sont également essentiels à l'homéostasie, mais ils ne sont nécessaires qu'en très petites quantités. Au sens strict, l'eau, qui compose environ 60% du volume de nos aliments, est aussi un nutriment majeur (Marieb et al., 1999)

## ***1. Les macronutriments***

Les nutriments glucidiques, lipidiques et protéiques fournissent l'énergie nécessaire au maintien des fonctions de l'organisme au repos ou durant un exercice physique. Outre leur rôle de « carburant » biologique, ces nutriments, appelés macronutriment, préservent l'intégrité structurale et fonctionnelle de l'organisme (Katch et al., 2004).

### ***1.1. Les glucides***

#### ***1.1.1. La nature des glucides***

Toute cellule vivante contient des glucides. À l'exception du lactose et d'une faible quantité de glycogène, tous les glucides des alimentations humaines sont issus du règne végétal.

Une molécule de glucide (sucre) est constituée par la combinaison d'atomes de carbone, d'hydrogène et d'oxygène. Sa formule chimique générale est  $(CH_2O)_n$  où  $n$  représente le nombre d'atomes de carbone (3 à 7) sur lesquels sont liés par simples liaisons l'hydrogène et



l'oxygène. Les glucides à 5 et 6 atomes de carbone sont les plus intéressants en nutrition humaine (Katch et al., 2004).

Selon J. Gassier, (2001) les glucides sont composés de carbone (C), d'hydrogène (H), d'oxygène (O). La formule générale d'un glucide est :  $(C_nH_{2n}O_n)$ .

On distingue : - Les glucides simple ou oses ;

- Les glucides complexes ou osides constitués par plusieurs oses :

- 2 oses : maltose, saccharose, galactose, glucide.
- Plusieurs oses : polysaccharides (glycogène, amidon, cellulose, hémicellulose, pectine).

### ***1.1.2. Sources alimentaire des glucides***

Les sucres (monosaccharides et disaccharides) proviennent des fruits, de la canne à sucre, de la betterave à sucre, du miel et du lait ; l'amidon, un polysaccharide se trouve dans les céréales, les légumineuses et les racines comestibles. La cellulose, un autre polysaccharide très abondant dans de nombreux végétaux (Mariab et al., 1999).

Les aliments riches en glucides ce sont les aliments énergétiques directement assimilés par l'organisme, à la différence des protéines. Parmi les aliments riches en glucides, on peut distinguer ceux qui sont riches en sucres et ceux qui sont riches en amidons.

### ***1.1.3. Les rôles des glucides dans l'organisme***

Selon Elodie, (1999) le glucose est une molécule de monosaccharide qui finit par être acheminée aux cellules et qui est utilisée par celles-ci. La digestion des glucides produit également du fructose et du galactose, mais le foie convertit ces monosaccharides en glucose qu'il libère ensuite dans la circulation systématique. Le glucose est un des principaux combustibles de l'organisme qui peut facilement servir à la synthèse de l'ATP (figure 25.2a). Les neurones et les globules rouges dépendent presque exclusivement du glucose pour satisfaire leurs besoins énergétiques. L'organisme assure une surveillance et une régulation très précises de la glycémie (concentration du glucose dans le sang), car une diminution de la quantité de glucose dans le sang, même de courte durée, peut affecter gravement le fonctionnement de l'encéphale et provoquer la mort des neurones.

Selon Katch et al., le rôle des glucides dans le métabolisme énergétique et dans la performance physique :

- **Une source énergétique :** les glucides servent principalement de substrat énergétique, en particulier au cours d'efforts d'intensité élevée. L'énergie provenant de la dégradation du glucose sanguin et du glycogène hépatique et musculaire alimente les éléments contractiles des muscles et l'ensemble des autres fonctions biologiques.

Chez les personnes qui pratiquent une activité physique, la consommation quotidienne de glucides en quantités adéquates permet de maintenir les réserves de glycogène à un niveau correct.

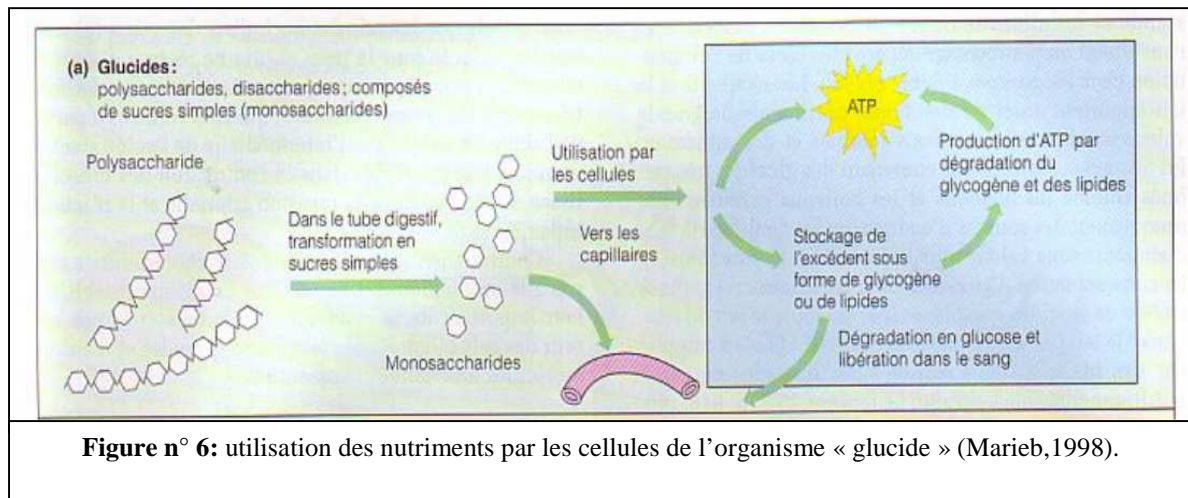
La consommation excessive d'énergie glucidique augmente la proportion en masse grasse de l'organisme.

- **L'économie des protéines :** une consommation adéquate en glucides permet de préserver les protéines des tissus. En temps normal, les protéines jouent un rôle essentiel dans la croissance, la réparation et le maintien de l'intégrité de l'organisme. Elles peuvent servir occasionnellement de nutriment énergétique.
- **Une amorce métabolique :** les glucides servent d'amorce au métabolisme lipidique. Des produits dérivés du métabolisme glucidique facilitent le métabolisme lipidique. Un métabolisme glucidique insuffisant soit à la suite d'une trop faible entrée cellulaire de glucose (comme chez les diabétiques) ou de la réduction des réserves en glycogène à la suite d'un régime inadéquat ou d'efforts prolongés, provoque une mobilisation des lipides plus importante que leur oxydation.
- **Le carburant du système nerveux central :** le système nerveux central a besoin de glucides pour fonctionner. Dans des conditions normales et lors de jeunes courts, le cerveau utilise presque exclusivement le glucose comme carburant énergétique.

### *1.1.4. Les besoins nutritionnels en glucide*

- **Définition du besoin nutritionnel (OMS) :** la plus faible quantité d'énergie ou d'un nutriment déterminé permettant de maintenir des fonctions physiologiques, une croissance et un état de santé normaux.
- **Définition de l'apport nutritionnel conseillé :** correspond au besoin nutritionnel moyen augmenté de 2 écarts-types de façon à répondre aux besoins de toute la population normale (97,5% de la population générale) (André, 2007).

FAO et WHO, (1998) accordent aux glucides une part majoritaire dans la couverture des besoins énergétiques de l'homme (50-55% de la ration énergétique). A ce jour, aucun constituant indispensable aux besoins de croissance et d'entretien et dont l'organisme serait incapable de faire la synthèse n'a été identifié parmi les glucides. Dotés de nombreux effets physiologiques, les glucides sont très importants pour la santé et le bien-être de l'homme sain.



Selon Duché et al., (2004) en règle générale, les apports en glucides doivent représenter 50-55% des apports énergétiques totaux (AET). Les glucides sont fondamentaux pour la santé et pour l'énergie associée à l'activité physique. Ainsi, pour les enfants sportifs la recommandation est de 55% des AET et peut atteindre 70% des AET quotidiens.

Dans le monde entier, les glucides représentent le substrat énergétique le plus répandu. En Afrique par exemple, environ 80% des apports énergétiques totaux sont des glucides, alors que dans les caraïbes ils ne représentent que 65%. Dans l'alimentation européenne classique, 45% des apports sont constitués de glucides (Katch et al., 2004).

## 1.2. Les lipides

### 1.2.1. La nature des lipides

Selon Gassier, (2001) les lipides sont constitués de carbone (C), hydrogène (H) et oxygène (O).

Les lipides les plus simples sont les acides gras obtenus après digestion, ces acides gras se classent en trois catégories :

- Les acides gras saturés : les atomes de carbone sont liés ensemble par de simples liaisons. Ils ne peuvent s'unir à une autre structure ; ils sont saturés. Tous peuvent être synthétisés par l'organisme et il n'est pas toujours nécessaire de les apporter dans l'alimentation.
- Les acides gras mono-insaturés : les atomes de carbone sont liés par les liaisons simples, sauf ceux qui ont une double liaison. Ils peuvent s'unir à une autre structure.
- Les acides gras poly-insaturés : les lipides complexes sont formés de molécule d'alcool et d'acides gras.

Selon Katch, (2004) une molécule de lipide présente les mêmes éléments de structure que les sucres mais en diffère nettement par l'organisation de ces atomes. Dans les lipides, le rapport hydrogène sur oxygène en particulier dépasse considérablement celui des glucides. Par exemple la formule d'un lipide courant comme la stéarine  $C_{57}H_{110}O_6$ , a un rapport H sur O de 18,3\1 alors qu'il est de 2\1 pour les glucides. Lipide est le terme générique d'un groupe hétérogène de composés comprenant les huiles, les graisses et les cires ainsi que tous les composés apparentés. Environ 98% des lipides alimentaires sont sous forme de triglycérides.

Selon Weineck, (1992) les graisses et les substances grasses sont décrites sous le terme de lipides. Les graisses alimentaires représentent un facteur important pour la fourniture énergétique. Du fait des très grandes réserves de graisse dans l'organisme, les graisses représentent une source d'énergie importante dans les exercices de longue durée ou en période de jeûne. Bien que les hydrates de carbone puissent également être transformés en graisse, de faibles quantités de graisse sont indispensables dans l'alimentation.

### ***1.2.2. Source alimentaire des lipides***

Les aliments riches en lipides ont deux origines : végétale et animale.

Les lipides d'origine végétale sont les plus digests à condition d'être consommés crus, et de ne pas en abuser, car un litre d'huile contient 9000 calories, et une simple cuillère à soupe, qui contient 11g d'huile d'olive, apporte 1000cal.

Les olives sont également riches en oligo-éléments. 100g d'olives sans noyau contiennent 15g de lipides (135cal)

Les margarines sont fabriquées à partir d'huiles végétales (arachides, colza...)

Le beurre et le smen sont d'origine animale. Pour 100g de beurre, il y a 84g de lipides, c'est-à-dire 755cal (Jacqueline, 1994).

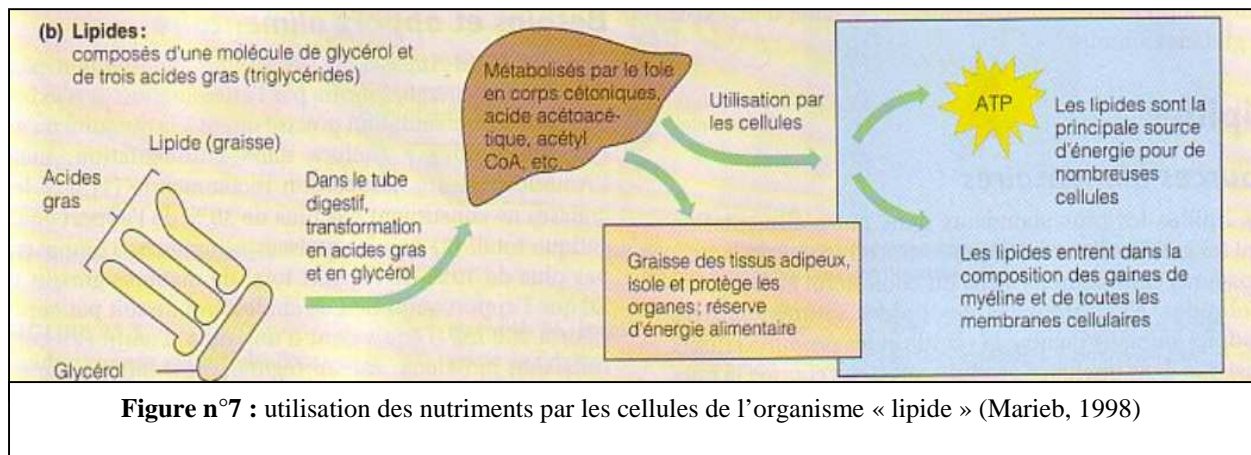
Les lipides les plus abondants dans notre alimentation sont les graisses neutres, mais nous consommons aussi du cholestérol et des phospholipides. Nous trouvons des lipides saturés dans les produits animaux comme la viande et les produits laitiers aussi quelque produits végétaux comme la noix de coco. Les lipides insaturés proviennent des grains, des noix et de la plupart des huiles végétales. Le jaune d'œuf, la viande (les abats comme le foie) et les produits laitiers sont les principales sources de cholestérol (Elodie, 1999).

### ***1.2.3. Rôle des lipides dans l'organisme***

Parmi leurs fonctions dans l'organisme, les lipides jouent un rôle de :

- **Source et réserve énergétiques :** les lipides représentent le substrat énergétique idéal pour les cellules car chaque molécule lipidique contient de grande quantités d'énergie par unité de poids, peut être facilement transportée et stockée, et constitue une source d'énergie facilement mobilisable. Chez un individu ayant une alimentation normale, les lipides couvrent au repos 80 à 90% des besoins énergétiques de l'organisme.
- **Protection et isolation :** les organes vitaux tels que le cœur, le foie, les reins, la rate et la moelle épinière sont protégés des chocs par près de 4% de la graisse de l'organisme. La graisse située juste sous la peau (la graisse sous cutanée) assure l'isolation et permet à un individu de supporter l'exposition à des températures très basses. Le rôle de la graisse comme isolant thermique et comme protection reste minime sauf dans le cas d'activité exposées au froid comme les plongeurs en eau profonde, les personnes nageant en haute mer ou encore les personnes résidant dans l'arctique. Pour les sportifs massifs comme les piliers de rugby, un stockage excessif de masse grasse assure au joueur un amortisseur supplémentaire qui le protège des risques inhérents à ce type de sport.
- **Transporteur de vitamines et facteur de satiété :** la consommation quotidienne d'environ 20g de lipides représente à la fois la source et le moyen de transport des vitamines liposolubles A, D, E et K. de ce fait une diminution importante de la quantité en lipide de l'alimentation abaisse la concentration de ces vitamines dans l'organisme, avec finalement pour conséquence éventuelle une carence vitaminique (Katch, 2004).

Ce sont surtout le foie et les tissus adipeux qui régissent l'utilisation des triglycérides et du cholestérol. Tout comme les glucides, les lipides sont tombés en disgrâce particulièrement chez les gens à l'aise qui disposent d'une nourriture abondante et pour qui la lutte contre l'embonpoint est un souci constant. Pourtant les lipides rendent la nourriture tendre, floconneuse ou crémeuse et nous donnent une impression de satiété. De plus, ils sont essentiels pour plusieurs raisons. Les lipides aident l'organisme à absorber les vitamines liposolubles, les triglycérides constituent la principale source d'énergie des hépatocytes et des muscles squelettiques, et les phospholipides sont une composante essentielle des gaines de myéline et de toutes les membranes cellulaires (voire la figure 2). Les dépôts de graisse contenus dans le tissu adipeux forment un coussin protecteur autour des organes, une couche isolante sous la peau et un réservoir d'énergie concentrée et facile à emmagasiner. Les molécules régulatrices appelées prostaglandines jouent un rôle dans la contraction des muscles lisses, la régulation de la pression artérielle et réaction inflammatoire. Contrairement aux triglycérides, le cholestérol ne sert pas à la production d'énergie. C'est un élément stabilisateur important de la membrane plasmique et le précurseur des sels biliaires, des hormones stéroïdes et d'autres molécules fonctionnelles essentielles (Elodie, 1999).



Selon Gassier, (2001) les lipides ont quatre fonctions principales :

- Ils représentent une source d'énergie (1g = 37,62 kJ) : l'accumulation des graisses dans le tissu adipeux est une réserve d'énergie.

- Ils se retrouvent dans la constitution d'une cellule : la membrane plasmique et les membranes internes sont formées par une double couche de lipides, ainsi que la myéline.
- Ils ont un rôle métabolique : on les retrouve dans les hormones stéroïdes les acides biliaires, les icosanoïdes.
- Ils transportent tous les éléments liposolubles à travers les membranes.

### **1.2.4. Les besoins nutritionnels en lipide**

D'après Hermann, (1976) les bases d'un apport lipidique d'une soixantaine de grammes par 24 heures, tel que le réalise la ration d'entretien, les besoins en acides gras polyinsaturés sont largement couverts. Toutes les graisses et spécialement les graisses végétales en contiennent. On doit signaler, sous l'angle des besoins en lipides, que ceux-ci, en raison de leur haute valeur énergétique (9Kcal/g) et de leur participation à la thermogénèse de réchauffement dans la lutte contre le froid, concourent, pour une large part, à la constitution de la ration alimentaire des populations habitant dans les régions froides.

Actuellement, la nutrition préventive préconise de limiter l'apport lipidique à 35% des AET chez l'enfant et l'adolescent. En raison d'un développement fondamental du système nerveux et de la croissance importante à cet âge (+3 ans), les apports devraient se situer entre 45-50% des AET (Duché, 2009).

A partir de 03 ans, les apports lipidiques sont progressivement modifiés pour atteindre une recommandation de 30- 35% de l'apport énergétique total (AET). Les acide gras saturés sont de 8-12%, de 2-5% pour l'acide linoléique et de 0,4 à 1% pour l'acide  $\alpha$ -linoléique (Vidailhet, 2004).

## **1.3. Les protéines**

### **1.3.1. La nature des protéines**

Les protéines sont constituées de carbone, d'hydrogène, d'oxygène et d'azote (N). Ce sont des chaînes plus ou moins longues d'acides aminés. Les acides aminés sont au nombre de 20, quand la chaîne comporte moins de 100 acides aminés, on parle de polypeptides (Gassier, 2001).

Le corps d'un adulte de taille moyenne contient entre 10 et 12 kg de protéines (soit 160000KJ ou environ 40000Kcal), localisées principalement dans les muscles squelettiques. D'un point de vue structural, les protéines (du grec protos qui signifie « primordial, primitif ») sont semblablement aux glucides et aux lipides car elles sont composées d'atomes de carbone, d'oxygène et d'hydrogène. Les molécules de protéine contiennent également environ 16% d'azote, parfois du soufre et, éventuellement, du phosphore, du cobalt, et du fer.

Huit acides aminés ne peuvent pas être synthétisés par l'organisme et doivent être apportés par l'alimentation. Il s'agit de l'isoleucine, de la leucine, de la lysine, de la méthionine, de la phénylalanine, de la thréonine, du tryptophane et de la valine. Ils représentent les acides aminés essentiels. L'organisme assure la fabrication des neuf acides aminés non essentiels restants. Le terme « non essentiel » ne signifie pas que ces acides aminés sont moins importants ; ils sont synthétisés à partir d'autres composés présents dans l'organisme dans des proportions suffisantes à assurer une croissance normale et satisfaire la demande pour la réparation des tissus (Katch, 2004).

### ***1.3.2. Les sources alimentaires des protéines***

Les protéines animales : rappelons qu'un demi-litre de lait a la même valeur que 100g de viande ou que 2 œufs. 100g de bifteck et un demi-litre de lait contiennent environ 18g de protéines, alors que 2 œufs ne contiennent que 12g environ, mais les protéines de l'œuf sont mieux assimilées.

Les protéines végétales : les légumineuses, les protéines d'origine végétale sont biologiquement incomplètes : elles contiennent les 8 acides aminés indispensables pour recomposer nos propres chaînes d'acides aminés au niveau des cellules intestinales, mais elles sont pauvres en méthionine. Les légumineuses contiennent de 20 à 25% de protéines, mais elles sont moins bien assimilées. Voilà à titre d'exemple, la composition d'une cuillère à soupe d'environ 25g de lentilles est de : 6g de protéine égalant 24cal (Jacqueline, 1994).

### ***1.3.3. Le rôle des protéines dans l'organisme***

Les protéines sont les éléments structuraux importants de l'organisme ; penser par exemple à la kératine de la peau, au collagène et à l'élastine des tissus conjonctifs ainsi qu'aux protéines des muscles. De plus, les protéines fonctionnelles comme les enzymes, l'hémoglobine...



Cependant, il existe un certain nombre de facteurs qui déterminent si les acides aminés serviront à la synthèse de nouvelles protéines ou seront brûlés pour fournir de l'énergie :

- **Loi du tout ou rien** : tous les acides aminés nécessaires à l'élaboration d'une protéine donnée doivent être présents au même moment et en quantité suffisante dans la même cellule. S'il en manque un, la synthèse de la protéine devient impossible. Comme les acides aminés essentiels ne peuvent pas être emmagasinés, ceux qui n'entrent pas immédiatement dans la synthèse des protéines sont soit oxydés pour la production d'énergie, soit convertis en glucides ou en lipides.
- **Apport énergétique suffisant** : pour que la synthèse des protéines se fasse dans les conditions optimales, les glucides ou les lipides présents dans le régime alimentaire doivent fournir assez d'énergie pour assurer la production d'ATP. Dans le cas contraire, l'énergie nécessaire provient des protéines alimentaires et tissulaires.
- **Bilan azoté de l'organisme** : on parle de bilan azoté positif lorsque le taux de synthèse des protéines est plus élevé que leur taux de dégradation et de déperdition ce qui est normal chez un enfant en croissance. Le bilan est également positif lorsque les tissus se reforment ou cicatrisent à la suite d'une maladie ou d'une blessure. Un bilan azoté positif indique toujours que la quantité de protéines entrant dans les tissus est plus élevée que la quantité qui est dégradée ou qui sert à produire l'énergie.
- **Régulation hormonal** : certaines hormones appelées hormones anabolisantes accélèrent la synthèse des protéines de la croissance. Les effets de ces hormones varient continuellement au cours de la vie. Par exemple : l'hormone de croissance produite par l'adénohypophyse stimule la croissance des tissus pendant l'enfance et préserve les protéines chez l'adulte ; les hormones sexuelles déclenchent la poussée de croissance au cours de l'adolescence (Elodie, 1999).

Katch et al., (2004) parlent des rôles et des fonctions des protéines dans l'organisme ; le plasma sanguin, les tissus viscéraux et les muscles représentent les trois principales sources de protéines de l'organisme. Il n'existe pas dans l'organisme de « réservoir » en protéines car elles contribuent à la structure des tissus ou sont utilisées comme constituant important du métabolisme, des systèmes de transport, ou des systèmes hormonaux. Les protéines de l'organisme représentent entre 12 à 15% de la masse corporelle, mais le contenu cellulaire en protéines est très variable d'une cellule à une autre.

Les protéines sont les principaux constituants des membranes plasmiques et du contenu cellulaire. Les protéines se trouvant dans le noyau de la cellule contrôlent la synthèse des protéines cellulaires et la transmission des caractères héréditaires. Les protéines structurales de type collagène entrent dans la composition des cheveux, de la peau, des ongles, des os, et des tendons. Selon une autre classification, les protéines globulaires entrent dans la composition de près de 2000 enzymes différentes qui ont pour fonction d'accélérer les réactions chimiques et de réguler le catabolisme des lipides, des glucides, et des protéines afin de libérer de l'énergie. Aussi les protéines interviennent dans la régulation de l'équilibre acido-basique des liquides de l'organisme.

### *1.3.4. Les besoins nutritionnel en protéines*

Elodie, (1999) indique dans son texte ; la quantité de protéines nécessaire à une personne donnée varie selon son âge, sa taille, la vitesse de son métabolisme et son bilan azoté. De façon générale. Cependant, les nutritionnistes recommandent un apport protéique quotidien de 0.8g par kg de masse corporelle. Une petite portion de poisson et un verre de lait fournissent environ 30g de protéine.

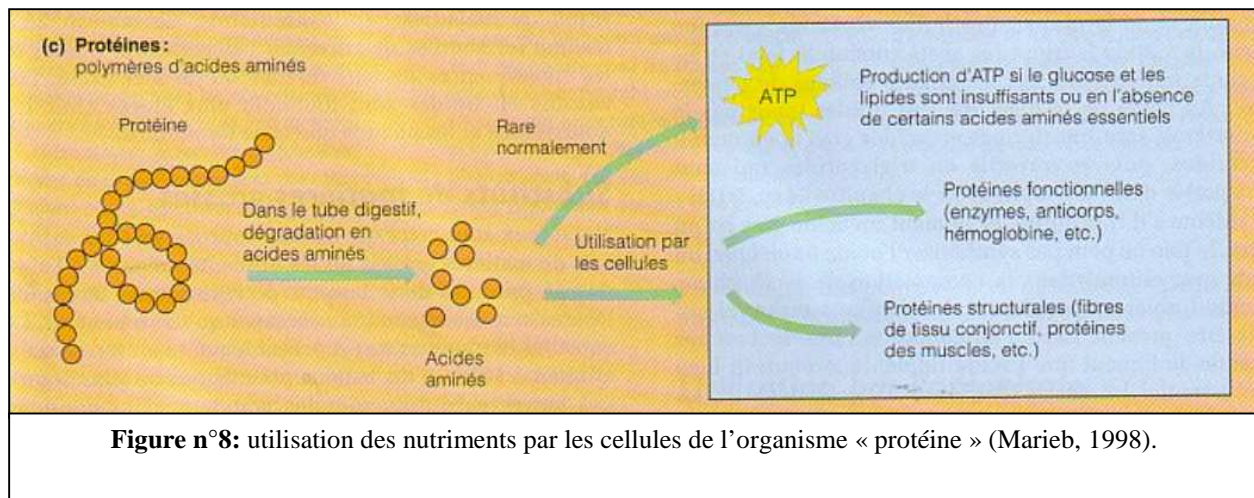
Duché, (2004) démontre d'une manière claire les besoins et les apports nutritionnels conseillés des enfants et des adolescents ; la réactualisation des ANC porte à 0.8 g/kg/j les ANC pour les protéines, remplaçant les 1g/kg/j. ces apports correspondent à 11-15% des AET, pour des protéines de qualité moyenne.

Age (ans)	Garçons			Filles		
	Masse corporelle	ANC g/j	ANC g/kg/j	Masse corporelle	ANC g/j	ANC g/kg/j
4 ans	16.7	15	0.90	16.0	14	0.88
8ans	25.3	22	0.87	27.8	21	0.76
12ans	36.1	31	0.86	37.1	32	0.86
18ans	62.0	50	0.81	54.8	43	0.78

**Tableau 1:** valeurs d'ANC en protéines chez l'enfant et l'adolescent.

A titre comparatif, les ANC en protéines pour les adultes sont de 0.38g/kg/j. chez l'enfant, les apports nécessaires à sa croissance sont fondamentaux et expliquent la diminution avec

l'âge de ces besoins. Chez l'enfant sportif, les ANC spécifiques recommandent un apport de protéines de  $1.0^{-1}.1g/kg/j$



## 2. Les micronutriments

### 2.1. Les vitamines

#### 2.1.1. La nature des vitamines

Le professeur Harman, (1976) rédigea : les vitamines sont des molécules organiques complexes indispensables au point de vue nutritionnel, puisque ce sont des éléments constitutifs de divers systèmes enzymatiques, les vitamines doivent être apportées par l'alimentation lorsque l'organisme ne peut en faire la synthèse.

Elodie, (1999) les vitamines sont des composés organiques aux effets très marqués qui doivent être présents en quantité infime pour assurer la croissance et garder l'organisme en bonne santé. Contrairement aux autres nutriments organiques, les vitamines ne sont pas des sources d'énergie et ne deviennent pas des unités structurales, mais c'est grâce à elles que les cellules peuvent utiliser les nutriments qui ont ces fonctions. En l'absence de vitamine, les glucides, les lipides et les protéines que nous consommons seraient inutilisables.

Le professeur Gassier, (2001) a classé les vitamines en deux catégories :

- Les vitamines hydrosolubles : B1, B2, B5, B6, B12, acide folique, C.
- Les vitamines liposolubles : A, D, E, K.

### ***2.1.2. Les différents types de vitamines***

Katch, (2004) a rapporté les descriptions des treize vitamines différentes qui ont été isolées, analysées, classées et synthétisées. Elles ont été classées en deux groupes,

- Les vitamines liposolubles : les vitamines liposolubles étant dissoutes et stockées dans le tissu adipeux, il n'est pas nécessaire de les consommer quotidiennement. La vitamine A et la vitamine D sont stockées dans le foie, tandis que la vitamine E se trouve dans différents tissus adipeux de l'organisme. La vitamine K est uniquement stockée en petites quantités dans le foie principalement.

Les vitamines liposolubles sont contenues dans les lipides alimentaires ; ces vitamines, transportées en partie par les lipoprotéines dans la circulation lymphatique, sont acheminées vers le foie avant d'être réparties vers les différents tissus de l'organisme.

- Les vitamines hydrosolubles : les vitamines hydrosolubles agissent essentiellement comme des coenzymes qui, associées à de petites molécules liées à un composé protéique de plus grande taille forment un enzyme actif qui augmente la vitesse de réactions chimiques. En raison de leur solubilité dans l'eau, les vitamines hydrosolubles se dispersent dans les liquides de l'organisme sans être stockées. Si l'alimentation n'apporte pas régulièrement plus de 50% des apports recommandés en vitamines hydrosolubles, de petites carences peuvent se développer en l'espace d'un mois.

### ***2.1.3. Les sources alimentaires des vitamines***

Elodie, (1999) et Katch, (2004) sont à la même longueur d'ondes dans leurs rédactions des sources alimentaires des vitamines,

#### ***2.1.3.1. Les vitamines liposolubles***

La vitamine A (rétinol): provitamine A largement distribuée dans les légumes verts, dans le lait, le beurre, le fromage, la margarine.

La vitamine D (cholécalférol) : huile de foie de morue, œufs, produits laitiers, margarine.

La vitamine E (tocophérol) : margarine, graines, légumes à feuilles vertes.

La vitamine K (phyllokinone) : légumes à feuilles vertes, céréales, fruits, viande.

### **2.1.3.2. Les vitamines hydrosolubles**

La vitamine B1 (thiamine) : abats, grains entiers, noix, légumineuses, lait, fruits, légumes.

La vitamine B2 (riboflavine) : largement présente dans l'alimentation, viande, œufs, produits laitiers, grains entiers, germe de blé, légumes à feuilles vertes.

La vitamine B3 (niacine) : foie, viande maigre, volailles, graines, légumineuses.

La vitamine B5 (acide pantothénique) : largement présente dans l'alimentation, viande, poissons, volailles, produits laitiers, légumes, grains entiers.

La vitamine B6 (pyridoxine) : viande, poisson, volaille, légume, grains entiers, céréale, graines.

La vitamine B8 (biotine) : légumineuses, légumes, viande, foie, jaune d'œuf, noix.

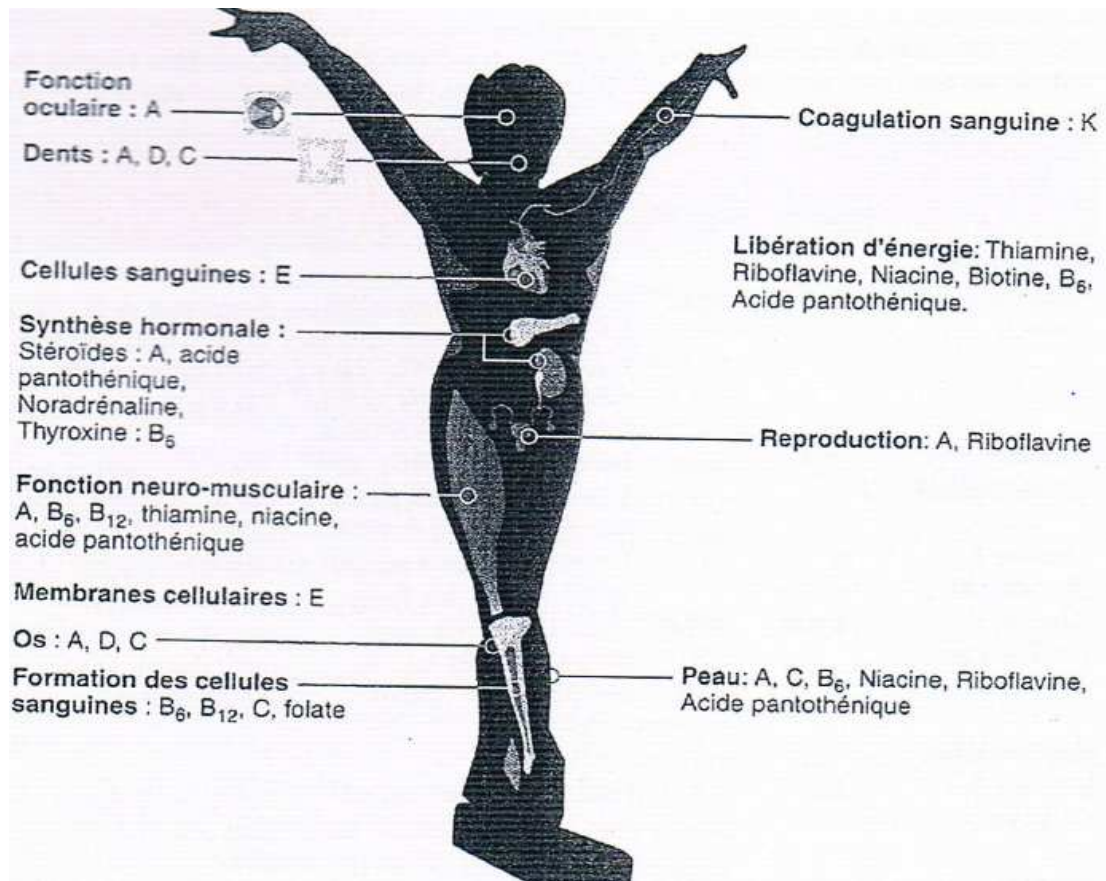
La vitamine B9 (acide folique) : légumineuses, légumes verts, aliments dérivés du blé, viande, œufs, produits laitiers, foie.

La vitamine B12 (cobalamines) : viande rouge, poisson, œuf, produits laitiers, (absente dans les végétaux).

La vitamine C (acide ascorbique) : fruits acidulés, tomate, poivre vert, salade verte, persil.

### **2.1.4. Le rôle des vitamines dans l'organisme**

Katch et al., (2004) ont rédigés et présentés dans la figure ci dessous les rôles et les fonctions biologique des vitamines dans l'organisme ;



**Figure n°9** : les fonctions des vitamines dans l'organisme. ( Charles, 1998).

La figure montre plusieurs fonctions biologiques de l'organisme faisant intervenir les vitamines. Bien qu'elles n'apportent aucune énergie à l'organisme, les vitamines jouent un rôle de liens et de régulateurs essentiels dans les réactions métabolique produisant de l'énergie après transformation des aliments. Les vitamines contrôlent également les processus de synthèse des tissus et aident à conserver l'intégrité des membranes plasmatique cellulaires. Les vitamines hydrosolubles jouent un rôle important dans le métabolisme énergétique. Voici quelques exemples :

La vitamine B5 : constituant de l'acétyl CoA, un composant participant au cycle de krebs, impliqué dans la synthèse de cholestérol, des phospholipides, de l'hémoglobine et des hormones stéroïdes.

La vitamine C : antioxydant ; serait impliquée dans l'exercice physique à travers le role qu'elle joue dans la synthèse du collagène et de la carnitine ; augmente l'absorption du fer et

faciliterait l'accoutumance à la chaleur, facilite la disponibilité du fer ; cofacteur dans certaines réactions d'hydroxylation.

### ***2.2. Les minéraux et les oligoéléments***

#### ***2.2.1. La nature des sels minéraux***

Katch et al., (2004) ont défini la nature des sel minéraux comme ceci : en plus des éléments organique représentés par le carbone, l'oxygène, l'hydrogène et l'azote, environ 4% de la masse corporelle est composé d'un groupe de 22 éléments, principalement métalliques, rassemblés sous l'appellation générique de sels minéraux. Les sels minéraux entrent dans la composition des enzymes, des hormones et des vitamines, et peuvent soit se lier à d'autre élément chimiques, soit exister sous forme libre.

Aussi dans une autre définition, Duché, (2009) classe les minéraux en deux catégories :

- Les minéraux majeurs ou macro- éléments (apports quotidiens de l'ordre du gramme) tels que le sodium, le potassium, le chlore, le calcium, le phosphore et le magnésium.
- Les oligoéléments ou élément trace (apports inférieurs à une centaine de microgrammes) beaucoup plus nombreux, les principaux étant le fer, le zinc, le cuivre, le manganèse, l'iode...

Les éléments minéraux sont représentés par une très grande diversité. Ils interviennent dans les processus importants de structuration et de fonctionnement de l'organisme. Les plus importants chez l'enfant et l'adolescent sont le calcium et le fer.

#### ***2.2.2. Sources alimentaires et les principales fonctions des sels minéraux dans l'organisme***

Katch et al., (2004) ont récapitulée dans ce tableau, les types de sels minéraux, leurs sources alimentaires, leurs fonctions et leurs rôles dans l'organisme.

	<b>Minéraux</b>	<b>Source alimentaire</b>	<b>Fonction dans l'organisme</b>
<b>M a j e u r s</b>	Calcium	Lait, fromage, légume vert, légume sec.	Formation des os et des dents, coagulation sanguine, transmission nerveuse.
	Phosphore	Lait, fromage, yaourt, viande, volaille, graine, poisson.	Formation des os et des dents, équilibre acido-basique, perte du calcium osseux.
	Potassium	Légume à feuille, melon cantalou, haricots secs, pomme de terre, banane, viande, café, thé.	Equilibre hydrique, transmission nerveuse, équilibre acido-basique.
	Soufre	présent dans les conservateurs alimentaires.	Equilibre acido-basique, fonction hépatique.
	Sodium	sel de table	Equilibre acido-basique, balance hydrique, fonction nerveuse.
	Chlore	Se trouve dans les sels et certains aliments ; présent dans quelques fruits et légumes.	Elément important du liquide extracellulaire.
	Magnésium	Grains entiers, légumes verts à feuilles.	Active les enzymes impliquées dans la synthèse des protéines.
	<b>O l i g o é l é m e n t</b>	Fer	Œufs, viande maigre, légumineuses, légumes verts à feuilles.
Fluor		Eau de boisson, thé, fruits de mer.	Jouerait un rôle important dans le maintien de la structure osseuse.
Zinc		Largement distribué dans l'alimentation	Composent des enzymes digestives.
Cuivre		Viande, eau de boisson	Constituant d'enzyme associée au métabolisme de fer.
Sélénium		Fruits de mer, viande, graines.	Fonctions étroitement associées à la vitamine E.
Lode		Poisson de mer et crustacés, produits laitiers, légume, sel iodé.	Constituant des hormones thyroïdiennes.
Chrome		Légume, céréales, abats.	Constituants de certaines enzymes.

**Tableau 2 :** apports nutritionnels conseillés, sources alimentaires et fonction principale dans l'organisme



### **2.3. L'eau**

Selon Katch, (2004) l'eau constitue de 40 à 70% de la masse corporelle d'un individu selon son âge, son sexe et sa composition corporelle. Elle constitue 65 à 75% de la masse musculaire et environ 50% de la masse grasse. En conséquence, les différences de pourcentages relatifs de la quantité totale d'eau dans l'organisme observées chez plusieurs individus dépendent principalement de la variation de la composition corporelle.

L'eau est un nutriment remarquable et omniprésent. Sans eau, la mort survient en quelques jours. Dans l'organisme, l'eau sert de moyenne de transport et de milieu réactionnel.

### **3. Les besoins et les apports alimentaires des enfants et des adolescents pratiquant une activité physique sportive**

#### **3.1. Les glucides**

Thiebault et al., (1998) les hydrates de carbone apportent 50 à 60% de la ration alimentaire, ou la quantité de sucres ingérés ne devrait pas dépasser 30% de la ration alimentaire en hydrates de carbone.

Dans un autre ouvrage Michel Vidailhet, (2004) ; a mentionné que le glucose provenant des réserves glycogénique musculaires, déterminantes de l'endurance maximal aérobie, et des réserves hépatiques, de la néoglucogénèse ou du glucose exogène, est le substrat énergétique par excellence pour la rephosphorylation de l'ATP, réalisée par la voie anaérobie glycolytique (fibres musculaires 2a et 2b) ou aérobie oxydative (fibres 1 et 2a).

Les réserves glycogéniques sont plus basses en cas d'apports élevés de lipides, situation trop fréquemment rencontrée actuellement dans les populations générale et sportive. Elles augmentent avec l'ingestion de glucides, et ce jusqu'à un apport quotidien de glucides de 10 à 12 g/kg/j. les prises de glucides sont à répartir dans la journée selon une stratégie bien définie ; les aliments glucidiques sont à choisir en fonction de leur index glycémique, en tenant compte du délai entre l'ingestion et l'exercice.

#### **3.2. Les lipides**

Les lipides ne devraient fournir que 30% des calories de la ration alimentaire de l'enfant sportif, qui est inférieur à la consommation de l'enfant témoin. Deux sources de graisse sont à privilégier, celles du lait et du poisson gras car toutes deux apportent de la vitamine A et de la

vitamine D nécessaires à la croissance, à la défense contre les infections et à la calcification des os (Thiebault et al., 1998).

Dans un autre contexte Viadailhet, (2004) dévoile que l'activité physique pourrait être un facteur pour améliorer le rapport HDL-C/CT et il semblerait que la répétition d'exercice intensité modérée soit plus efficace pour maintenir à long terme une concentration d'HDL-C que les exercices intenses de courte durée.

### **3.3. Les protéines**

Toujours Viadailhet, (2004) a montré les ambivalences entre les auteurs par rapport aux besoins des protéines des enfants et des adolescents qui pratique l'activité physique sportive ; les besoins en protéines des enfants pratiquant un sport à un niveau de compétition sont encore l'objet de controverses. Certains auteurs recommandent des apports de  $0.94 \pm 0.05 \text{g/kg}$  aux jeunes sportifs assujettis à un entraînement de type endurance. Il existe des recommandations encore plus élevées : 1.5 à 1.7 pour les sportifs qui pratiquent des exercices très intenses ou excentriques. Les apports nutritionnels conseils (ANC) en protéines pour les enfants et les adolescents sportifs pendant les périodes d'entraînement intense, contraignant au plan musculaire, sont égaux à environ 1.2fois ceux de la population d'enfants de même âge et sexe.

### **3.4. L'eau**

Les besoins en eau pour l'enfant qui pratique une activité physique est conforme aux ANC 2001 et l'avis de la CEDAP du 22 mai 1996 ; On prend compte les spécificités physiologiques de l'enfant et de l'adolescent sportif :

- Les ANC en eau chez le jeune sportif sont très variables ; ils doivent être modulés en fonction des besoins, pour maintenir constamment, au plus près, l'état d'hydratation.
- Prévenir un déficit en eau, surtout par temps chaud et humide, en ingérant une boisson appropriée de façon fractionnée avant l'exercice.
- A l'exercice la soif n'est pas un critère fidèle de l'importance de la déshydratation et de l'efficacité de la réhydratation. Il convient de boire avant la soif, dès le début de l'exercice et plus que ce que la sensation de soif inciterait à faire, de façon répétée.
- Tolérance à la boisson pendant l'exercice : déterminer le volume maximal que chacun peut ingérer par prise sans gêne pour l'activité considérée.

- La quantité de boisson, de composition spécifique aux besoins du sportif, à ingérer est à ajuster à la perte d'eau prévisible, évaluée à partir de la perte de poids corporel ou de la durée d'exercice et de condition ambiante (Vidailhet, 2004).

### **3.5. Les vitamines**

D'après Bellisle et al., (2004) Peu de données sont disponibles. Une étude française ne s'intéressant qu'aux apports vitaminiques met en évidence que, malgré des apports énergétiques élevés, le pourcentage de sportifs ayant une probabilité élevée de ne pas couvrir leur besoin vitaminique et pour les sportifs âgés de moins de 18 ans de 55% dans le cas de la vitamine C, 31.5% dans le cas de thiamine, 19% dans le cas de la riboflavine et 71.5% dans le cas de la vitamine B6.

## **4. La dépense énergétique**

Van Praagh, (2007) a définie l'activité physique comme ceci : *« l'AP est tout mouvement corporel produit par les muscles squelettiques et se traduisant par une dépense énergétique. Les différent types d'AP sont les suivants : les activités de loisir, les activités domestique, les activités de transport et les activités professionnelles ».*

Vidailhet , (2004) a expliquer d'une manière détailler la dépense énergétique : *« les dépenses énergétiques (DE) journalière peuvent se répartir schématiquement entre les dépenses correspondant au sommeil, aux activités sédentaires (en position assise...), aux activités physiques légères (marche...), aux activités physiques professionnelles, aux activités physiques sportives et a la croissance chez les enfants et les adolescents. Les dépenses énergétiques liées à la croissance ne représentent que 1 à 3% de la DEJ. Tandis que le sommeil, les activités sédentaires et les activités physiques légères représentent souvent de 70 à 90% de la DEJ. Les activités physiques sportives entraînant une augmentation très variable de la DEJ selon le sport, la durée d'entraînement, la période (entraînement, compétition, intersaison), généralement de l'ordre de 25 à 30% à l'échelle de la semaine ».*

### **4.1. La dépense énergétique de base et de repos**

Weineck, (1997) le métabolisme de base chez l'homme est environ 1 kcal (4.2kj) par heure et par kg de poids corporel. On exprime par une formule plus simple : le métabolisme de base= poids du corps × 24 heures.

Van Praagh, (2007) a décrit le métabolisme de repos : « *est la somme d'énergie requise pour maintenir un fonctionnement normal de la personne au repos. Le MR est affecté par l'hérédité, la composition corporelle, le sexe, l'âge, les facteurs environnementaux et la nutrition* ».

Avec d'autres termes Duché, (2009) a exposé d'une manière claire la différence entre une dépense énergétique de base (DEB) et la dépense énergétique de repos (DER) sous ces termes : il est important de distinguer la DEB du DER. Le métabolisme de repos représente la quantité minimale d'énergie nécessaire au fonctionnement organique de repos (somme du métabolisme de sommeil+ d'éveil).

Le métabolisme de base est la quantité d'énergie minimale permettant le maintien de la vie des cellules, le fonctionnement des systèmes organiques assurant les grandes fonctions et la stabilité de la température centrale.

### ***4.2. La dépense énergétique liée à la thermogénèse post-prandiale***

Duché, (2009) elle correspond à l'effet thermique de la prise alimentaire (repas). C'est l'énergie nécessaire à l'absorption intestinale, au stockage et à la transformation des aliments. Elle dépend des substrats alimentaires et représente approximativement 10% de la DEJ.

### ***4.3. La dépense énergétique liée aux activités physiques***

Weineck, (1997) a nommé la dépense énergétique liée aux activités physiques, le métabolisme à l'effort : il est fonction de l'effort fourni, c'est-à-dire de l'intensité et de la durée de l'entraînement ou de la compétition sportive.

<b>Sport pratiqué</b>	<b>Kj</b>	<b>Kcal/kg/h</b>
<b>Natation 3 km/h</b>	44.94	10.7
<b>Lutte</b>	51.66	12.3
<b>Badminton</b>	52.92	12.6
<b>Hand ball</b>	81.06	19.3

**Tableau 3** : dépense énergétique et calorique de diverses activités physiques et sportives.

La dépense énergétique liée à l'activité physique se calcule selon Van Praagh, (2007) de la manière suivante :

DEAP= DET – NMR ou tenant compte de l'effet de la thermogénèse induite par l'alimentation.

DEAP= (DET\* 0.9)- NMR (TIA comprise- 10% de DET).

Elle est influencée par la masse corporelle et par l'efficacité du mouvement du sujet. La (DEAP est plus élevée chez les sujets ayant une masse corporelle importante, de plus, elle ne reflète pas l'intensité de l'AP.

Selon Duché, (2009) la dépense énergétique liée aux activités physiques réalisées au cours de la journée varie de façon importante en fonction de l'âge, du sexe, du poids du sujet et surtout de l'intensité de l'activité. Elle représente la part de la DEJ que nous pouvons faire varier volontairement et qui peut représenter entre 15 à 30% de la DEJ total. Cette part de DE peut atteindre 70% chez les sujets très actifs.

## Chapitre 03

---

# Méthodologie de recherche

### 1- Hypothèses

- Les enfants pratiquant une activité physique sportive extra- scolaire ont une maturation osseuse plus importante que les enfants non pratiquant une activité physique sportive (l'activité physique sportive influence sur la maturation osseuse).
- Un grand fossé sépare la maturation osseuse des filles de celle des garçons.
- Une nutrition équilibrée et adéquate à l'activité de l'enfant influence positivement sur la maturation osseuse de ces derniers.

### 2- Tâches

- Réalisation des radiographies de la main gauche chez les enfants de 10 à 12 ans.
- Réalisation d'un questionnaire pour interviewer les parents de ces enfants,
- Recueil des résultats obtenus,
- Traitement des résultats (le traitement des radiographies étant fait par un Docteur en médecine légale).
- Comparaison et corrélation des deux groupes,
- Conclusions tirées à partir des résultats obtenus.



**Figure n°10** : Interprétation des radiographies par un médecin spécialiste.

Dans cette partie du travail nous allons présenter les sujets examinés et les dispositifs expérimentaux ainsi que toutes les démarches concernant le déroulement des évaluations et les résultats.

### 3- Population

Notre population représente des élèves des classes 1AM des CEM de la région de sidi-aich et des athlètes des différents clubs, scolarisés dans différents établissements de la même région (sidi-aich) de la wilaya de Bejaïa. Les membres de notre échantillon sont âgés entre 10 et 12 ans des deux sexes (Filles et Garçons).

Echantillon 01 représente les élèves des classes 1 AM, cet échantillon est constitué de vingt trois (23) élèves ; dix (10) filles et (13) garçons.

Echantillon 02 représente les élèves pratiquant une activité physique sportive dans les clubs de la région de sidi-aich. Cet échantillon est constitué de trente huit (38) athlètes ; (16) filles et (23) garçons scolarisé dans différents établissements de la région.

### 4- Caractéristiques de l'échantillon

Sexe	Groupe	Taille	Poids	$\bar{x} \pm \sigma$ IMC
Garçon	Pratiquant l'activité ph S	1.33 ± 1.70	32 ± 55	18.35 ± 1.70
Garçon	Non pratiquant l'activité ph S	1.32 ± 1.56	32 ± 50	19.93 ± 3.55
Fille	Pratiquant l'activité ph S	1.39 ± 1.65	36 ± 54	18.79 ± 2.28
Fille	Non pratiquant l'activité ph S	1.39 ± 1.50	32 ± 50	19.98 ± 2.73

**Tableau 4 :** les valeurs minimales et maximales du poids, taille et les moyennes arithmétique ( $\bar{x}$ ) et écart-type ( $\sigma$ ) des deux échantillons.



## 5- Moyens et méthodes

### ❖ *Moyen de la recherche*

#### *Matériel utilisé*

- Une balance pour la pesée du poids,
- Une toise pour la mesure de la stature.
- Un laboratoire de radiographie pour la prise des clichés radiographiques de la main et du poignet gauche des enfants.



**Figure n°11** : réalisation d'une radiographie de la main et poignet gauche.

#### *Méthodes de la recherche*

##### ❖ *Méthode de l'analyse bibliographique*

Action permanente qui intéresse toutes les étapes de la recherche, elle consiste en l'analyse d'un ensemble de sources bibliographique utilisées pour nous permettre d'apporter un riche complément d'informations théoriques et pratiques, sur la base de diverses données bibliographiques, (livres, revue scientifique publiée et reconnue...)

### ❖ *Méthode de traitement statistique*

Tous les résultats sont rapportés en valeurs moyennes  $\pm$  écart-type. Concernant les comparaisons entre les deux groupes pratiquant une activité physique sportive et non pratiquant une activité physique sportive extra-scolaire, aussi une comparaison entre les deux sexes (filles et garçons), nous avons utilisé le test de Mann-Whitney. Dans un autre coté nous avons réalisé un test de corrélation. Ces différents traitements statistiques ont été réalisés avec le logiciel IBM SPSS.

### ❖ *Définition du test de Mann-Whitney*

Le test non paramétrique de Mann-Whitney est utilisé pour comparer deux échantillons indépendants de petite taille. Il est valide sur des données cardinales ou ordinales, voire des variables différentes observées sur deux populations. Toutefois, en pratique, il permet surtout d'estimer si les variables de deux échantillons suivent la même loi de probabilité. Ce qui revient souvent à se demander si ces échantillons proviennent de la même population.

### ❖ *Mesures anthropométriques*

Selon Heyters et al., (2011) Cette évaluation concerne l'aspect général du corps humain que ce soit dans la morphologie, le rapport taille, poids et le taux de masse grasse.

#### *a) Taille*

C'est la distance séparant le vertex du plan du support plat (terre).

Selon Heyters et al., (2011) elle est mesurée sur un sujet qui se tient debout et immobile au milieu de la toise, les talons, les fesses, le dos et l'arrière de la tête touchant une surface verticale la tête est orientée de sorte que le bord supérieur du méat de l'oreille externe et le bord inférieur de l'orbite se situent sur un plan horizontal( plan de frankfort). Les talons sont joints sur le sol.

#### *b) Poids*

Le sujet, portant le minimum de vêtements (en tenue de sport) sans chaussures, se situe debout au centre de la plate-forme du pèse- personne. Le poids est enregistré en kilogramme (kg) avec une précision de l'ordre de 0,1kg (Heyters et al., 2011).

***c) Indice de masse corporelle(IMC)***

L'indice de masse corporelle est une estimation de la quantité de masse grasse de l'organisme à partir des données poids et taille. Mathématiquement, l'IMC est le rapport du poids(en Kg) sur le carré de la taille(en mètre).

Selon Heyters et al., (2011) ; IMC est calculé de la manière suivante  $IMC = \frac{\text{Poids(kg)}}{\text{Taille}^2(\text{cm})}$

***6- Description des évaluations***

***6.1. La méthode utilisée pour déterminer l'âge osseux (atlas de Sempé)***

Il s'agit d'une méthode de cotation des points d'ossification à partir de l'analyse de 22 indicateurs osseux de la radiographie du poignet et de la main gauche. Elle est basée sur une analyse longitudinale de radiographies d'enfants français et a donné lieu à un atlas appelé atlas de maturation squelettique de Sempé 1979. Cette atlas a été réalisé sur la base des radiographie de quatre filles et trois garçons de la naissance à la fin de la croissance.

***6.2. La méthode utilisée pour déterminer le pourcentage de maturité (méthode numérique ou de cotation de tanner)***

Il s'agit d'une méthode élaborée à partir d'un échantillon d'enfants écossais nés dans les années 1950, issus de familles de niveau socio-économique modeste. Elle repose sur la cotation de l'ossification de plusieurs points épiphysaires à partir de la radiographie du poignet et de la main gauche. Chaque accroissement d'un os reçoit une cotation et la somme de 20 cotations sera divisé sur 999 qui veut dire :  $\frac{\text{somme de 20 cotations}}{999} = \%$  de maturation osseuse.

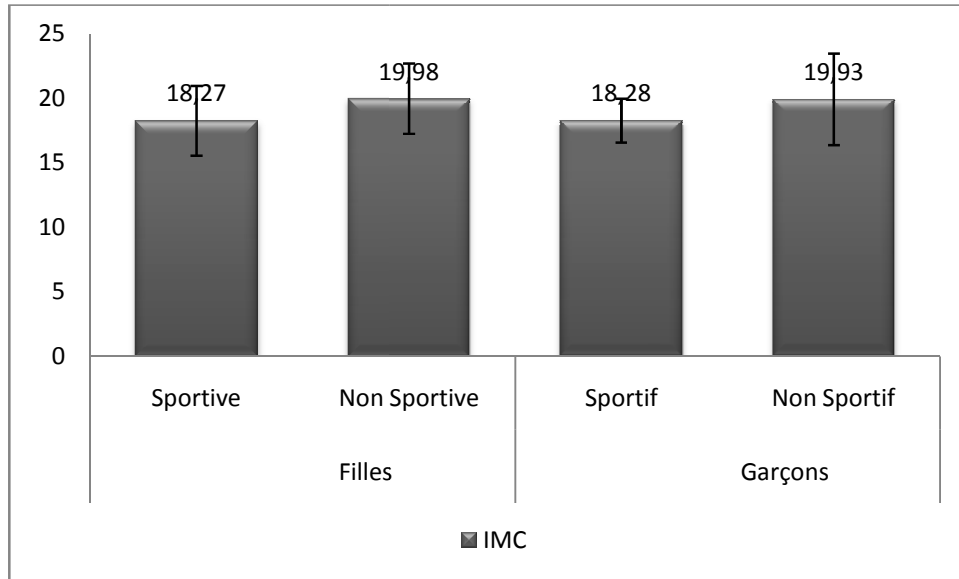
# Chapitre 04

---

## Interprétations et discussions des résultats

## Analyse et interprétation des résultats :

### 1. IMC



**Figure n°12:** moyennes des IMC des filles et garçons pratiquent ou pas une activité physique sportive.

Sexes	Indices	Pratiquent	Non Pratiquent	Comparaison
<b>Filles</b>	$\bar{x} \pm \sigma$	18,79 ± 2,28	19,98 ± 2,73	0,8 NS
<b>Garçons</b>	$\bar{x} \pm \sigma$	18,35 ± 1,70	19,93 ± 3,55	0,14 NS

**Tableau 05 :** valeur des moyennes, écart-type et des comparaisons du test de Mann-Whitney (comparaison entre les pratiquants le sport et les non pratiquants).

Pratique physique	Indice	Filles	Garçons	Comparaison
<b>Pratiquent</b>	$\bar{x} \pm \sigma$	18,79 ± 2,28	18,35 ± 1,70	0,66 NS
<b>Non pratiquent</b>	$\bar{x} \pm \sigma$	19,98 ± 2,73	19,93 ± 3,55	0,65 NS

**Tableau 06 :** Valeur des moyennes, écart-type et des comparaisons du test de Mann-Whitney (comparaison entre le sexe).

$\bar{X}$ : Moyenne arithmétique,  $\sigma$  : écart-type, NS : résultat non significatif.

Pour les résultats de ce premier test, nous avons constaté qu'il n'y a pas de différence significatif entre les 4 croisements que nous avons réalisé. Garçon et Fille pratiquant une

## Analyse et interprétation des résultats

activité physique sportive, Garçon et Fille non pratiquant une activité physique sportive en dehors de la séance d'EPS. On a comparé aussi entre garçon pratiquant le sport et le non pratiquant et de même pour les filles.

La valeur est de 0,66 pour la comparaison (F) et (G) pratiquent une activité physique sportive, 0,65 pour les non pratiquant.

0,14 pour la comparaison entre les garçons sportifs et garçons non sportifs. Et enfin 0,8 pour les filles sportives et les non sportives.

Ce qui signifie que la pratique physique n'influence pas sur l'IMC de ces enfants.

### 2. L'âge osseux

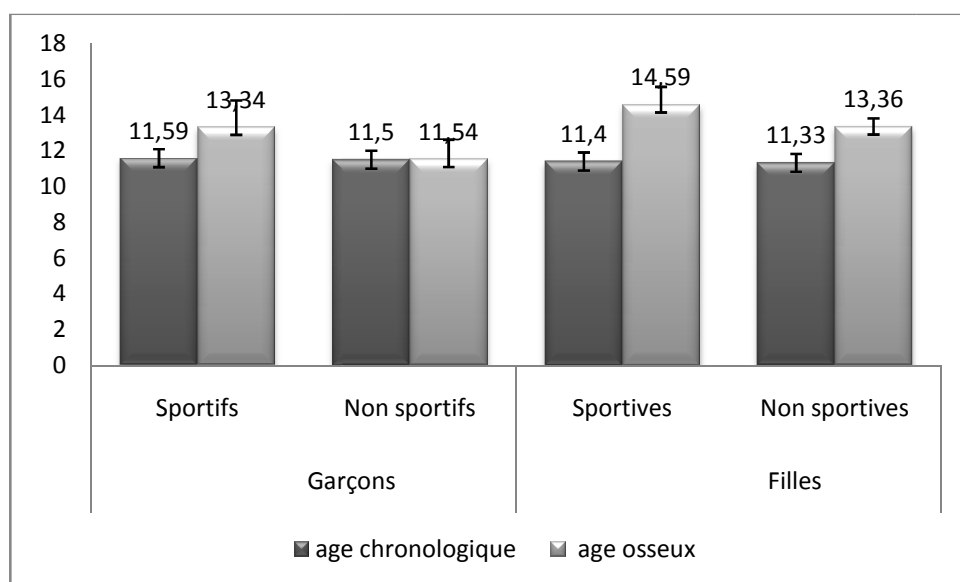


Figure n°13 : moyennes d'âge osseux selon le sexe et la pratique physique.

Sexe	Indices	Pratiquant	Non pratiquant	Comparaison
Filles	$\bar{x} \pm \sigma$	14,59 ± 0,98	13,36 ± 0,45	0,002 S
Garçons	$\bar{x} \pm \sigma$	13,34 ± 1,47	11,54 ± 1,08	0,0001 S

Tableau 7: Valeur des moyennes, écart-type et des comparaisons du test de Mann-Whitney (comparaison entre la pratique physique).

$\bar{X}$ : Moyenne arithmétique,  $\sigma$  : écart-type, S : résultat significatif.

## Analyse et interprétation des résultats

Pratique physique	Indice	Fille	Garçon	Comparaison
Pratiquent	$\bar{x} \pm \sigma$	14,59 ± 0,98	13,34 ± 1,34	0,0001 S
Non pratiquent	$\bar{x} \pm \sigma$	13,36 ± 0,45	11,54 ± 1,08	0,002 S

**Tableau 8 :** Valeur des moyennes, écart-type et des comparaisons du test de Mann-Whitney (comparaison entre le sexe).

$\bar{X}$ : Moyenne arithmétique,  $\sigma$  : écart-type, S : résultat significatif.

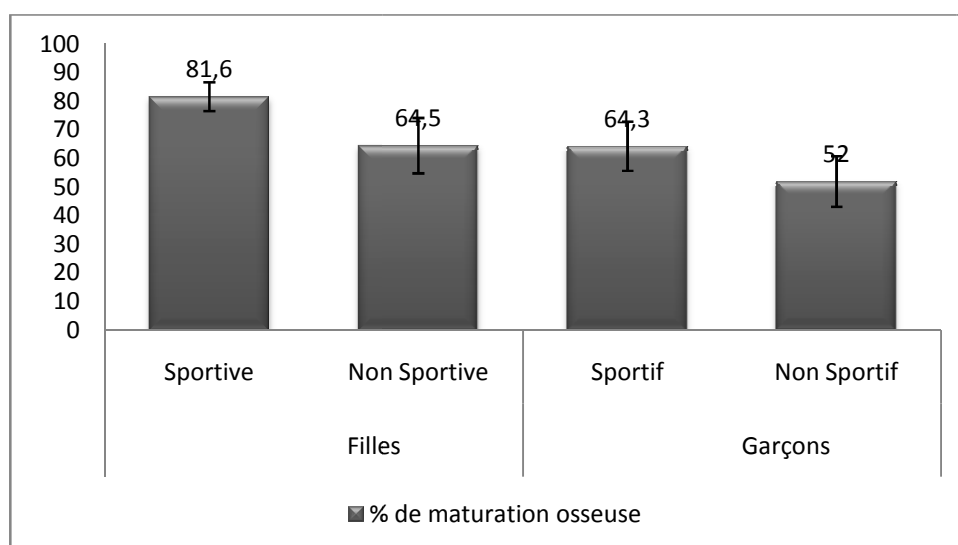
Dans cette évaluation nous remarquons entre les deux groupes (filles pratiquent une activité physique et les filles non pratiquant) une différence significative au seuil de signification 0.001.

Pour ce qui concerne le sexe garçon, il existe aussi une différence significative entre les sportifs et les non sportifs au seuil de signification 0.001.

Une différence significative au seuil de 0.001, pour la comparaison entre les garçons et les filles qui pratiquent le sport de compétition.

Enfin pour la comparaison des enfants qui ne pratiquent aucune activité physique sportive En dehors de la séance d'EPS, aussi la différence est significative au seuil de 0.001.

### 3. *Maturation osseuse*



**Figure n°14 :** moyennes des pourcentages de maturité osseuse chez les filles et garçons pratiquant ou pas le sport.

## Analyse et interprétation des résultats

Sexe	Indice	Pratiquent	Non pratiquent	Comparaison
<b>Filles</b>	$\bar{x} \pm \sigma$	81,6 $\pm$ 5,01	64,5 $\pm$ 9,68	0,003 S
<b>Garçons</b>	$\bar{x} \pm \sigma$	64,3 $\pm$ 8,61	52 $\pm$ 8,83	0,0001 S

**Tableau 9 :** Valeur des moyennes, écart-type et des comparaisons du test de Mann-Whitney (comparaison entre la pratique physique).

$\bar{X}$ : Moyenne arithmétique,  $\sigma$  : écart-type, S : résultat significatif.

Pratique physique	Indice	Filles	Garçons	Comparaison
<b>Pratiquent</b>	$\bar{x} \pm \sigma$	81,6 $\pm$ 5,01	64,3 $\pm$ 8,61	0,001 S
<b>Non pratiquent</b>	$\bar{x} \pm \sigma$	64,5 $\pm$ 9,68	52 $\pm$ 8,83	0,0001 S

**Tableau 10 :** Valeur des moyennes, écart-type et des comparaisons du test de Mann-Whitney (comparaison entre le sexe).

$\bar{X}$ : Moyenne arithmétique,  $\sigma$  : écart-type, S : résultat significatif.

Les résultats concernant les pourcentages de maturation osseuse pour la comparaison entre les pratiquants le sport et les non pratiquants sont comme ceci :

Une différence significative au seuil de 0,001 entre les filles sportives et non sportives. Aussi une différence significative au seuil de signification 0,001 par apport ou pourcentage de maturation osseuse chez les garçons sportifs et non sportifs.

Dans la comparaison des deux sexes par rapport à la pratique physique sportive, on remarque une différence significative entre garçon et filles pratiquant une activité physique sportive au seuil de 0,001. Aussi une différence significative entre garçons et filles non pratiquant une activité physique et sportive au seuil de 0,001.



*Analyse et interprétation des résultats du questionnaire*

**1. Calories ingurgitées par semaine**

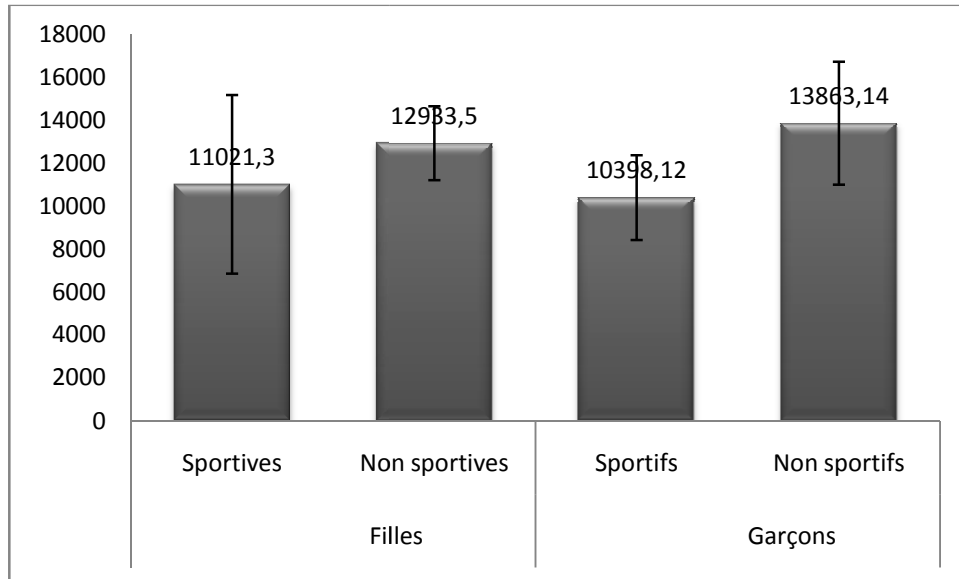


Figure n°15 : moyennes des Cal ingurgitées par semaine.

Sexe	Indice	Pratiquant	Non pratiquant	Comparaison
<b>Filles</b>	$\bar{x} \pm \sigma$	11021,3 ± 4155,6	12933,5 ± 1724,04	0,054 NS
<b>Garçons</b>	$\bar{x} \pm \sigma$	10398,12 ± 1976,41	13863,14 ± 2867,9	0,01 2S

Tableau 11: Valeur des moyennes, écart-type et des comparaisons du test de Mann-Whitney (comparaison entre la pratique physique).

$\bar{X}$ : Moyenne arithmétique,  $\sigma$  : écart-type, S : résultat significatif, NS : résultat non significatif

Pratique physique	Indice	Filles	Garçons	Comparaison
<b>Pratiquant</b>	$\bar{x} \pm \sigma$	11021,3 ± 4155,6	10398,12 ± 1976,41	0,83 NS
<b>Non pratiquant</b>	$\bar{x} \pm \sigma$	12933,5 ± 1724,04	13863,14 ± 2867,9	0,64 NS

Tableau 12 : Valeur des moyennes, écart-type et des comparaisons du test de Mann-Whitney (comparaison entre le sexe).

$\bar{X}$ : Moyenne arithmétique,  $\sigma$  : écart-type, NS : résultat non significatif.

## Analyse et interprétation des résultats

Pour ce qui concerne l'estimation de nombre de cal ingurgité par semaine nous avons récolté ces données suivantes :

Dans la comparaison des garçons pratiquant et non pratiquant le sport nous avons récolté une signification au seuil de 0,05.

Pour les trois autres comparaisons les résultats ne sont pas significatifs.

### 2. Glucides ingurgités par semaine

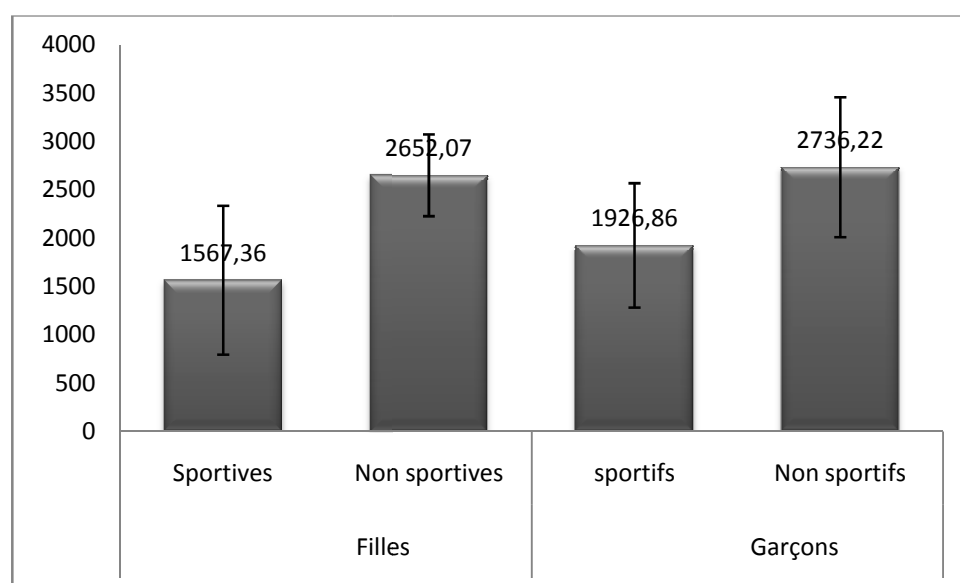


Figure n°16 : moyenne des glucides ingurgités par semaine.

Sexe	Indice	Pratiquant	Non pratiquant	Comparaison
<b>Filles</b>	$\bar{x} \pm \sigma$	1567,36 ± 769,45	2652,07 ± 422,34	0,001 S
<b>Garçons</b>	$\bar{x} \pm \sigma$	1926,86 ± 643,89	2736,22 ± 724,69	0,003 S

Tableau 13: Valeur des moyennes, écart-type et des comparaisons du test de Mann-Whitney (comparaison entre la pratique physique).

$\bar{X}$ : Moyenne arithmétique,  $\sigma$  : écart-type, S : résultat significatif.

Pratique physique	Indice	Filles	Garçons	Comparaison
<b>Pratiquent</b>	$\bar{x} \pm \sigma$	1567,36 ± 769,45	1926,86 ± 643,89	0,046 S
<b>Non pratiquent</b>	$\bar{x} \pm \sigma$	2652,07 ± 422,34	2736,22 ± 724,69	0,8 NS

**Tableau 14** : Valeur des moyennes, écart-type et des comparaisons du test de Mann-Whitney (comparaison entre le sexe).

$\bar{X}$ : Moyenne arithmétique,  $\sigma$  : écart-type, S : résultat significatif, NS : résultat non significatif.

Dans l'évaluation de nombre des glucides mangé par semaine nous avons enregistré les résultats suivant :

Une différence significative au seuil de 0,001, à la faveur des filles non sportives par rapport aux filles sportives. Aussi une différence significative au seuil de 0,05 pour les garçons non sportifs par rapport aux sportifs.

Dans la comparaison entre le sexe dans le groupe (non sportifs) n'existe pas de différence significative. Et dans le groupe (sportifs) on a une signification au seuil de 0,05 pour la faveur des garçons.

Donc, les filles non sportives mangent plus de glucide que les filles sportives, les garçons qui pratiquent une activité physique de compétition mangent plus de glucides que les filles du même groupe et les garçons non sportifs mangent plus de glucides que les sportifs.

## 3. Protéines ingurgitées par semaine (en gramme)

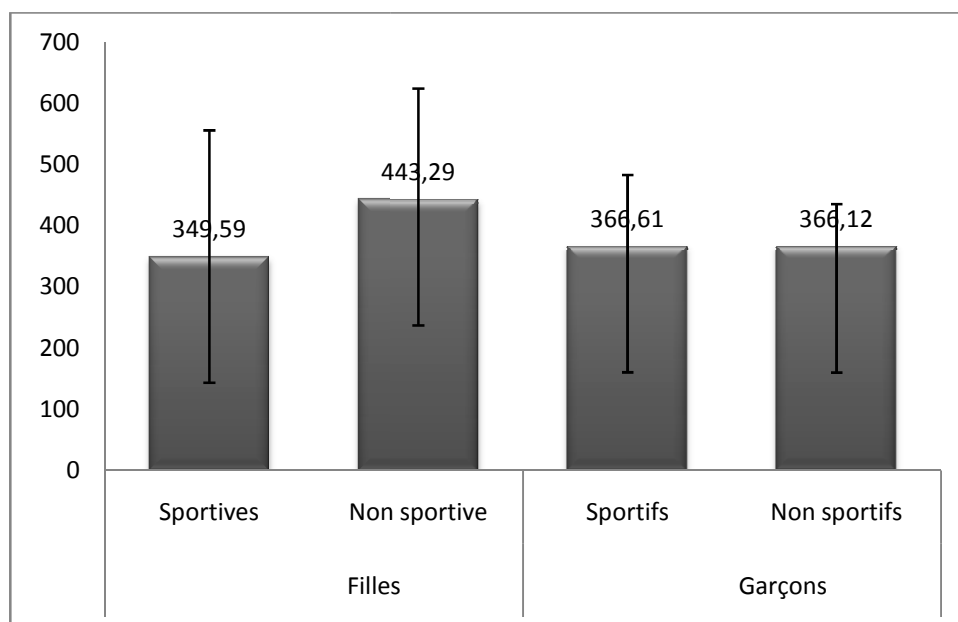


Figure n°17 : moyenne de protéines ingurgitées par semaine.

Sexe	Indice	Pratiquent	Non pratiquent	Comparaison
<b>Filles</b>	$\bar{x} \pm \sigma$	349,59 ± 206,15	443,29 ± 180,76	0,07 NS
<b>Garçons</b>	$\bar{x} \pm \sigma$	366,61 ± 116,12	366,12 ± 69,19	0,49 NS

Tableau 15: Valeur des moyennes, écart-type et des comparaisons du test de Mann-Whitney (comparaison entre la pratique physique).

$\bar{x}$ : Moyenne arithmétique,  $\sigma$  : écart-type, NS : résultat non significatif.

Pratique physique	Indice	Filles	Garçons	Comparaison
<b>Pratiquent</b>	$\bar{x} \pm \sigma$	349,59 ± 206,15	366,61 ± 116,12	0,14 NS
<b>Non pratiquent</b>	$\bar{x} \pm \sigma$	443,29 ± 180,76	366,12 ± 69,19	0,41 NS

Tableau 16 : Valeur des moyennes, écart-type et des comparaisons du test de Mann-Whitney (comparaison entre le sexe).

$\bar{x}$ : Moyenne arithmétique,  $\sigma$  : écart-type, NS : résultat non significatif.

Pour ce test tous les résultats ne sont pas significatifs. Ce qui veut dire qu'il n'existe aucune différence significative entre les garçons et les filles et sportifs ou non.

Ce qui veut dire que les portions de protéine mangé par les deux groupes sont presque égaux.

#### 4. Lipides ingurgités par semaine (en gramme)

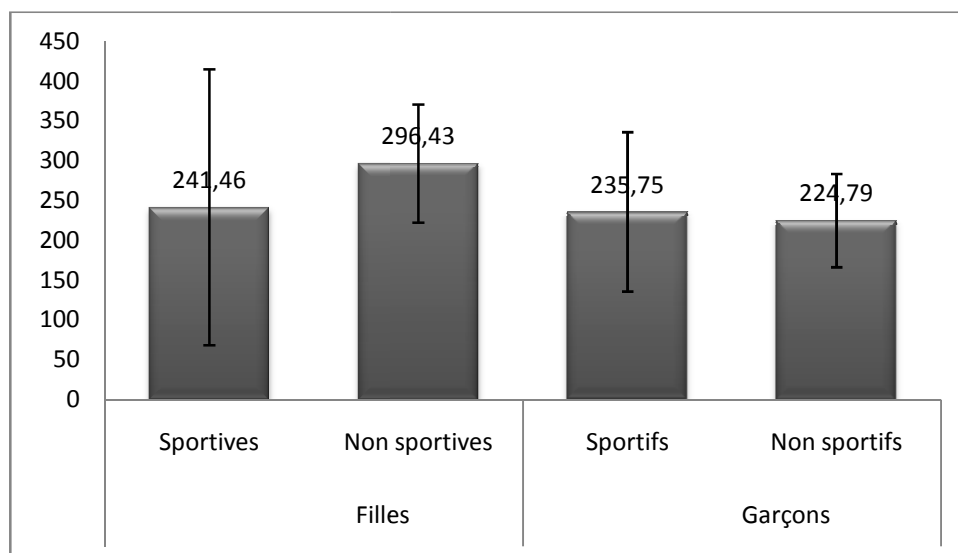


Figure n°18 : moyenne des lipides ingurgités par semaine.

Sexe	Indice	Pratiquent	Non pratiquent	Comparaison
Filles	$\bar{x} \pm \sigma$	241,46 ± 58,59	296,43 ± 74,13	0,022 S
Garçons	$\bar{x} \pm \sigma$	235,75 ± 100,01	224,79 ± 58,59	0,84 NS

Tableau 17 : Valeur des moyennes, écart-type et des comparaisons du test de Mann-Whitney (comparaison entre la pratique physique).

$\bar{x}$ : Moyenne arithmétique,  $\sigma$  : écart-type, S : résultat significatif, NS : résultat non significatif.

## Analyse et interprétation des résultats

Pratique physique	Indice	Filles	Garçons	Comparaison
<b>Pratiquent</b>	$\bar{x} \pm \sigma$	241,46 ± 58,59	235,75 ± 100,01	0,43 NS
<b>Non pratiquent</b>	$\bar{x} \pm \sigma$	296,43 ± 74,13	224,79 ± 58,59	0,045 S

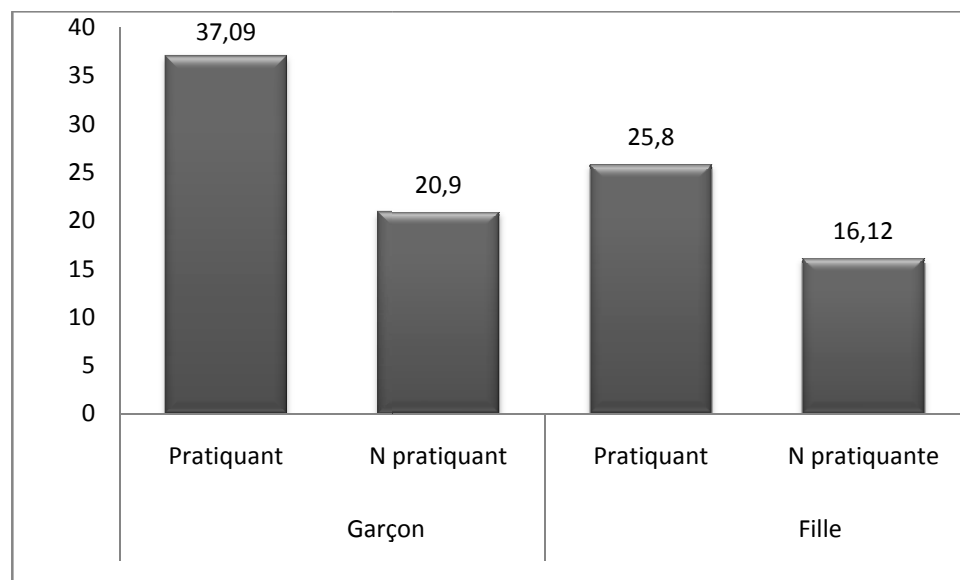
**Tableau 18 :** Valeur des moyennes, écart-type et des comparaisons du test de Mann-Whitney (comparaison entre le sexe).

$\bar{X}$ : Moyenne arithmétique,  $\sigma$  : écart-type, S : résultat significatif, NS : résultat non significatif.

Les résultats de cette interprétation démontrent une différence significative au seuil de 0.05 pour la faveur des filles non pratiquant le sport extra scolaire (comparaison de la pratique physique). Pour finir une différence significative au seuil de 0.05 pour les non pratiquant le sport en faveur des filles.

*Analyse des questionnaires distribués à l'ensemble des parents d'enfants (élèves) pratiquant ou pas une activité physique sportive au sein des établissements scolaire (primaire et secondaire) et des clubs sportif amateurs, à donné les résultats suivants :*

**Question n°1 :** votre enfant pratique t-il une activité physique sportive ?

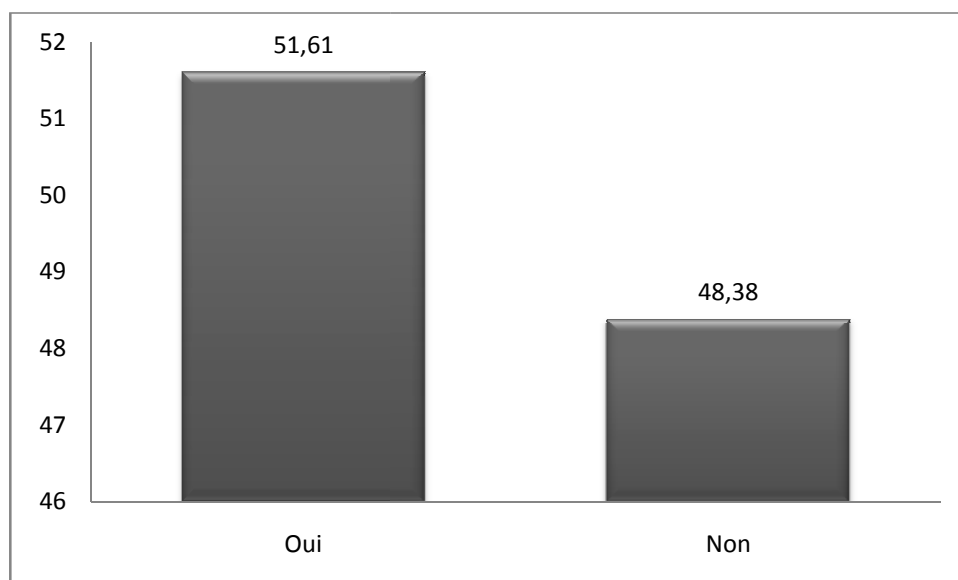


**Figure n° 19 :** pourcentages des garçons et filles qui pratiquant ou pas une activité physique sportive

37.09% des garçons pratiquent une activité physique sportive (Athlétisme), 20.9% des garçons ne pratiquent aucune activité sportive en dehors de la séance d'éducation physique et

sportive scolaire, 25.8% des filles pratiquent une activité physique sportive extra-scolaire et 16.12% des filles ne pratiquent pas le sport de compétition (Athlétisme).

**Question n°4:** votre enfant part-il à l'école en marchant ? Si c'est oui quelle est la distance entre l'école et la maison ?



**Figure n°20 :** pourcentages des enfants qui parent à l'école en marchant ou pas.

51.61% des élèves partent à l'école en marchant sachant que la distance entre leur maison et l'établissement scolaire se situe entre 500m à 1 km (1000m).

48.38% des élèves habitant à plus de 2km (2000m) jusqu'à 5km (5000m) de l'école, ne se déplace que rarement à pied, sachant qu'un bus de ramassage scolaire assure le transport.

**Question n°5 :** combien d'heure dort-il par jour ?

G non pratiquant	G pratiquant	Heures	F non pratiquant	F pratiquant
15.38 %	13 %	6 heures	0 %	0 %
46.15 %	56.5 %	8 heures	50 %	68.7 %
38.46 %	30.4 %	10heures	50 %	31.2 %

**Tableau 19 :** pourcentages d'heure qu'ils dorment par jour.

## Analyse et interprétation des résultats

0% des filles de l'échantillon dorment 06 heures par jour, 61.5% dorment 08 heures par jour et 38.4% 10 heures. Ce qui concerne les garçons : 13.88% dorment 06 heures, 52.7% dorment 08 heures et 33.3% dorment 10 heures par jour.

Les filles sportives ; 68.7% dorment 08 heures par jour et 31.2% dorment 10 heures. Les garçons qui pratiquent une activité physique sportive compétitive 13% dorment 06 heures par jour, 56.5% se reposent 08 heures et enfin 30.4% se reposent 10 heures par nuit.

Pour finir les enfants qui ne pratiquent aucune activité sportive extra-scolaire, les filles, 50% se reposent 08 heures et 50% se reposent 10 heures par jour, les garçons 15.38% dorment 06 heures, 46.15% dorment 08 heures et 38.46% se reposent 10 heures par nuit.

**Question n°6:** les horaires de repas sont- ils régulier?

	<b>G non pratiquant</b>	<b>G pratiquant</b>	<b>F non pratiquant</b>	<b>F pratiquant</b>
<b>Souvent</b>	0 %	0 %	0 %	0 %
<b>Parfois</b>	38.4 %	13.04 %	50 %	18.7 %
<b>Souvent</b>	69.2 %	86.95 %	50 %	81.2 %

**Tableau 20 :** pourcentages des enfants qui ont ou pas un horaire de repas régulier.

30.7% de la totalité des filles ont répondu que « parfois » elles avaient un horaire de repas régulier, 69.2% avaient « souvent » un horaire de repas régulier.

22.22% de la totalité des garçons ont répondu qu'ils avaient « parfois » un horaire de repas régulier et 77.78% des réponses ont indiqué que leur horaire de repas est « souvent » régulier.

13.04% des enfants (garçons) sportifs ont signalé que leur horaire de repas est « parfois » régulier et 86.95% ont « souvent » un horaire de repas régulier. Pour les filles sportives, 18.7% correspond à celles qui ont un horaire de repas « parfois » régulier, 81.2% ont un horaire de repas « souvent » régulier.

Les garçons non sportifs 38.4% ont déclaré que leur horaire de repas est « parfois » régulier et 69.2% ont un horaire de repas « souvent » régulier. Pour finir les filles sédentaires ont répondu que 50% ont un horaire de repas « parfois » régulier et 50% ont « souvent » un horaire régulier.



## Analyse et interprétation des résultats

**Question n°7 : quels sont les repas qu'il saute régulièrement ?**

	<b>G non pratiquant</b>	<b>G pratiquant</b>	<b>F non pratiquant</b>	<b>F pratiquant</b>
<b>Aucun</b>	38.46 %	43.47 %	20 %	31.2 %
<b>Petit déjeuner</b>	61.8 %	47.8 %	50 %	56.2 %
<b>Déjeuner</b>	0 %	4.3 %	0 %	0 %
<b>Diner</b>	0 %	4.3 %	30 %	12.5 %

**Tableau 21 :** pourcentages des repas qu'ils sautent régulièrement.

Pour la totalité des filles 26.9% ne sautent aucun repas, 53% ne prennent pas leur petit déjeuner et 19.2% ne prennent pas le diner. Aussi 41.6% de la totalité des garçons aussi ne sautent aucun repas, 52.7% ne prennent pas leur petit déjeuner, 2.7% ne déjeunent pas et 2.7% ne dînent pas.

D'un coté les enfants sportifs (garçons) 43.47% ne ratent aucun repas d'un autre coté 47.8% ne prennent pas leur petit déjeuner, 4.3% ne déjeunent pas et 4.3% ne dînent pas. Pour les sportives 31.2% ne loupent aucun repas, 56.2% manquent leur petit déjeuner et 12.5% ne dînent pas.

Pour les enfants sédentaires (garçons) 38.46% ne manquent aucun repas et 61.8% sautent leur petit déjeuner. Pour les filles 20% prennent tous leur repas, 50% évitent de prendre le petit déjeuner et 30% ne dînent jamais.

**Question n°8 : Comment son appétit est il ?**

	<b>G non pratiquant</b>	<b>G pratiquant</b>	<b>F non pratiquant</b>	<b>F pratiquant</b>
<b>Faible</b>	0 %	0 %	0 %	0 %
<b>Moyen</b>	76.9 %	65.2 %	100 %	93.7 %
<b>Grand</b>	23.07 %	34.78 %	0 %	6.25 %

**Tableau 22 :** pourcentages des enfants qui ont un appétit faible, moyen, grand.

## Analyse et interprétation des résultats

96.15% de la totalité des filles ont un appétit moyen et 3.84% ont un grand appétit. Pour la totalité des garçons 69.4% ont un appétit moyen et 30.5% ont un grand appétit.

Par contre les garçons sportifs 65.2% ont un appétit moyen et 34.78% ont un grand appétit. 93.5% des sportives ont un moyen appétit et 6.25% ont un grand appétit.

Alors que 100% des filles non sportives ont un appétit moyen. 76.9% des garçons non sportifs ont un appétit moyen et 23.07% ont un grand appétit

**Question n°9 :** Quels sont les aliments qu'il aime manger le plus ?

	<b>G non pratiquant</b>	<b>G pratiquant</b>	<b>F non pratiquant</b>	<b>F pratiquant</b>
<b>Légume</b>	15.38 %	17.39 %	46 %	0 %
<b>Fruit</b>	75.92 %	86.95 %	90 %	68.7 %
<b>P. laitier</b>	46.15 %	17.39 %	10 %	12.5 %
<b>Sucre</b>	46.15 %	26.08 %	20 %	56.25 %
<b>Pate alimentaire</b>	7.69 %	8.69 %	0 %	0 %
<b>Viande</b>	0 %	8.69 %	20 %	37.5 %

**Tableau 23 :** pourcentages d'aliments que les enfants préfèrent.

Pour la totalité des filles 15.38% ont donné comme réponse : les légumes, 76.9% ont choisi les fruits, 11.53% aiment les produits laitiers, 42.30% préfèrent les sucres et 30.7 aiment manger les viandes.

16.66% de tous les garçons aiment manger les légumes, 83.33% adorent les fruits, 26.77% apprécient manger les produits laitiers, 33.3% préfèrent les sucres, 8.33% mangent les pates et 5.55% aiment manger les viandes.

Les filles sportives n'aiment pas manger les légumes mai au contraire 68.7% aiment les fruits, 12.5% les produits laitiers, 56.25% les sucres et 37.5% les viandes. Pour les sportifs juste 17.39% aiment manger les légumes alors que 86.95% adorent les fruits, 17.39% les produits laitiers, 26.08% les sucres, 8.69% les pates et 8.69% aiment manger les viandes.

## Analyse et interprétation des résultats

40% des filles sédentaires aiment manger les légumes, 90% les fruits, 10% les produits laitiers, 20% les sucres et 20% les viandes. Pour finir les garçons non pratiquant le sport extra scolaire 15.38% préfèrent manger les légumes, 76.92% les fruits, 46.15% les produits laitiers, 46.15% les sucres et 7.69% les pâtes alimentaires.

**Question n°10 :** Quels sont les aliments qu'il n'aime pas manger ?

	<b>G non pratiquant</b>	<b>G pratiquant</b>	<b>F non pratiquant</b>	<b>F pratiquant</b>
<b>Legume</b>	23.07 %	30.43 %	20 %	68.75 %
<b>Fruit</b>	0 %	0 %	0 %	0 %
<b>P laitier</b>	7.6 %	8.69 %	30 %	18.75%
<b>Pate alimentaire</b>	0 %	8.69 %	0 %	12.5 %
<b>Sucre</b>	30.76 %	30.43 %	60 %	6.25 %

**Tableau 24 :** pourcentages d'aliments que les enfants n'aiment pas.

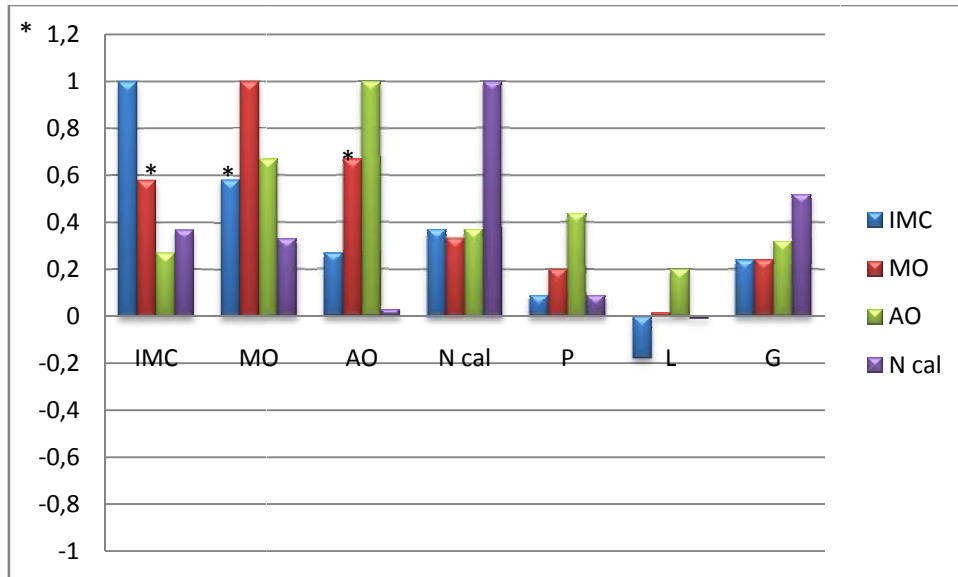
50% de la totalité des filles ont répondu : les légumes, 23.07% n'aiment pas les produits laitiers, 7.69% les pâtes alimentaires et 26.9% ne préfèrent pas manger les sucres. 33.33% de la globalité des garçons n'aiment pas les légumes, 8.33% les produits laitiers, 5.55% les pâtes alimentaires et 30.55% les sucres.

68.75% des filles qui pratiquent le sport de compétition n'aiment pas manger les légumes, 18.75% les produits laitiers, 12.5% les pâtes et 6.25% les sucres. Contrairement aux garçons 30.43% détestent les légumes, 8.69% les produits laitiers, 8.69% les pâtes et 30.43% les sucres.

20% des filles non pratiquant le sport extra-scolaire détestent manger les légumes, 30% les produits laitiers et 60% les sucres. Pour les garçons 23.07% n'aiment pas les légumes, 7.6% les produits laitiers et 30.76% les sucres.

*Nous avons réalisé aussi un test de corrélation des 7 variables étudié pour déterminer s'ils existent des rapports entre ces derniers.*

### 1. Les garçons pratiquant une activité physique sportive :

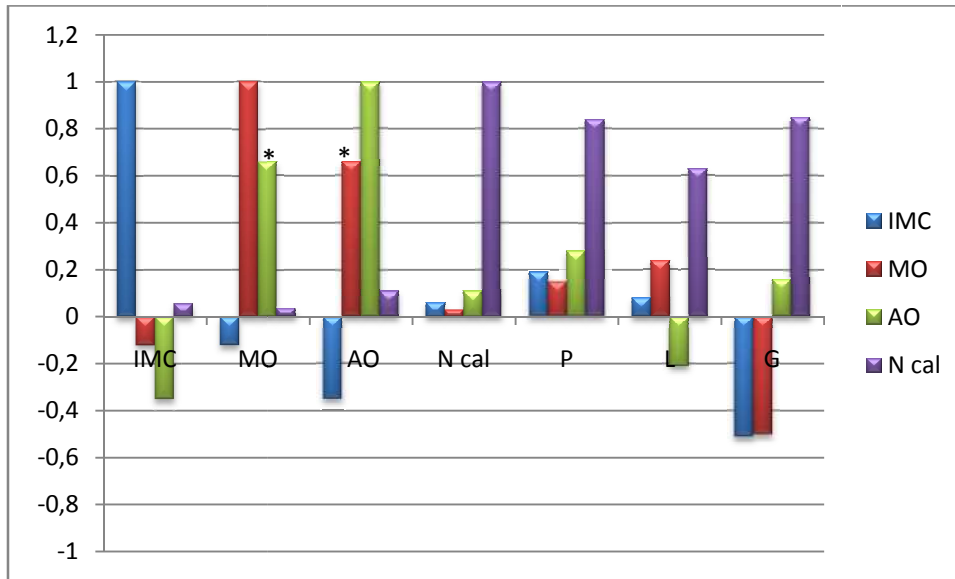


**Figure n°21** : la corrélation du groupe garçons pratiquant une activité physique sportif.

IMC : indice de masse corporelle, MO : maturation osseuse, AO : âge osseux, P : protéines ingurgitées par semaine, L : lipides ingurgités par semaine, G : glucides ingurgités par semaine et Ncal : nombre de Calaurie ingurgite par semaine, (\*) signification.

Le résultat des corrélations sur la figure ci-dessus, nous démontre qu'il existe une corrélation positive et statistiquement significative au seuil  $\alpha \leq 0.05$  ( $r = 0.58$ ) entre l'IMC avec une moyenne de MO. Une corrélation significative au seuil  $\alpha \leq 0.01$  ( $r = 0.67$ ) entre MO et AO au seuil de  $\alpha \leq 0.05$  ( $r = 0.44$ ) entre AO et les protéines ingurgités par semaine. Il existe une relation de corrélation entre le nombre de cal par semaine et le nombre des glucides consommé par semaine au seuil de signification  $\alpha \leq 0.01$  ( $r = 0.52$ ).

*Les filles pratiquant une activité physique sportive*

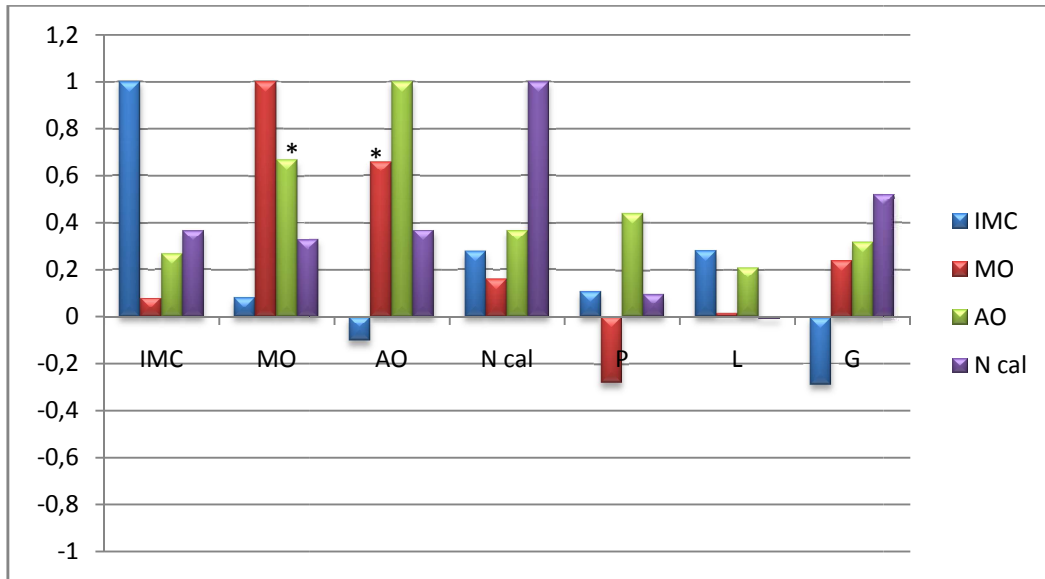


**Figure n° 22** : la corrélation du groupe filles pratiquant une activité physique sportif.

IMC : indice de masse corporelle, MO : maturation osseuse, AO : âge osseux, P : protéines ingurgitées par semaine, L : lipides ingurgite par semaine, G : lipides ingurgite par semaine et Ncal : nombre de Calaurie ingurgite par semaine, (\*) signification.

Le résultat de corrélation sur la figure ci-dessus, illustre une corrélation significative  $\alpha \leq 0.01$  entre AO et MO ( $r = 0.66$ ) et une corrélation significative  $\alpha \leq 0.01$  ( $r = 0.84$ ) entre Ncal et le nombre de protéine.

### *Les garçons non pratiquant d'activité physique sportive extra-scolaire :*

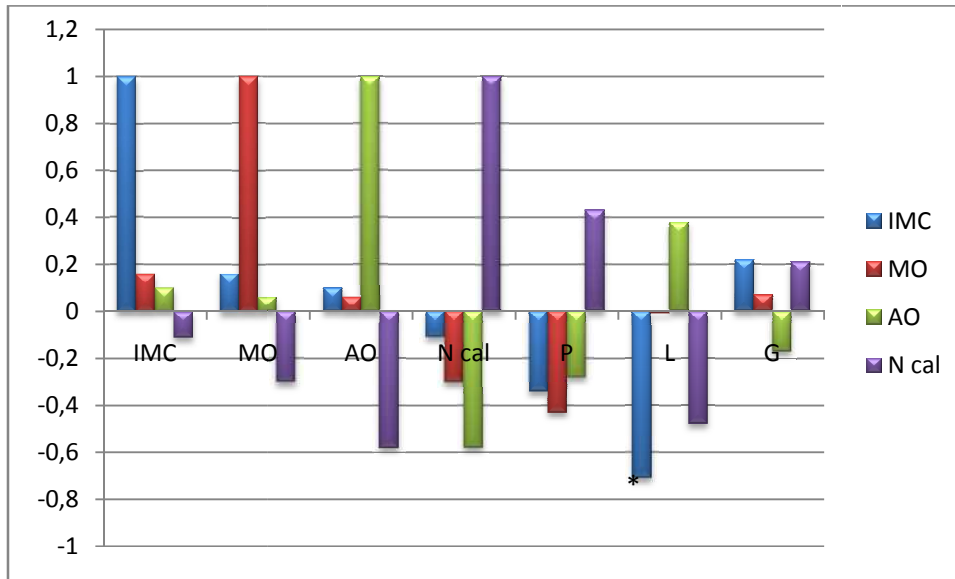


**Figure n°21** : la corrélation du groupe garçons non pratiquant une activité physique sportif.

IMC : indice de masse corporelle, MO : maturation osseuse, AO : âge osseux, P : protéines ingurgités par semaine, L : lipides ingurgités par semaine, G : glucides ingurgités par semaine et Ncal : nombre de Calaurie ingurgite par semaine, (\*) signification.

Le résultat de corrélation sur La figure ci-dessus indique une corrélation significative entre la maturation osseuse et l'âge osseux au seuil  $\alpha \leq 0.01$  ( $r = 0.66$ ).

*Les filles non pratiquant d'activité physique sportive extra-scolaire :*



**Figure n°22 :** la corrélation du groupe filles non pratiquant une activité physique sportif.

IMC : indice de masse corporelle, MO : maturation osseuse, AO : âge osseux, P : protéines ingurgité par semaine, L : lipides ingurgités par semaine, G : glucides ingurgités par semaine et Ncal : nombre de Calaurie ingurgite par semaine, (\*) signification.

Le résultat de corrélation sur la figure ci-dessus confirme l'existence d'une seul relation de corrélation négative significative  $\alpha \leq 0.05$  entre l'IMC et le nombre de lipide mangé par semaine ( $r = -0.71$ ).

### *Discussion des résultats des IMC*

Les comparaisons des IMC (indice de masse corporelle) que nous avons réalisé pour les deux groupes indiquent que la différence est non significative. Ou elles atteignent des valeurs moyennes de 18,79 pour les athlètes (filles) et 19,98 pour les valeurs témoins. Pour les garçons (athlètes) 18,35 comparons 19,93 des valeurs témoins.

Le professeur Labbé, (2007) à mentionné dans son ouvrage que l'augmentation de l'indice de masse corporelle (IMC), au début de la puberté est dus à une augmentation de la masse maigre (masse musculaire) et à la fin de la puberté à une augmentation de la masse grasse surtout chez les filles.

Dans un autre contexte il parle de la croissance staturale. Après la phase de croissance intra-utérine, la croissance staturale peut être divisée en trois phases individualisées par les courbes de vitesse de croissance.

Tous les sports ne possèdent pas le même retentissement sur la croissance. L'effet est maximal pour les sports qui nécessitent un entraînement intensif et \ou un contrôle du poids. La population la mieux étudiée est celle des gymnastes soumises dès l'âge de 8 ans à un entraînement d'une vingtaine d'heures par semaine. Les études retrouvent l'existence d'un ralentissement de la vitesse de croissance.

Une autre étude sur les danseuses, comparant la taille des danseuses et sujets contrôles a l'âge de 13 et 14 ans. A montré qu'elles atteignaient une taille normale un à deux ans après leurs ménarche qui est généralement retardé. Le poids ne suit pas la même évolution, et reste significativement toujours plus bas chez les danseuses pour toutes les catégories d'âge (Adam, 2011).

### *Discussion des résultats des tests de radiographies*

Les résultats des interprétations des radiographies que nous avons réalisées avec les deux échantillons (les enfants pratiquant une activité physique sportive et les enfants non pratiquent une activité physique sportive) ont montré d'une manière significative la différence entre les deux groupes.



L'âge osseux des filles est nettement plus élevé que celui des garçons. Pour la comparaison des deux sexes et pour les deux groupes, les enfants qui pratiquent une activité physique sportive ont un système squelettique plus mature que ceux qui ne pratiquent pas un sport de compétition, ce qui confirme les hypothèses que nous avons élaborés.

Plusieurs auteurs parlent de l'impact de l'activité physique sur la formation et la croissance des tissus osseux. Robling, (2005) in Expertise collective,(2008), la sensibilité du tissu osseux aux contraintes mécaniques appliquées lors de l'exercice physique serait plus élevée pendant la croissance, période pendant laquelle le turnover osseux (processus de dégradation et de renouvellement osseux) est particulièrement rapide. Ces contraintes modifient l'environnement mécanique de l'os et donc influencent le processus des croissances longitudinal et de minéralisation osseux. Dès les années 1950, Buskirk a noté que l'ulna et le radius étaient plus longs du côté dominant que du côté non dominant chez les joueurs de tennis ayant débuté leur pratique dès l'enfance ou l'adolescence.

Généralement lors des phases de course, de saut (impulsion et réception), ou bien lors d'un contact avec une balle ou un ballon, les impacts sont à l'origine d'une déformation des structures osseuses qui stimule la minéralisation.

Dans un autre paragraphe du même ouvrage Ward et coll., (2005) a mentionné l'augmentation de la DMO (Densité minérale osseuse) rapportée à l'augmentation de la masse corporelle au cours de la croissance est également supérieure chez les gymnastes comparativement aux nageurs ou des enfants normo-actifs. Aussi Lima et coll.,(2001) ont noté de plus fortes DMO surfacique à plusieurs sites osseux chez des garçons de 12 à 18 ans pratiquant des sports avec impacts (gymnastique, athlétisme, tennis, basket ball...) par rapport à ceux qui pratiquent des sports sans impacts.

L'accrétion osseuse observée pendant la croissance est améliorée de 1 à 3% suite à un programme d'entraînement de trois fois par semaine pendant sept mois (dans notre échantillon, 100% des enfants qui pratiquent le sport s'entraînent avec une fréquence de 3 fois par semaine).

Dans un autre contexte Zanker et coll., (2003) ont démontré que les principales limites de l'efficacité d'exercices ostéogénique sont l'âge et le sexe des sujets entraînés. Certaines études n'ont trouvé des résultats positifs qu'à partir du stade de début et au milieu de la puberté. Cependant, un grand nombre d'études ont montré la capacité d'un entraînement

ostéogénique à augmenter la minéralisation osseuse dès la pré-puberté. Les effets bénéfiques de l'exercice physique ont même été observés avant l'âge de 8 ans.

Dans un autre ouvrage Adam, (2011) démontre : l'acquisition de la masse osseuse subit l'influence de plusieurs facteurs : facteurs hormonaux, nutritionnels, mécanique, environnementaux et génétiques. Parmi les facteurs endocriniens, les rôles essentiels reviennent au couple GH/IGF-1 et à l'estradiol.

Un programme d'activité physique intense suivi pendant 8 mois aux tous débuts de la puberté entraîne une augmentation de la DMO comprise entre 1.2 et 5.6% et ce quelque soit l'intensité de l'activité physique (Fuchs, 2001).

Morris, (1997) a étudié les effets de dix mois d'activité physique d'endurance (03 fois 30 minutes par semaine) et a observé chez les filles une augmentation significative jusqu'à 5.5% de la DMO totale.

Pour Kenney et coll., (2013) l'adolescence est une période cruciale pour un développement maximal de la masse osseuse qui ne peut être obtenu que par l'association d'une nutrition et d'une activité physique adéquate. L'activité physique doit notamment comprendre des exercices visant à développer la force musculaire en utilisant le poids du corps.

Une étude longitudinale récente réalisée chez les enfants pré-pubères, garçons et filles âgés de 8 à 9 ans, montre que de simples exercices de sauts (sauts de bancs), effectués pendant une période courte, entraînent des bénéfices à long terme. Pratiqués au cours des séances d'éducation physique scolaire, pendant 7 mois, ils ont permis d'augmenter la DMO de ces enfants. Ce bénéfice a perduré 4 ans après l'arrêt de ces exercices. L'augmentation de la DMO observée était bien supérieure à celle due à la simple croissance. On peut supposer que si un tel effet se maintient chez l'adulte jeune, au-delà du pic de DMO, il puisse ralentir la chute ultérieure de celle-ci et limiter le risque de fracture avec l'âge.

### *Discussion des résultats du questionnaire*

Pour ce qui concerne les apports nutritionnels les résultats sont non significatifs pour l'apport de calories ingurgité par semaine sauf dans la comparaison de la pratique physique chez les garçons, en ce qui concerne les apports de protéines les résultats sont non significatifs, les résultats des lipides sont non significatifs dans la comparaison des sexes chez les sportifs. Significatif chez les non sportifs. Aussi dans la comparaison de la pratique sportive chez les garçons les résultats sont non significatifs et significatifs chez les filles. Pour finir les apports des glucides sont significatifs dans le groupe pratiquant le sport et non significatif dans le deuxième groupe. Dans la comparaison de la pratique physique les deux groupes sont significatifs.

L'enfant a besoin par Kg de poids et par jours de 3 gr de protéine, de 80 cal, et de 90 ml d'eau. S'il pèse 15 Kg cela fait 45 gr de protéine, 1200 cal et 1350 ml d'eau selon le docteur (Desforts, 1994).

Le professeur Labbé, (2007) a réalisée une liste de conseils diététique chez l'enfant et l'adolescent :

- Apports caloriques suffisants et équilibrés : 2000 kcal par jour.
- 4 repas par jour : Petit déjeuner : 25% apport énergétique total

Déjeuné : 35 à 40% apport énergétique total

Gouté : 5 à 10% apport énergétique total

Diné : 30% apport énergétique total.

- Insister sur les besoins en eau, calcium, sucres lents et fibres.
- Attention au surpoids et à l'insuffisance pondérale volontaire (sport à catégorie de poids, gymnastique...)

Selon le professeur Hermann, (1976) Connaissant la composition en glucides, lipides et protéines des substances alimentaires ainsi ingérées, on déduit la consommation de chacun de ces trois principes nutritifs. En divisant les chiffre ainsi trouvés d'abord par le nombre global d'individus constituant la collectivité d'abord par le nombre global d'individus constituant la collectivité humaine, objet de ces études statistiques puis dans un deuxième temps par le nombre de jours pendant lesquels les observations ont été poursuivies, on déduit les

caractéristiques qualitatives et quantitatives moyennes de la ration alimentaire quotidienne. Ces renseignements sont un peu arbitraires puisqu'ils ont été obtenus à partir du comportement alimentaire de sujets de tout âge et de classes sociales très différentes. Cependant, ils montrent qu'au point de vue quantitatif, l'apport énergétique de cette ration est celui défini précédemment sous le nom de ration d'entretien (2500 cal par 24h), et qu'au point de vue qualitatif, la répartition des différents types d'aliments s'établit toujours ainsi :

- Glucides : 400 à 425g..... 1640 à 1740 cal
- Lipides : 55 à 65g ..... 495 à 585 cal
- Protéine : 80 à 100 g ..... 330 à 410 cal

### *Discussions des corrélations*

Chez l'enfant qui grandit, le métabolisme de construction joue un rôle très particulier, parce que le processus de croissance et de différenciation intensifs, qui imposent un grand nombre de constructions et de remaniements des structures existantes, contribuent à élever le métabolisme de base : chez l'enfant, le métabolisme de base est de 20 à 30% supérieur à celui de l'adulte. De plus, les besoins en vitamines, minéraux et aliments sont augmentés. C'est plus particulièrement les besoins en protéines qui sont les plus hauts : l'enfant a besoin de 2.5g/ kg de poids (Weineck,1992).

Les résultats des interprétations des corrélations que nous avons réalisées démontrent différentes corrélations entre les variables proposés (les macronutriments, nombre de calories ingurgité par semaine, âge osseux et maturation osseuse).

Schoneau et coll., in Rowland, (2010) ont montré que les œstrogènes étaient responsables d'une croissance osseuse. À la puberté, probablement en prévision des besoins élevés en calcium lors de la gestation et de lactation. Ils ont étudié 318 sujets féminins âgés de 6 à 22 ans. La surface corticale du radius et la transversale musculaire étaient mesurées par tomodynamométrie et servaient respectivement d'indicateurs de la résistance osseuse et de la force musculaire. La masse et la force musculaires étant les principaux déterminants de la croissance osseuse. Comme on pouvait s'y attendre, un lien étroit existait entre ces derniers ( $r = 0.77$ ). La relation n'était pas influencée par le sexe chez les enfants pré-pubère. A la puberté, cependant, le rapport était plus élevé chez les filles que chez les garçons. Le stade pubertaire et le sexe exerçaient un effet significatif.

Des données d'une étude réalisée en Amérique indiquent que la leptine (la leptine sécrétée par les adipocytes agissait sur l'hypothalamus et inhibait leur appétit) pourrait jouer un rôle dans l'initiation de la puberté. Si cette hypothèse était vérifiée, la leptine établirait un lien entre la fonction de maturation et le statut nutritionnel, ce qui pourrait expliquer les effets de l'entraînement sur le début de la puberté et les fonctions de maturation.

La masse osseuse obtenue à la fin de la puberté est la plupart du temps semblable chez les sportifs de haut niveau par rapport à celle des autres adolescents, voire même supérieure. Les contraintes mécaniques exercées sur l'os par l'activité physique en gravité possèdent un effet stimulant majeur sur la minéralisation osseuse. L'exercice physique au cours de l'adolescence contribue à augmenter la densité minérale osseuse, et permet, à long terme, la prévention de l'ostéoporose.

D'autre part l'adolescence est le temps propice à l'émergence de trouble de comportement alimentaire (TCA). Le pic de masse osseuse peut ne jamais être atteint en cas de troubles du comportement alimentaire. La première étape de la prévention des TCA est l'éducation et le rôle de l'éducateur (Thierry, 2011).

# Conclusion

---

### *Conclusion*

L'objectif principal de l'évaluation de l'âge osseux chez les enfants scolarisés pratiquants ou non une activité physique sportive extra-scolaire est de connaître le niveau de maturation chez ces derniers. Elle permet de déterminer l'impact et l'effet de l'activité physique et des apports nutritionnel sur cette maturation, qui donne une représentation globale de la santé de ces enfants.

Dans le sport et plus particulièrement chez les plus jeunes, l'activité physique à un impacte sur leurs santés et leurs épanouissements dans leurs croissances et développements, il est essentiel de bien comprendre comment la croissance et la maturation de l'organisme conditionnent les capacités physiques et comment, en retour, l'activité physique peut affecter la croissance et la maturation.

Ce travail souligne l'importance d'effectuer une activité physique dans le but d'un développement osseux (rapide). Ce qui doit inciter les parents, médecins et éducateurs à encourager les enfants a la pratique d'une activité physique sportive durant cette période critique qu'est la puberté.

Toutefois, le non respect des apports nutritionnels recommandé pour les enfants en croissance, joue un rôle négatif sur ces développements en ralentissant les mécanismes de la puberté.

Au terme de notre recherche sur les effets de la nutrition et de l'activité physique sportive sur la maturation osseuse, chez les enfants 10 -12 ans, il y a lieu d'affirmer que l'activité physique sportive influence positivement sur la maturation osseuse, précisément sur la densité minéral osseuse (DMO). La nutrition ou l'apport énergétique consommé intervient dans le développement de la maturation chez les enfants sachant qu'il y a une dépense énergétique supplémentaire due à la croissance.

Il nous parait nécessaire de proposer certaine recommandations dans l'espoir qu'elles apportent un plus dans le développement des enfants. A savoir :

- Pratiquer une activité physique sportive régulière en dehors de la séance d'éducation physique scolaire.
- La sensibilisation des enfants et des parents par les éducateurs par rapport à leurs comportements alimentaires.

# Bibliographie

---



### *Bibliographie*

- 1) **ADAM THIERRY**, « Gynécologie du sport », Springer, 2012.
- 2) **ANDRE LABBE**, « Pédiatrie », ellipses, 2007.
- 3) **CHARLES. M**, « l'enfant et le sport », Edition deboeck, 1998.
- 4) **COLLEGE DES ENSEIGNANTS DE NUTRITION**, « cahiers de nutrition et de diététique », Masson, 2001.
- 5) **DAVID.L, LARRY. K, WILMORE**, « physiologie du sport et de l'exercice », Deboeck, 2013.
- 6) **DUCHÉ.P, E.VAN PRAAGH**, « activité physique et développement de l'enfant », ellipses, 2009.
- 7) **EXPERTISE COLLECTIVE**, « Activité physique contextes et effets sur la santé », Inserm, 2008.
- 8) **FREDOT. E**, « connaissance des aliments », Lavoisier, 2005.
- 9) **JACQUELINE DES FORTS**, « Education et surveillance du petit enfant algérien », Office des Publications Universitaires, 1994.
- 10) **JÉROME. C, PIERRE. J**, « Orthopédie pédiatrique membre supérieur », Masson, 2009.
- 11) **HERMANN. H**, « Précis de physiologie », Masson, 1976.
- 12) **GASSIER. J**, « Biologie nutrition- alimentation », Masson, 2001.
- 13) **KATCH et col.**, « Nutrition et performances sportives », Deboeck, 2004.
- 14) **MONOD.M, FLANDROIS, R.VANDEWALLE.H**, « physiologie du sport », Masson, 2007.
- 15) **MARIEB. N**, « Anatomie et physiologie humaine », Deboeck, 1998.
- 16) **ROWLOND.W**, « physiologie de l'exercice chez l'enfant », deboeck, 2010.
- 17) **SAMPE. M**, « Analyse de la maturation squelettique », Inserm, 1987.

- 18) SCHMELING**, « criterefor age estimation in living individuals », 2008.
- 19) SCHMIDT**, « studies in use of the Greulich- Pyle skeletal age method to assess criminal liability », 2008
- 20) THILLE.E, THOMAS.R, CAJA.J** ; « manuel de l'éducateur sportif », vigot 1985.
- 21) VAN PRAAGH. E**, « physiologie du sport enfant et adolescent », Edition deboeck 2008.
- 22) WEINECK.J**, « manuel d'entraînement » 4eme édition vigot.1997.
- 23) WEINECK.J**, « Biologie du sport », vigot 1992.

## ***Résumé***

L'objectif de notre étude est de voir quel est l'impact de l'apport nutritionnel et de l'activité physique sportive sur la maturation osseuse évaluée par la méthode de détermination.

L'échantillon de notre travail est constitué de 63 enfants âgés entre 10 et 12 ans des deux sexes repartis entre sportifs et non sportifs.

La méthode de détermination de l'âge osseux pourrait nous aider à mieux concevoir nos programmes d'éducation physique et sportive afin de mieux appréhender les différences individuelles et collectives

## ***Abstract***

The objective of our study was to determinate the impact of nutritional intake and physical activity exercices on bone maturation evaluated by the method of determination of this last.

Sample of our work consists of 63 children aged between 10 and 12 years of both gender divided between sporting and non-sporting ones.

The determination of bone age method could help us to better design our physical education program to understand the individual and collective diffirences.