

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

UNIVERSITE DES FRERES MENTOURI CONSTANTINE 1



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



N° d'ordre : .....

N° de série : .....

**Thèse de Doctorat en Sciences**  
**Spécialité : Sciences Alimentaires**

Présentée par :

**BAHCHACHI Nora**

---

**ANTHROPOMETRIE NUTRITIONNELLE :**  
**Premières courbes algériennes de croissance et de**  
**corpulence (6 - 18 ans)**

---

Soutenue le : 08/11/2018

Devant le jury composé de :

**Présidente** : Zahia BOUDERDA

**Rapporteur** : Lahcène NEZZAL

**Co-rapporteur** : Corinne Colette

DAHEL-MEKHANCHA

**Examineurs** : Marie-Françoise

ROLLAND-CACHERA

Nadira BOUCHAIR

Hacène NAMOUNE

Pr. FSM, Université Salah Boubnider, Constantine 3

Pr. FSM, Université Salah Boubnider, Constantine 3

Pr. INATAA, Université Frères Mentouri  
Constantine 1

Dr INSERM (U1153), INRA (U1125), CNAM  
Université Paris 13

Pr. Clinique infantile Sainte-Thérèse, CHU ANNABA

Pr. INATAA, Université Frères Mentouri  
Constantine 1

## REMERCIEMENTS

Nos remerciements s'adressent à une équipe multidisciplinaire grâce à laquelle cette thèse a été conçue :

- Pr. NEZZAL L., Pr. DAHEL-MEKHANCHA C.C., MEKHANCHA Dj., KAROUNE R., BOULDJADJ I. : Membres du laboratoire de recherche Alimentation, Nutrition et Santé – ALNUTS, Université Salah Boubnider Constantine 3 ;
- Dr BOUZENADA N., Dr ADJALI-HASSANI W., Dr HOUAM M. : Médecins de santé scolaire, Unités de Dépistage et de Suivi ;
- BADIS N., GNOUMOU D., DJAGHIM F., LACHEHAB F. : Etudiants de l'Institut de la Nutrition, de l'Alimentation et des technologies AgroAlimentaires – INATAA, Université Frères Mentouri Constantine 1 ;
- Dr ROLLAND-CACHERA M.F. : Equipe de recherche en épidémiologie nutritionnelle, centre de recherche en épidémiologie et statistiques, INSERM (U1153), INRA (U1125), CNAM, COMUE Sorbonne Paris Cité, Université Paris 13, France
- Dr ROELANTS M. : Environment and Health, Department of Public Health and Primary Care, KU Leuven, University of Leuven, Leuven, Belgique
- †Pr. HAUSPIE R. : Laboratory of Anthropogenetics, Vrije Universiteit, Brussel, Belgique (décédé le 25 Avril 2017).
- INATAA

Nos remerciements s'adressent aux institutions et organismes (Direction de l'Education Nationale et des établissements scolaires, Direction de la Santé Publique, les EPSP, SEMEP et UDS) qui nous ont permis de réaliser cette étude.

De plus nous remercions tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail : Personnel de la santé scolaire, enseignants, élèves et parents d'élèves.

Je tiens également à remercier : Pr. Z. BOUDERDA (Service de pédiatrie, Université Salah Boubnider Constantine 3), Pr. M.F. ROLLAND-CACHERA (INSERM (U1153), INRA (U1125), CNAM Université Paris 13), Pr. N. BOUCHAÏR (Clinique infantile Sainte-Thérèse, CHU ANNABA) et Pr. H. NAMOUNE (INATAA, Université Frères Mentouri Constantine 1) d'avoir accepté d'être membre de jury de notre thèse et pour l'intérêt porté à ce travail.

## Liste des abréviations

**ALNUTS** : Alimentation, Nutrition et Santé

**ANDRS** : Agence Nationale pour le Développement de la Recherche en Santé

**AO** : Age Osseux

**CEM** : Collège d'Enseignement Moyen

**CV** : Coefficient de Variation

**DPAT** : Direction de la Planification et de l'Aménagement du Territoire

**DS** : Déviation Standard

**ENWC** : Education Nationale de la wilaya de Constantine

**ET** : Ecart-Type

**FAO** : Food and Agriculture Organization

**GH** : Growth Hormone

**IGF-I** : Insulin-like Growth Factor I

**IMC** : Indice de Masse Corporelle

**IMC/A** : Indice de Masse Corporelle pour âge

**INSERM** : Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale

**IOTF** : International Obesity Task Force

**Kur** : Kurtosis

**LMS** : Lambda Mu Sigma (L: puissance de transformation, M : médiane, S : coefficient de variation)

**Max** : Maximum

**MGRS (EMRC)** : Multicentre Growth Reference Study (étude multicentrique sur la référence de croissance<sup>o</sup>)

**Min** : Minimum

**Moy** : Moyenne

**NCHS** : National Center for Health and Statistics

**OMS (WHO)** : Organisation Mondiale de la Santé (World Health Organization)

**ONS** : Office National des Statistiques

**P/A** : Poids pour Age

**P/T** : Poids pour Taille

**RGPH** : Recensement Général de la Population et de l'Habitat

**SEMEP** : Service d'Epidémiologie et de Médecine Préventive

**Ske** : Skewness

**T/A** : Taille-pour Age

**TEM** : Technique Error of Measurement

**TOL** : Taux d'Occupation du Logement

**TOP** : Taux d'Occupation par Pièce

**UDS** : Unité de Dépistage et de Suivi

## Liste des tableaux

<b>Tableau 01</b>	Différents stades du développement pubertaire [Tanner et Whitehouse, 1982]	11
<b>Tableau 02</b>	Estimation du taux de scolarisation selon l'âge et le sexe - Commune Constantine, 2006/07	53
<b>Tableau 03</b>	Répartition des élèves scolarisés selon l'âge et le sexe - Commune Constantine – 2006/07	54
<b>Tableau 04</b>	Paramètres standards et fixés lors du tirage au sort	59
<b>Tableau 05</b>	Liste initiale des établissements tirés au sort avec les effectifs des élèves selon le sexe et l'âge (Constantine, 2009)	78
<b>Tableau 06</b>	Liste supplémentaire des établissements tirés au sort (Constantine, 2009)	79
<b>Tableau 07</b>	Effectif total des élèves tirés au sort et ceux non enquêtés par palier (Constantine, 2009)	79
<b>Tableau 08</b>	Effectifs des élèves retenus pour l'étude par classe d'âge et selon le sexe (Constantine, 2009)	80
<b>Tableau 9</b>	Comparaison entre les balances SECA 780 et 881 (Constantine, 2009)	81
<b>Tableau 10</b>	Précision et exactitude des observateurs (Constantine, 2009)	82
<b>Tableau 11</b>	Planning de réalisation des tests de variabilité (Constantine, 2009)	82
<b>Tableau 12</b>	Résultats des tests de variabilité (Constantine, 2009)	83
<b>Tableau 13</b>	Nombre d'erreurs de saisie décelées par variable vérifiée (Constantine, 2009)	83
<b>Tableau 14</b>	Répartition des effectifs et pourcentages des élèves selon le secteur urbain (Constantine, 2009)	87
<b>Tableau 15</b>	Distribution (%) des élèves selon le niveau d'instruction des parents (Constantine, 2009)	88
<b>Tableau 16</b>	Distribution (%) des élèves selon la profession des parents (Constantine, 2009)	89
<b>Tableau 17</b>	Répartition des effectifs et des pourcentages des élèves, selon le sexe et le nombre d'enfants dans le ménage (Constantine, 2009)	92
<b>Tableau 18</b>	Distribution des effectifs et des pourcentages des élèves, selon le sexe et l'ordre dans la fratrie (Constantine, 2009)	93
<b>Tableau 19</b>	Distribution (effectifs, %) des élèves, selon le sexe et le nombre de personnes actives dans le ménage (Constantine, 2009)	93
<b>Tableau 20</b>	Poids moyen (kg) des vêtements des filles et des garçons par classe d'âge (Constantine, 2009)	94
<b>Tableau 21</b>	Valeurs du test de Shapiro par classe d'âge et selon le sexe (Constantine, 2009)	95
<b>Tableau 22</b>	Paramètres de distribution et de position du poids (kg) par classe d'âge et selon le sexe (Constantine, 2009)	96
<b>Tableau 23</b>	Valeurs du test de Shapiro par classe d'âge et selon le sexe (Constantine, 2009)	97
<b>Tableau 24</b>	Paramètres de distribution et de position de la taille (cm) par classe d'âge et selon le sexe (Constantine, 2009)	98
<b>Tableau 25</b>	Valeurs du test de Shapiro par classe d'âge et selon le sexe (Constantine, 2009)	100
<b>Tableau 26</b>	Paramètres de distribution et de position de l'IMC (kg/m <sup>2</sup> ) par classe d'âge et selon le sexe (Constantine, 2009)	101
<b>Tableau 27</b>	Paramètres L, M, S et percentiles lissés du poids (kg) selon l'âge des filles (Constantine, 2009)	102
<b>Tableau 28</b>	Paramètres L, M, S et percentiles lissés du poids (kg) selon l'âge des garçons (Constantine, 2009)	104
<b>Tableau 29</b>	Paramètres L, M, S et percentiles lissés de la taille (cm) selon l'âge des filles (Constantine, 2009)	106
<b>Tableau 30</b>	Paramètres L, M, S et percentiles lissés de la taille (cm) selon l'âge des garçons (Constantine, 2009)	109
<b>Tableau 31</b>	Paramètres L, M, S et percentiles lissés de l'IMC (kg/m <sup>2</sup> ) selon l'âge des filles (Constantine, 2009)	112

<b>Tableau 32</b>	Paramètres L, M, S et percentiles lissés de l'IMC (kg/m <sup>2</sup> ) selon l'âge des garçons (Constantine, 2009)	115
<b>Tableau 33</b>	Différences de taille (cm/décennie) par classe d'âge et selon le sexe des élèves entre 1971, 1983 et 2008	131
<b>Tableau 34</b>	Prévalence (%) du retard de croissance selon l'OMS 2007 (Constantine, 2009)	132
<b>Tableau 35</b>	Prévalence (%) de la micreur selon l'OMS 2007 (Constantine, 2009)	133
<b>Tableau 36</b>	Prévalence (%) du surpoids (obésité non incluse) selon l'OMS 2007 (Constantine, 2009)	133
<b>Tableau 37</b>	Prévalence (%) de l'obésité selon l'OMS 2007 (Constantine, 2009)	134
<b>Tableau 38</b>	Prévalence (%) de la minceur selon Cole et coll. (2007) – (Constantine, 2009)	134
<b>Tableau 39</b>	Prévalence (%) du surpoids (obésité non incluse) selon IOTF (Constantine, 2009)	135
<b>Tableau 40</b>	Prévalence (%) de l'obésité selon IOTF (Constantine, 2009)	136
<b>Tableau 41</b>	Prévalence (%) de la minceur selon Rolland-Cachera et coll. (1991) – (Constantine, 2009)	136
<b>Tableau 42</b>	Prévalence (%) du surpoids (obésité incluse) selon Rolland-Cachera et coll. (1991) - (Constantine, 2009)	137
<b>Tableau 43</b>	Prévalence (%) des différentes formes de malnutrition selon trois références internationales (Constantine, 2009)	138
<b>Tableau 44</b>	Quelques caractéristiques socio-économiques de la population de notre étude (Constantine 2009)	148
<b>Tableau 45</b>	Caractéristiques des études sur les courbes de croissance algériennes	150
<b>Tableau 46</b>	Prévalence du surpoids et de l'obésité dans quelques régions algériennes	166

## Listes des encadrés et des figures

<b>Encadré 1</b>	Recommandations pour la réalisation de courbes de croissance (Waterlow et coll., 1977 ; OMS, 1995)	55
<b>Encadré 2</b>	Etapes de traitement par LMS de données anthropométriques pour la construction des courbes de référence	71
<b>Figure 01</b>	Pourcentage (%) de la population scolarisée par cycle dans la commune de Constantine par rapport à celle de la wilaya de Constantine [DPAT, 2008]	54
<b>Figure 02</b>	Planning de l'étude sur les courbes de croissance (6-18 ans) – Constantine 2009	56
<b>Figure 03</b>	Sondage stratifié en grappe à un degré – Commune Constantine 2009	58
<b>Figure 05</b>	Masque de saisie des données anthropométriques sur tableur (Constantine 2009)	61
<b>Figure 06</b>	Balance SECA 780, (a) Ecran d'affichage	62
<b>Figure 07</b>	Balance SECA 881	63
<b>Figure 08</b>	Toise SECA 220	64
<b>Figure 09</b>	Masque de saisie (.qes) des données socioéconomique sur EpiInfo Version 6	65
<b>Figure 10</b>	Traitement des données anthropométriques par le logiciel LMS	70
<b>Figure 11</b>	Traitement des données anthropométriques par « enquête nutritionnelle » du logiciel WHOAnthroPlus	73
<b>Figure 12</b>	Sélection de l'échantillon inclus dans l'analyse (Constantine, 2009)	80
<b>Figure 13</b>	Répartition des élèves par sexe selon le type de logement (Constantine, 2009)	89
<b>Figure 14</b>	Fréquence des élèves par sexe selon le nombre de pièces dans le ménage (Constantine, 2009)	90
<b>Figure 15</b>	Répartition des élèves selon les commodités du logement (Constantine, 2009)	90
<b>Figure 16</b>	Taille du ménage selon le sexe des élèves (Constantine, 2009)	91
<b>Figure 17</b>	Worm plot du poids (kg) des filles (modèle L03M06S04R) – Constantine, 2009	103
<b>Figure 18</b>	Courbes percentiles (a) et accroissements moyens annuels (b) du poids (kg) des filles (Constantine, 2009)	103
<b>Figure 19</b>	Worm plot du poids (kg) des garçons (modèle L03M06S05R)- Constantine, 2009	105
<b>Figure 20</b>	Courbes percentiles (a) et accroissements moyens annuels (b) du poids (kg) des garçons (Constantine, 2009)	105
<b>Figure 21</b>	Worm plot de la taille (cm) des filles (modèle L00(L = 1)M05S04R)-Constantine, 2009	107
<b>Figure 22</b>	Courbes percentiles (a) et accroissements moyens annuels (b) de la taille (cm) des filles (Constantine, 2009)	107
<b>Figure 23</b>	Courbe de croissance en poids (kg) et en taille (cm) des filles (Constantine, 2009)	108
<b>Figure 24</b>	Worm plot de la taille (cm) des garçons (modèle L00(L = 1)M06S05R)-Constantine, 2009	110
<b>Figure 25</b>	Courbes percentiles (a) et accroissements moyens annuels (b) de la taille (cm) des garçons (Constantine, 2009)	110
<b>Figure 26</b>	Courbe de croissance en poids (kg) et en taille (cm) des garçons (Constantine, 2009)	111
<b>Figure 27</b>	Worm plot de l'IMC (kg/m <sup>2</sup> ) des filles (modèle L03M05S04R) – Constantine, 2009	113
<b>Figure 28</b>	Courbes percentiles lissés et seuils de l'IOTF et Cole et coll. de l'IMC (kg/m <sup>2</sup> ) des filles (Constantine, 2009)	113
<b>Figure 29</b>	Courbe de l'IMC (kg/m <sup>2</sup> ) des filles (Constantine, 2009)	114
<b>Figure 30</b>	Worm plot de l'IMC (kg/m <sup>2</sup> ) des garçons (modèle L03M05S04R)-Constantine, 2009	115
<b>Figure 31</b>	Courbes percentiles lissés et seuils de l'IOTF et Cole et coll. de l'IMC lissé (kg/m <sup>2</sup> ) des garçons (Constantine, 2009)	116
<b>Figure 32</b>	Courbe de l'IMC (kg/m <sup>2</sup> ) des garçons (Constantine, 2009)	116
<b>Figure 33</b>	Courbes médianes du poids (kg) des filles et des garçons (Constantine, 2009)	117

<b>Figure 34</b>	Courbes médianes de la taille (cm) des filles et des garçons (Constantine, 2009)	118
<b>Figure 35</b>	Courbes médianes de l'IMC (kg/m <sup>2</sup> ) des filles et des garçons (Constantine, 2009)	118
<b>Figure 36</b>	Valeurs médianes ou moyennes du poids (a) de la taille (b) de l'IMC (c) des filles (F) et des garçons (G) de Constantine 2009, Constantine 2004, Constantine 1998/2002 et El Khroub 2001/02	121
<b>Figure 37</b>	Valeurs médianes ou moyennes du poids (a), de la taille (b) et de l'IMC (c) des filles (F) et des garçons (G) de Constantine 2009, Batna, Bou Saâda, Médéa et Redjas	122
<b>Figure 38</b>	Valeurs médianes du poids (a), de la taille (b) et de l'IMC (c) des filles (F) et des garçons (G) de Constantine, Arabie Saoudite, Egypte, Emirats Arabes Unies, Maroc et Qatar	124
<b>Figure 39</b>	Z-scores du poids (a), taille (b) et IMC (c) des filles (F) et des garçons (G) des références espagnoles, françaises, italiennes, grecques et européennes du sud (filles et garçons) établis sur la base des données algériennes (Constantine, 2009)	126
<b>Figure 40</b>	Comparaison des 3 <sup>ème</sup> , 50 <sup>ème</sup> et 97 <sup>ème</sup> percentiles du poids (a), taille (b) et IMC (c) des filles (F) et des garçons (G) des références algériennes (Constantine, 2009) et de l'OMS 2007	128
<b>Figure 41</b>	Comparaison des 3 <sup>ème</sup> , 10 <sup>ème</sup> , 25 <sup>ème</sup> , 90 <sup>ème</sup> et 97 <sup>ème</sup> percentiles de l'IMC des données algériennes (Constantine, 2009) avec les seuils 16 (I-16), 17 (I-17), 18,5 (I-18,5), 25 (I-25) et 30 (I-30) de Cole et coll. (2007) et IOTF	130
<b>Figure 42</b>	Croissance séculaire des filles (a) et des garçons (b) algériens entre 1976 et 2008	131
<b>Figure 43</b>	Prévalence de la minceur, surpoids (obésité incluse) et obésité selon les différentes références (Constantine, 2009)	138

## TABLE DES MATIERES

### LISTE DES ABREVIATIONS

### LISTE DES TABLEAUX

### LISTES DES ENCADRES ET DES FIGURES

### INTRODUCTION

1

## SYNTHESE BIBLIOGRAPHIE

### Chapitre I : CROISSANCE, DEVELOPPEMENT ET MATURATION

1. CROISSANCE	5
1.1. Phase de la vie intra-utérine	5
1.2. Phase de la petite enfance	5
1.3. Phase de l'enfance	6
1.4. Phase de l'adolescence	7
2. MATURATION ET DEVELOPPEMENT	8
2.1. Maturation osseuse	9
2.2. Maturation dentaire	9
2.3. Maturation sexuelle	10
2.4. Développement psychomoteur	11
3. FACTEURS INFLUENÇANT LA CROISSANCE	12
3.1. Facteurs intrinsèques	12
3.1.1. Facteurs génétiques	12
3.1.2. Facteurs endocriniens	12
3.2. Facteurs extrinsèques	14
3.2.1. Nutrition	14
3.2.2. Facteurs socio-économiques	15
3.2.3. Facteurs environnementaux	16
3.2.4. Etat de santé	17
3.2.5. Autres facteurs	18
4. EVOLUTION SECLAIRE DE LA CROISSANCE	19

### Chapitre II : ANTHROPOMETRIE NUTRITIONNELLE

1. HISTORIQUE DE L'ANTHROPOMETRIE	21
2. MESURES ANTHROPOMETRIQUES	23
2.1. Poids	24
2.2. Taille	25
2.3. Equipements de mesure	27
2.4. Erreurs de mesure	28
3. INDICES ET INDICATEURS NUTRITIONNELS	29
3.1. Taille pour âge	31
3.2. Poids pour âge	31
3.3. IMC pour âge	31
4. MODES D'EXPRESSION DES INDICATEURS	32
4.1. Pourcentage de la médiane	32
4.2. Courbes Z-scores	32
4.3. Centiles	33

### Chapitre III : COURBES DE CROISSANCE

1. UTILITE DES COURBES DE CROISSANCE	35
1.1. Définitions	35
1.2. Intérêts des courbes et des références de croissance	36
2. RECOMMANDATIONS POUR LA REALISATION DES COURBES DE	37
REFERENCE	
2.1. Population de l'étude	38



2.2. Type et protocole d'étude	39
2.3. Variables et mesures anthropométriques	39
2.4. Procédure d'élaboration des courbes	40
3. CHOIX ENTRE COURBES LOCALE ET INTERNATIONALE	40
4. QUELQUES EXEMPLES DE REFERENCES LOCALES ET INTERNATIONALES	43
4.1. Références locales	43
4.1.1. Références locales de quelques pays arabes	43
4.1.2. Références locales de quelques pays européens	44
4.2. Références internationales	46
4.2.1. Référence de croissance de l'OMS pour les enfants d'âge scolaire et les adolescents	46
4.2.2. Seuils de surpoids, obésité et minceur de l'International Obesity Task Force	47
5. COURBES ALGERIENNES DE CROISSANCE	48
5.1. Croissance des algériens de l'Aurès de l'enfance à l'âge adulte	48
5.2. Données biométrique de la population algérienne âgée de 0 à 19 ans	49
5.3. Croissance et développement de l'élève algérien	49
5.4. Syndrome métabolique chez les adolescents scolarisés de la ville de Constantine	50
5.5. Croissance des enfants de 6 à 17 ans au secteur d'El Kantara à Constantine	51

## **MATERIEL ET METHODES**

1. MATERIEL	52
1.1. Population cible	52
1.2. Population d'étude	53
1.3. Unité d'observation	54
2. METHODES	55
2.1. Type d'étude	57
2.2. Echantillonnage	57
2.2.1. Taille de l'échantillon	57
2.2.2. Base de sondage	57
2.2.3. Méthode de sondage	58
2.2.4. Tirage au sort	58
2.3. Données recueillies	60
2.3.1. Données anthropométriques	60
2.3.2. Questionnaire socioéconomique	64
2.3.3. Enquêteurs	66
2.4. Traitement des données	67
2.4.1. Données anthropométriques	68
2.4.2. Données socioéconomiques	72
3. ANALYSE DES DONNEES	72
3.1. Comparaison avec des données algériennes, des références locales et internationales	73
3.2. Etude de l'évolution séculaire	74
3.3. Estimation de l'état nutritionnel	75
3.4. Tests statistiques	75
4. ASPECTS ETHIQUES	76

## **RESULTATS**

1. DESCRIPTION DE LA POPULATION D'ETUDE	77
1.1. Echantillonnage	77
1.2. Anthropométrie	81
1.3. Enquêteurs	82
1.3.1. Recrutement des observateurs	82

1.3.2. Tests de variabilité	82
1.4. Contrôle du matériel et de la saisie	83
1.5. Déroulement	84
1.5.1. Enquête socio-économique	84
1.5.2. Mesures anthropométriques	85
1.6. Problèmes rencontrés	86
2. CARACTERISTIQUES SOCIO-ECONOMIQUES DE LA POPULATION DE L'ETUDE	87
2.1. Lieu de résidence	87
2.2. Niveau d'instruction des parents	87
2.3. Profession des parents	88
2.4. Ménage	89
2.5. Structure de la famille	91
3. DISTRIBUTION DES CARACTERISTIQUES ANTHROPOMETRIQUES	94
3.1. Distribution du poids selon le sexe	94
3.2. Distribution de la taille selon le sexe	97
3.3. Distribution de l'indice de masse corporelle selon le sexe	99
4. COURBES DE CROISSANCE DES ENFANTS ET DES ADOLESCENTS	102
4.1. Courbes du poids selon le sexe	102
4.1.1. Poids des filles (6-18 ans)	102
4.1.2. Poids des garçons (6-18 ans)	104
4.2. Courbes de la taille selon le sexe	106
4.2.1. Taille des filles (6-18 ans)	106
4.2.2. Taille des garçons (6-18 ans)	109
4.3. Courbe de l'indice de masse corporelle selon le sexe	112
4.3.1. Indice de masse corporelle des filles (6-18 ans)	112
4.3.2. Indice de masse corporelle des garçons (6-18 ans)	114
5. COMPARAISON DE LA CROISSANCE DES FILLES ET DES GARÇONS DE L'ETUDE	117
5.1. Comparaison du poids	117
5.2. Comparaison de la taille	117
5.3. Comparaison de l'indice de masse corporelle	118
6. COMPARAISON DE LA CROISSANCE DE LA POPULATION D'ETUDE AVEC D'AUTRES DONNEES	119
6.1. Données algériennes	119
6.1.1. Croissance des filles	120
6.1.2. Croissance des garçons	120
6.2. Références locales de pays arabes	123
6.2.1. Croissance des filles	123
6.2.2. Croissance des garçons	123
6.3. Références locales des pays de l'Europe du Sud	125
6.3.1. Croissance des filles	125
6.3.2. Croissance des garçons	127
6.4. Références internationales OMS 2007	127
6.4.1. Croissance des filles	127
6.4.2. Croissance des garçons	129
6.5. Références internationales IOTF	129
7. CROISSANCE SECULAIRE DES ENFANTS ET ADOLESCENTS DE L'ETUDE	130
8. ETAT NUTRITIONNEL DES ENFANTS ET ADOLESCENTS DE L'ETUDE	132
8.1. Selon les références internationales OMS 2007	132
8.1.1. Prévalence du retard de croissance	132

8.1.2. Prévalence de la maigreur	132
8.1.3. Prévalence du surpoids (obésité non incluse)	133
8.1.4. Prévalence de l'obésité	133
8.2. Selon les références internationales IOTF	134
8.2.1. Prévalence de la maigreur	134
8.2.2. Prévalence du surpoids (obésité non incluse)	135
8.2.3. Prévalence de l'obésité	135
8.3. Selon les références françaises	136
8.3.1. Prévalence de la maigreur	136
8.3.2. Prévalence du surpoids (obésité incluse)	137
8.4. Conclusion	137

## **DISCUSSION**

1. ENQUETE	139
1.1. Biais de sélection	140
1.1.1. Population d'étude	141
1.1.2. Critères d'exclusion et d'inclusion.	142
1.1.3. Type d'échantillonnage	142
1.1.4. Refus de participation	142
1.2. Biais de mesure	143
1.2.1. Matériel de mesure	143
1.2.2. Enquêtrices	143
1.2.3. Variations saisonnière et diurne des mesures anthropométriques	145
1.2.4. Poids des vêtements	146
1.2.5. Saisie des données	146
1.3. Biais d'exploration des données	146
2. CARACTERISTIQUES SOCIO-ECONOMIQUES DE LA POPULATION D'ETUDE	147
3. INTERET DES COURBES DE CROISSANCE DE NOTRE ETUDE	149
4. CROISSANCE DES FILLES ET DES GARÇONS DE CONSTANTINE	150
4.1. Poids des filles et des garçons	150
4.2. Taille des filles et des garçons	151
4.3. Indice de masse corporelle des filles et des garçons	154
5. COMPARAISON DE L'ANTHROPOMETRIE DES ELEVES DE CONSTANTINE AVEC D'AUTRES DONNEES	156
5.1. Comparaison avec les données algériennes	156
5.2. Comparaison avec des références étrangères et internationales	157
5.2.1. Comparaison du poids et de la taille avec ceux de sujets de pays arabes	157
5.2.2. Comparaison du poids et de la taille avec ceux de sujets de pays de l'Europe du Sud et de l'OMS	159
5.2.3. Comparaison de l'IMC avec les références étrangères et internationales	160
6. CROISSANCE SEculaire DES ENFANTS ET DES ADOLESCENTS DE L'ETUDE	161
7. ETAT NUTRITIONNEL DE LA POPULATION DE L'ETUDE	164
7.1. Prévalence du retard de croissance	161
7.2. Prévalence de la maigreur	165
7.3. Prévalence du surpoids et de l'obésité	166
7.4. Transition épidémiologique	168
<b>CONCLUSION</b>	170
<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES</b>	173

## **ANNEXES**

- Annexe 1** - Valeurs étrangères, internationales et algériennes du poids (kg), de la taille (cm) et de l'IMC ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ) des enfants et des adolescents
- Annexe 2** – Méthode d'estimation de la population scolarisable de la commune de Constantine en 2007
- Annexe 3** – Monographie de Constantine
- Annexe 4** – Autorisation d'accès aux établissements scolaires
- Annexe 5** – Listes des établissements scolaires des trois paliers (Constantine, 2007)
- Annexe 6** - Fiche des mesures anthropométriques
- Annexe 7**- Résumé de la méthodologie de quelques articles sur la construction des courbes de croissance
- Annexe 8** - Questionnaire d'enquête (version française)  
- Questionnaire d'enquête (version arabe)
- Annexe 9** : Procédure de standardisation de collecte des données anthropométriques sur terrain (WHO, 1983)
- Annexe 10** – Valeurs moyennes du poids (kg), de la taille (cm) et de l'IMC ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ) des enfants et des adolescents algériens
- Annexe 11** - Données médianes du poids (kg), taille (cm) et IMC ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ) de données locales
- Annexe 12** – Effectifs des élèves présents et absents par classe et par établissement tirés au sort (Constantine, 2009)

# **INTRODUCTION**

Croissance et développement de l'enfant ne sont pas synonymes, quoique les deux phénomènes soient en corrélation et les deux termes souvent employés l'un pour l'autre. La croissance de l'enfant consiste en une augmentation en taille, mais aussi en poids, en surface et en volume des diverses régions du corps. Elle est la différence entre deux mesures précises et datées : c'est donc le calcul d'un accroissement (ou d'une vitesse) et de son rythme. Le développement, par contre, est la progression étalonnée entre deux performances psychomotrices susceptibles d'être réalisées dans une durée donnée : il s'agit donc de modifications plus qualitatives que quantitatives [**Micheli et coll., 1996**].

La croissance est un phénomène continu dont les caractéristiques varient avec l'âge. Elle est définie comme le développement de l'organisme depuis la fécondation et la formation du nouvel être jusqu'au moment où sa taille a atteint son maximum [**Rosenbloom, 2007**]. Elle fait intervenir de nombreux paramètres d'ordre génétique, ethnique, socio-économique et environnemental. Une croissance optimale n'est atteinte que si ces facteurs agissent de façon harmonieuse [**Dubois et coll., 2012**].

L'évaluation de la croissance est la méthode la plus utilisée pour définir l'état de santé et l'état nutritionnel des enfants et des adolescents. Selon l'Organisation mondiale de la santé [**OMS, 1995**], cette évaluation est dite « anthropométrie nutritionnelle » dont l'objet est la mesure des variations affectant les dimensions et l'architecture du corps humain. Les protocoles de mesures anthropométriques sont universellement standardisés et sont rapportées à des courbes de croissance. Il s'agit d'une surveillance régulière du poids, de la taille, pendant toute la période de l'enfance et de l'adolescence. Les valeurs sont portées sur le carnet de santé, puis reportées sur les courbes de croissance [**Guran, 1986**].

Les courbes de croissance sont des représentations graphiques construites à partir de mensurations anthropométriques faites sur un grand échantillon d'enfants réputés être en bonne santé et de tous les âges [**OMS, 1995**]. Pour chaque âge et pour chacun des deux sexes, les mensurations s'ordonnent selon une répartition plus ou moins gaussienne ou normale. De ces valeurs normales se construisent des courbes dynamiques ; l'âge est en abscisse. Sur les courbes apparaissent des canaux (ou itinéraires ou couloirs) qui s'arrangent autour de la courbe moyenne [**Cole, 2004**].

Ces courbes de croissance permettent d'estimer l'écart des mesures (poids et taille) d'un enfant par rapport à la moyenne et de constater si sa croissance est régulière et normale ou non. Normale si l'enfant chemine constamment dans le même canal, non s'il y a ralentissement ou accélération, état observé lors d'un changement de canal [**Cole, 1993**]. Ces courbes permettent

d'apprécier l'importance du retard de croissance, du surpoids ou de l'obésité, d'établir la vitesse de croissance et de différencier les retards de croissance à vitesse de croissance normale de ceux à vitesse de croissance ralentie, de comparer l'évolution du poids par rapport à celle de la taille [OMS, 1995].

Ces courbes de croissance peuvent servir de référence. Une référence est un dispositif pour regrouper et analyser les données [WHO Working Group, 1986]. Un certain consensus a permis d'édicter des règles pour accepter certaines données comme référence aux fins de comparaison internationales. Ces règles concernent la population qui doit être bien nourrie, l'effectif qui doit être d'au moins 200 sujets par sexe et par âge, l'étude de type transversal, les mesures anthropométriques qui doivent être prises avec soin et enregistrées par des observateurs formés [Waterlow et coll., 1977, OMS ; 1995].

Quelle référence utiliser pour l'évaluation de la croissance et l'estimation de l'état nutritionnel des enfants et des adolescents algériens ?

A l'échelle mondiale, les références internationales de l'OMS de 2006 [WHO, 2009] et 2007 [de Onis et coll., 2007] et de l'International Obesity Task Force (IOTF) [Cole et coll., 2000] sont utilisées pour l'évaluation de l'état nutritionnel des enfants et des adolescents. L'utilisation de références différentes (locales ou internationales) donne des valeurs de prévalence de la malnutrition, par carence et par excès, différentes. Des signes de malnutrition ont été signalés chez la population algérienne scolarisée. Mekhancha-Dahel (2005) a estimé la prévalence du surpoids selon plusieurs références chez les 6-16 ans dans la commune d'El Khroub. Cet auteur a trouvé des valeurs respectives de 13,8 % et 15,0 % selon les références de Cole et coll. (2000) et françaises [Rolland-Cachera et coll., 1991]. Une étude a été menée dans la ville de Constantine [Adjali-Hassani et coll., 2010] sur des enfants et adolescents. Les prévalences de la minceur et de l'obésité étaient respectivement de 7,1 % et 9,1 %, en 2008, selon les références OMS 2007. Ces valeurs étaient respectivement de 17,2 % et 5,6 % selon les références de Cole et coll. (2007) et IOTF [Cole et coll., 2000]. D'après Partap et coll. (2017), les résultats de prévalences obtenus selon des références différentes sont difficiles à interpréter et ne décrivent pas la situation réelle pour les enfants et les adolescents malaysiens. Le choix des références à utiliser a donc des implications directes en santé publique puisque les courbes de croissance permettent d'évaluer l'état de santé d'un individu ou d'une population, suivant les référentiels utilisés [Tanner, 1992 ; Susanne et coll., 2000].

La tendance à utiliser des références internationales pour l'évaluation de la croissance des enfants des pays en développement peut impliquer une surestimation ou une sous-estimation du des différentes formes de malnutrition. Les courbes locales sont-elles la solution pour la

surveillance de la croissance et de l'état nutritionnel des enfants et adolescents dans un pays donné ?

Des études anthropométriques [Eveleth et Tanner, 1990 ; Beunen et coll., 2000 ; Godina et coll., 2010] ont montré que les mesures d'enfants de même âge et sexe vivants dans divers pays, ayant des conditions de vie et une origine génétique différentes sont très variables. Ceci confirme l'impact de certains facteurs (endogènes et exogènes) sur l'état nutritionnel des populations et justifie ainsi l'utilisation de références locales [Freedman et coll., 2000]. Les références locales sont idéales si elles proviennent d'un échantillon représentatif de la population à étudier. D'après Goldstein (1986), le concept d'une seule référence internationale est invalide ; les courbes de références pour surveiller la croissance des enfants doivent dériver de la population ou sous-population dans lesquelles ces enfants vivent.

Divers pays ont établi leurs propres courbes : les Etats-Unis [Kuczmarski et coll., 2002] et certains pays d'Europe tels que la France [Sempé et coll., 1979], l'Italie [Cacciari et coll., 2002], l'Espagne [Carrascosa Lezcano et coll., 2008], la Belgique [Roelants et coll., 2009], la Grèce [Chiotis et coll., 2003]. Certains pays arabes ont également proposé des courbes de référence locales : Qatar [Bener et Kamal, 2005], Arabie Saoudite [El-mouzan et coll., 2007], Emirats Arabes Unies [Abdulrazzaq et coll., 2008]...

Des études ont été menées dans notre pays par Chamla et Demoulin (1976) dans la région de l'Aurès, Graba (1984) et Dekkar (1986) sur tout le territoire national et Boudjada (2010) au niveau d'un secteur urbain (El Kantara) dans la commune de Constantine. Aucune d'entre elles n'a été validée pour être utilisée en tant que références. Les données étaient établies sur des échantillons restreints comme c'est le cas de l'étude de Chamla et Demoulin (1976). Les données de Graba (1984) et Dekkar (1986) sont devenues obsolètes en raison des tendances séculaires. Dans une étude comparative de la taille d'élèves algériens enquêtés en 1971/74 (ville de Menaâ, wilaya de Batna), 1983 (échantillon national) et 1996/97 (commune d'El Khroub, wilaya de Constantine), Bahchachi et coll. (2006) ont trouvé que la différence a été en moyenne de 5 cm/décennie chez les deux sexes. La présence de tendance séculaire fait que les courbes de croissance sont dépassées [Cole, 2002] et impose une actualisation régulière des courbes, à intervalles de 10 ans [Pierson et coll., 1993]. Les travaux de Graba (1984) et Dekkar (1986) n'ont pas abouti à des courbes de corpulence. L'étude de [Boudjada, 2010] ne répondaient pas aux recommandations de l'OMS (1995) pour l'établissement de valeurs de référence.

En Algérie, les courbes utilisées actuellement et figurant sur le nouveau carnet de santé concernent le poids et la taille des filles et garçons âgés de 0 à 22 ans. Pour les moins de 5 ans,



les références sont celles du National Center for Health and Statistics [NCHS/OMS, 1977] et pour la population dont l'âge est supérieur ou égal à 6 ans, aucune information n'existe sur ce carnet.

De nouvelles études, dans notre pays, pour élaborer des courbes locales sont-elles nécessaires ?

Selon ce constat, dans notre pays, le laboratoire de recherche Alimentation, Nutrition et Santé (ALNUTS – Université Salah Boubnider Constantine 3) a jugé de réunir les conditions pour l'élaboration de courbes de croissance permettant d'identifier rapidement les sujets qui nécessitent des actions de soin et une prise en charge.

Dans ce contexte, l'objectif principal de notre étude consiste à réaliser des courbes de poids, de taille et d'IMC suivant les recommandations de l'OMS pour un échantillon représentatif d'enfants et d'adolescents (âgés de 6 à 18 ans) scolarisés à Constantine.

Nos objectifs secondaires sont de :

- Comparer la croissance et la corpulence de notre échantillon avec d'autres échantillons algériens et populations étrangères ;
- Etudier l'évolution séculaire de la croissance en taille;
- Evaluer la prévalence du retard de croissance, de la minceur, du surpoids et de l'obésité selon des références nationales et internationales.

**SYNTHESE  
BIBLIOGRAPHIQUE**

## **Chapitre I : CROISSANCE, DEVELOPPEMENT ET MATURATION**

Il y a plusieurs définitions de la croissance. Pour le biologiste, la croissance est ou bien une augmentation de la taille des cellules ou de leur nombre et est une partie d'un processus continu tout au long de la vie de l'organisme [Himes, 2004]. Pour l'auxologiste, elle est une augmentation de la masse corporelle dans ses dimensions mesurables [Malinari et Gasser, 2004].

### **1. CROISSANCE**

La croissance est la différence entre deux mesures précises et datées ; c'est donc le calcul d'un accroissement ou d'une vitesse à condition que les mêmes intervalles de temps soient choisis [Ferrier et coll., 1984]. D'après Rosenbloom (2007), elle est le développement de l'organisme depuis la fécondation jusqu'au moment où la longueur de son corps, ou sa taille, a atteint son maximum marqué par l'arrêt de la croissance des os longs. La croissance est un phénomène continu qui commence au moment de la conception mais dont les caractéristiques varient avec l'âge. Elle est le résultat de tous les changements qui s'opèrent dans un organisme [Micheli et coll., 1996]. Ce processus de prolifération, différenciation, expansion et remplacement de cellules est largement régulé par le code génétique [Zemel et Barden, 2004].

La croissance se déroule par phases et la frontière entre ces étapes peut varier sensiblement pour chaque enfant. L'évolution des diverses fonctions n'est ni régulière ni exactement parallèle à celle de l'ensemble de la population [Grenier et coll., 1985].

#### **1.1. Phase de la vie intra-utérine**

Le premier trimestre de la grossesse correspond principalement à la formation et à la mise en place des organes, les deux derniers sont consacrés à la croissance du fœtus [Despert, 2000]. Cette phase se caractérise par des périodes de croissance et de maturation actives et de vulnérabilité extrême, malgré la protection de l'organisme maternel [Masse, 1977].

Le poids et la taille de naissance d'un enfant reflètent l'influence de divers facteurs agissant sur le fœtus tout au long de la gestation mais ne donnent pas d'informations sur la période de gestation qui a pu être influencée par ces facteurs. Une altération pathologique de cette phase provoque un retard de croissance intra-utérin [Palcoux et coll., 2003] et à l'âge adulte [Rosenbloom, 2007].

#### **1.2. Phase de la petite enfance**

Cette période débute de la naissance jusqu'à l'âge de un an, l'enfant est un nourrisson. C'est l'une des périodes de croissance les plus rapides [Bourrillon et Benoit, 2009] marquée par une vitesse de croissance élevée qui diminue progressivement [Zemel et Barden, 2004].

Au cours de cette période, le nouveau-né est complètement dépendant de son environnement [Schaffler et Schmidt, 1998]. L'influence du milieu inter-utérin tend à diminuer et l'enfant va prendre progressivement une taille conforme à son potentiel génétique [Palcoux et coll., 2003]. Pendant les trois à six mois suivant la naissance, la croissance des garçons est plus rapide que celle des filles [Rosenbloom, 2007].

A la naissance, approximativement 75 % du poids corporel est de l'eau. Ce contenu, décline rapidement dans les premiers jours, avec une perte de 5 à 10 % du poids corporel. La masse grasse et la masse maigre augmentent rapidement : les garçons ont significativement moins de masse grasse, plus de masse maigre et eau corporelle totale [Zemel et Barden, 2004].

### **1.3. Phase de l'enfance**

C'est une phase au cours de laquelle le développement extrêmement rapide se ralentit progressivement pour se stabiliser à une vitesse presque constante [Schaffler et Schmidt, 1998]. A la fin de cette période, l'enfant paraît grand et mince car il grandit plus qu'il ne gagne de poids [Marlow et coll., 1976].

Le poids corporel augmente progressivement, avec une vitesse de croissance à peu près constante (2 à 3 kg/an) et cela jusqu'au début de la puberté [Nicoletti et coll., 2004]. Pour Rolland-Cachera (1996), cette augmentation reflète essentiellement l'augmentation de la taille et de la masse maigre. Durant cette même période, le rapport poids/taille change également tel que l'indice de masse corporelle (IMC) augmente graduellement par, à peu près, une unité chaque trois ans jusqu'au début de la puberté [Nicoletti et coll., 2004].

Pendant la phase de scolarisation, la vitesse de croissance se ralentit progressivement. Elle passe par un minimum moyen de 5 cm/an (3,5 à 6,5 cm/an) vers 11-12 ans pour les garçons et de 5,5 cm en moyenne (3,5 à 7 cm/an) pour les filles entre 9 et 10 ans [Despert, 2000].

La croissance est lente jusqu'à la poussée qui précède la puberté, l'enfant grandit de plus en plus lentement mais prend du poids [Sorel et coll., 1972]. Cette phase se caractérise par une décélération progressive de la vitesse de croissance qui sera d'autant plus faible que la puberté survient tardivement [Czernichow et coll., 2000].

Entre 10 et 12 ans ou préadolescence, période de croissance et de développement rapide, la poussée de la croissance apparaît plus tôt chez les filles [Marlow et coll., 1976].

La croissance staturale se poursuit. Elle suit d'abord un rythme ralenti par rapport aux périodes précédentes, puis un rythme plus accéléré, c'est la poussée prépubertaire [Sorel et coll., 1972]. Cette période concerne l'allongement des membres inférieurs, le tronc reste relativement court. Tous les os du squelette commencent à s'ossifier [Masse, 1977].

Le tissu graisseux diminue progressivement jusqu'à l'âge de 5-7 ans puis augmente à nouveau jusqu'à la fin de la croissance [Zemel et Barden, 2004]. Avant six ans, les variations de l'adiposité reflètent les variations de la taille des adipocytes, après cet âge, l'augmentation de l'adiposité reflète l'augmentation de leur nombre [Rolland-Cachera, 1996].

#### **1.4. Phase de l'adolescence**

En biologie et en médecine, adolescence ou puberté sont considérées comme synonymes alors que les psychologues et les sociologues utilisent «puberté» pour se référer uniquement aux changements physiques [Nicoletti et coll., 2004] et adolescence pour se référer aux changements psychologiques et comportementaux associés à la puberté qui permettent d'acquérir une identité et un rôle sexuels adultes [Marshall et Tanner, 1986 ; Theintz, 1997]. La phase pubertaire est définie par le développement rapide du système génital dans ces composantes somatiques, endocriniennes et psychologiques [Grenier et coll., 1985]. C'est la période où l'achèvement du développement génital, le ralentissement puis l'arrêt de la croissance aboutissent à la morphologie et à la personnalité de l'adulte [Czernichow et coll., 2000]. L'adolescence se caractérise par une poussée de croissance contemporaine de l'apparition des caractères sexuels secondaires [Bourrillon et Benoit, 2009].

Comme la puberté se rapproche, la vitesse de croissance diminue avant son accélération soudaine durant la mi-puberté [Hauspie, 2002]. Elle est contemporaine de la mise en circulation des hormones sexuelles [Czernichow et coll., 2000]. Ses premiers signes apparaissent en premier chez les filles puis chez les garçons et elle est plus longue chez ces derniers [Marshall et Tanner, 1986]. En moyenne, les filles débutent et complètent chaque phase de puberté plus rapidement que les garçons [Vander et coll., 1995]. La durée et le début de la puberté sont très variables selon les individus et il est difficile de définir avec précision son début et sa fin [Theintz, 1997].

Le rythme de croissance en taille, après avoir suivi une courbe descendante entre la naissance et la puberté, s'accélère à la préadolescence. L'enfant se rapproche de sa taille d'adulte. Au cours de cette poussée, il y a une croissance en longueur des os [Schaffler et Schmidt, 1998]. En moyenne, le pic de la vitesse en taille chez les filles est de 9 cm/an à l'âge de 12 ans. Chez les garçons, il est de 10,3 cm/an deux ans après celui des filles. La longue durée de la croissance pré-pubertaire chez les garçons combinée avec un plus grand pic de vitesse en taille entraînent une différence de taille adulte entre hommes et femmes [Vander et coll., 1995 ; Rogol et coll., 2000]. La taille adulte est modulée par la taille au démarrage de la puberté : plus elle est importante, plus elle sera grande à l'âge adulte [Bourrillon et Benoit, 2009].

Jusqu'à la puberté, la croissance des membres est plus marquée que celle du tronc. A la puberté, le segment inférieur a un pic de croissance qui précède de six mois celui du tronc [Marshall et Tanner, 1986 ; Theintz, 1997]. Chez le garçon, la croissance se poursuit jusqu'à 20 ans, mais après 17 ans il ne grandira plus que de 1 cm/an [Zeferino et coll., 2003]. Chez la fille, la croissance se poursuit jusqu'à 18 ans, mais après 16 ans la fille ne grandira plus que de 1 cm/an [Despert, 2000].

La puberté est également une période de gain pondéral, 50 % du poids corporel adulte est gagné durant l'adolescence. Chez les garçons, le pic de la vitesse en poids a lieu au même temps que le pic de vitesse en taille et est de 9 kg/an. Chez les filles, ce pic survient après le pic de la vitesse en taille d'environ 6 mois et atteint 8,3 kg/an [Bourrillon et Benoit, 2009]. Le taux du gain du poids pondéral décélère de manière similaire à la vitesse en taille durant les derniers stades du développement pubertaire [Rogol et coll., 2000].

Chez les garçons, l'augmentation de l'IMC lors de la puberté correspond davantage à une augmentation de la masse maigre, qui continue à croître lors de la période post-pubertaire, tandis que chez les filles elle se réfère principalement à un développement de graisse corporelle [Ma et coll., 2009]. D'après l'étude de Heude et coll. (2006), une similitude de croissance en IMC pendant la croissance ne reflète pas des changements similaires en composition corporelle entre sexe.

## **2. MATURATION ET DEVELOPPEMENT**

Le développement de l'organisme humain est un processus continu qui commence même avant la naissance et ne s'arrête qu'à la mort du sujet [Cameron, 2004a]. C'est un processus au cours duquel l'enfant apprend à maîtriser l'utilisation de plus en plus complexe de ses facultés motrices, intellectuelles, effectives et sociales [de Broca, 2000]. Le développement ne survient pas de façon erratique : il y a une relation entre chacune des étapes et l'une dépend toujours de la précédente.

Croissance et développement ne sont pas synonymes, quoique les deux phénomènes soient liés et les deux termes souvent employés l'un pour l'autre. La croissance et le développement sont dépendants et, chez un enfant normal, ces deux processus ont une évolution parallèle tout en demeurant deux phénomènes distincts [Marlow et coll., 1976].

Le terme maturation est souvent employé comme synonyme de développement. Toutefois son concept a une application plus limitée, puisqu'il désigne uniquement le développement de certaines caractéristiques déterminées génétiquement [Ferrier et coll., 1984]. La maturation est caractérisée par des modifications essentiellement qualitatives du corps : maturations osseuse, dentaire, génitale [Grenier et coll., 1985].

## **2.1. Maturation osseuse**

L'os est un tissu vivant constitué d'une matrice de protéines (collagène), dans laquelle se dépose particulièrement du phosphate de calcium [**Bonjour et coll., 2005**]. Sur un os en croissance, nous pouvons distinguer les extrémités ou épiphyses et le tronçon moyen qui forme la diaphyse ou corps de l'os. La portion de chaque épiphyse en contact avec la diaphyse est une plaque de cartilage proliférant de façon active. Cette plaque, portant le nom de cartilage de conjugaison [**Vander et coll., 1995**], est responsable d'un renouvellement cellulaire constant [**Demotes-mainard et Vincent, 2001**].

A la fin de la puberté, il y a une diminution de la sécrétion des hormones sexuelles et de croissance. Les cellules cartilagineuses deviennent progressivement inactives puis finalement cessent de se diviser [**Schaffler et Schmidt, 1998**]. Ce phénomène porte le nom d'ossification des cartilages de conjugaison et se produit à différents moments selon les os [**Bonjour et coll., 2005**].

Parmi les indices de maturation, il y a l'âge osseux (AO) qui consiste à estimer le niveau de maturation des cartilages de croissance chez un enfant donné et pour un âge donné. La mesure est basée sur l'apparition progressive des centres d'ossification des cartilages épiphysaires ou des os courts de la naissance à l'adolescence. La méthode la plus courante de détermination de l'AO est celle par comparaison de la radiographie de la main du sujet avec l'atlas de GREULICH et PYLE comportant des radiographies de référence classées par sexe et par âge [**Zeferino et coll., 2003**]. Selon **Czernichow et coll. (2000)**, cette méthode présente certaines difficultés : correspondance imparfaite entre la main examinée et le cliché type de l'atlas, maturation différente d'un os à un autre de la main.

D'après **Cameron (2004a)**, il faut s'attendre à des différences d'AO entre pays et même à l'intérieur du même pays parce que la maturation osseuse reflète l'interaction entre les forces génétiques et environnementales.

## **2.2. Maturation dentaire**

La calcification des dents de lait commence pendant la gestation et se poursuit après la naissance. Leur éruption débute aux environs du septième mois [**Grenier et coll., 1985**]. A partir de six ans, les dents de première dentition commencent à tomber dans un ordre déterminé et sont progressivement remplacées par les dents définitives [**Baudet et Abbadie, 1966**]. La calcification des dents permanentes, au nombre de 32, débute au premiers mois de la vie et prend fin vers le début de la puberté [**Grenier et coll., 1985**].

Selon **Bourrillon et Benoit (2009)**, l'âge dentaire est un indice de maturation qui est exprimé en fonction de l'apparition des premières dents définitives. D'après **Cameron (2004a)**,

le développement dentaire est évalué par la prise de radiographies panoramiques de la mandibule et maxillaire du côté gauche puis le calcul d'un score aux stades de formation et de calcification de chaque dent.

Selon **Baudet et Abbadie (1966)**, la dentition constitue une bonne indication du développement de l'enfant alors que pour **Bourrillon et Benoit (2009)** cet indice est plus difficile à évaluer et est inutilisable en pratique du fait de la dispersion considérable de l'apparition de ces dents. Il est estimé seulement par référence à des standards établis sur la population à laquelle le sujet appartient. Il est important de retenir que l'âge d'apparition des dents est fortement conditionné par l'environnement, dans n'importe quelle population, et est sensible aux facteurs locaux [**Cameron, 2004a**]. D'après **Ferrier et coll. (1984)**, les infections qui retardent la maturation osseuse retardent l'éruption dentaire. Une accélération de la maturation squelettique, comme dans les pubertés précoces, ne s'accompagne pas d'une avance de l'apparition dentaire.

### **2.3. Maturation sexuelle**

D'après **Sorel et coll., (1972)**, la maturation sexuelle correspond à l'apparition des caractères sexuels secondaires précédant et accompagnant la maturation des glandes génitales. L'âge pubertaire est l'âge auquel apparaissent les premiers signes de la puberté. Il est très variable pour le même sexe [**Bourrillon et Benoit, 2009**]. Selon **Tanner et Whitehouse (1982)**, le développement de ces caractères ne peut être mesuré quantitativement. Le développement des seins et de la pilosité pubienne chez les filles et pénis-scrotum et pilosité pubienne chez les garçons sont estimés sur des échelles de 1 à 5 (1 le stade prépubertaire et 5 celui du jeune adulte) alors que la pilosité axillaire est notée sur une échelle allant de 1 à 3. Les différents stades du développement pubertaire sont présentés dans le tableau 01. Ce dernier regroupe les caractères sexuels secondaires suivants : pilosité (P) dans les deux sexes, développement des organes génitaux (G) chez le garçon et celui des seins (S) chez la fille. L'élément central dans la puberté est l'apparition de la première menstruation chez les filles et la première éjaculation spermatique chez les garçons [**Grenier et coll., 1985**].

A ces stades s'ajoutent le début d'apparition des moustaches et de la mue de la voix (stade 3) et de la barbe (stade 5) et le développement des masses musculaires avec élargissement de la carrure (stade 4) [**Chaussain, 1997**].



Tableau 01 : Différents stades du développement pubertaire  
[Tanner et Whitehouse, 1982]

	Développement mammaire (fille)		Pilosité pubienne		Organes génitaux externes (garçon)
<b>S1</b>	Prépubère	<b>P1</b>	Absence	<b>G1</b>	Longueur testiculaire < 2,5 cm
<b>S2</b>	Bourgeons mammaires Soulèvement du sein et aréole Elargissement de l'aréole	<b>P2</b>	Quelques poils longs pigmentés	<b>G2</b>	Pigmentation du scrotum Longueur testiculaire : 2,5 à 3,2 cm Pas de développement de la verge
<b>S3</b>	Elargissement du sein et de l'aréole (leurs contours ne sont pas distincts)	<b>P3</b>	Poils noirs, bouclés, plus denses et épais, clairsemés	<b>G3</b>	Longueur testiculaire : 3,3 à 4 cm Allongement de la verge
<b>S4</b>	Elargissement de l'aréole et du mamelon qui forment une saillie en avant au-dessus du plan du sein	<b>P4</b>	Poils de type adulte mais moins étendus	<b>G4</b>	Pigmentation du scrotum Longueur testiculaire 4,1 à 4,5 cm Allongement de la verge
<b>S5</b>	Sein adulte Aréole et sein sur le même plan	<b>P5</b>	Poils de type adulte Extension à la partie interne des cuisses	<b>G5</b>	Longueur testiculaire : 4,5 cm Verge et scrotum de type adulte

Selon **Cameron (2004a)**, il existe un problème pratique avec les stades proposés par Tanner en 1962 pour l'estimation du développement des caractères sexuels secondaires. L'observation de chaque stade dépend de l'observation longitudinale alors que, dans la plupart des cas, l'observation est transversale.

#### 2.4. Développement psychomoteur

Le développement psychique intéresse les domaines moteur, sensoriel, cognitif et socio-affectif qui sont très imbriqués les uns dans les autres et qu'il est impossible d'individualiser [**d'Agostino et Masse-Raimbault, 1987**]. Des repères de ce développement, quoique plus délicats à fixer du fait des grandes différences interindividuelles et de l'influence socio-culturelle du milieu, ont été établis à partir d'observations sur un grand nombre d'enfants [**Senemaud, 1988**].

Le développement moteur et sensoriel est le plus facilement doté de repères. La maturation du système nerveux s'accompagne du développement des fonctions motrices et sensorielles, l'apprentissage du langage commence progressivement [**Schaffler et Schmidt, 1998**].

Le développement socio-affectif de l'enfant dépend de son entourage et de sa relation exclusive pendant les deux premières années de la vie avec ses parents ou ceux qui les remplacent. Cet âge marque véritablement le début de la socialisation [**Senemaud, 1988**].

Au cours de la période 2-5 ans, l'enfant accroît ses connaissances, perfectionne son langage, poursuit son éducation physique, intellectuelle et morale. Cette première période, marquant le début de l'instruction, a été appelée période « d'initiation scolaire » [**Sorel et coll., 1972**]. Lorsqu'un enfant atteint l'âge de 5 ans, sa vitesse d'apprentissage et son habileté musculaire le rendent davantage indépendant des autres [**Marlow et coll., 1976**]. La sixième année est celle que la société a adoptée comme moment favorable de l'entrée à l'école. Sept ans est l'âge de

l'assimilation. L'enfant de 8 ans est communicatif et veut tout faire. A neuf ans, il commence à prendre part aux discussions de famille [Marlow et coll., 1976]. Selon Schaffler et Schmidt (1998), pendant la période de 5 à 12 ans, l'enfant apprend à s'imposer. Ces acquisitions ne sont pas des bornes que l'enfant serait dans l'obligation de franchir exactement à l'âge dit, ce ne sont que des points de repère [d'Agostino et Masse-Rimbault, 1987].

### **3. FACTEURS INFLUENÇANT LA CROISSANCE**

La croissance normale résulte de l'interaction des facteurs génétiques, environnementaux, nutritionnels et hormonaux. Selon Despert (2000), ces facteurs multiples interviennent de façons diverses, plus ou moins importantes et ce en fonction de l'âge de l'enfant.

#### **3.1. Facteurs intrinsèques**

Les facteurs intrinsèques influençant la croissance regroupent les facteurs génétiques et endocriniens.

##### **3.1.1. Facteurs génétiques**

L'aspect physique de la croissance et du développement est influencé par l'hérédité. Chaque enfant a un potentiel génétique différent pour sa croissance [Marlow et coll., 1976]. L'importance des facteurs génétiques est certainement très grande ; le génotype de l'œuf fécondé conditionne la croissance. Selon Rogol et coll. (2000), la contribution de l'hérédité dans la taille et la corpulence varie avec les circonstances environnementales et les deux inter-réagissent continuellement tout le long de la période de croissance.

Après la naissance, le contrôle génétique de la croissance devient de plus en plus puissant. Il est très élevé sur la taille et faible sur le poids [Beunen et coll., 2000 ; Wei et Gregory, 2009]. Une étude réalisée par Phillips et Matheny (1990), a révélé que le poids des facteurs héréditaires sur la taille est de 90 % pour les 6 ans et plus, lorsque l'effet des facteurs environnementaux est faible. Une synthèse faite par Mueller (1986) a montré que des corrélations parent-enfant pour la taille augmentent d'une manière spectaculaire pendant la première année de vie, elles atteignent un maximum à l'âge de trois ans et gardent ce maximum jusqu'à huit ans. D'après ce même auteur, les corrélations tendent à diminuer dans l'adolescence puis augmentent de nouveau après cette période.

##### **3.1.2. Facteurs endocriniens**

Les hormones les plus importantes pour la croissance sont l'hormone de croissance, les hormones thyroïdiennes, l'insuline et les hormones sexuelles (testostérone et œstrogènes). En plus de ces hormones, il y a un groupe de peptides appelé « facteurs de croissance » [Vander et coll., 1995]. Ce terme recouvre des protéines sécrétées qui exercent divers effets sur la

croissance, le métabolisme, la différenciation cellulaire, la croissance et le développement des organismes [Raff, 1996].

Le taux quotidien de sécrétion de l'hormone de croissance ou GH (*Growth Hormone*) est élevé durant l'enfance et plus élevé au cours de l'adolescence. Au cours de la majeure partie de la journée, il n'y a que peu ou pas de sécrétion de GH [Vander et coll., 1995]. En revanche, une heure ou deux après le début du sommeil, une ou plusieurs poussées plus importantes et prolongées de sécrétion peuvent survenir [Despert, 2000]. Le déficit ou les anomalies de cette hormone ainsi que les perturbations profondes du sommeil peuvent s'accompagner d'un retard staturopondéral ou de nanisme [Vander et coll., 1995]. Un excès de sécrétion de GH provoque le gigantisme s'il intervient avant l'ossification des cartilages de conjugaison. Si l'excès intervient après la soudure, il entraîne des modifications morphologiques hypertrophiques des mains, des pieds, de la tête et une croissance excessive des autres organes [Demotes-Mainard et Vincent 2001].

La GH stimule la synthèse et la libération d'un facteur de croissance appelé l'*Insulin-like Growth Factor I* (IGF-I) qui agit sur les chondrocytes du cartilage de croissance [Wei et Gregory, 2009]. En l'absence de GH, l'action du IGF-I se traduit plus par une prise de poids que par un accroissement de la taille [Demotes-Mainard et Vincent 2001]. La sous-alimentation au cours de l'enfance inhibe sa production même si la concentration plasmatique de GH est élevée et qu'elle suffit à stimuler sa sécrétion [Rosenbloom, 2007].

Les effets de l'insuline sur la croissance sont d'ordre purement métabolique. Elle permet la mise à disposition des substrats métaboliques nécessaires au processus de croissance au cours de la vie fœtale. Elle stimule la sécrétion de l'IGF-I [Vander et coll., 1995].

Les hormones thyroïdiennes agissent sur la maturation des os beaucoup plus que sur la croissance [Bourrillon et Benoit, 2009]. Selon Demotes-Mainard et Vincent (2001), l'insuffisance thyroïdienne s'accompagne d'un retard de maturation squelettique important. Les nourrissons et les enfants qui présentent une hypothyroïdie manifestent un retard de croissance dû à la lenteur de la croissance osseuse [Vander et coll., 1995].

Après le pic de sécrétion postnatal correspondant à la période de différenciation sexuelle, le taux des hormones sexuelles (testostérone et œstrogènes) demeure très faible. Ce n'est qu'au début de la puberté que leur taux s'accroît progressivement [Demotes-Mainard et Vincent, 2001]. La contribution de ces hormones dans la poussée de croissance pubertaire est de 50 %. D'après Vander et coll. (1995), les hormones sexuelles interrompent la croissance osseuse en provoquant l'ossification des cartilages de conjugaison. Selon Despert (2000), un enfant ayant

une sécrétion trop précoce de ces hormones a un risque d'avoir une petite taille définitive par soudure prématurée des cartilages.

### **3.2. Facteurs extrinsèques**

D'après **Vander et coll. (1995)**, un apport alimentaire adéquat et l'absence de toute maladie constituent les principaux facteurs de l'environnement qui influencent un bon déroulement de la croissance. L'action de ces facteurs sur le développement dépend de leurs : intensité, durée, âge, période de développement où ils agissent [**Masse, 1977**].

#### 3.2.1. Nutrition

La croissance et la nutrition sont très liées : la multiplication des cellules, l'accroissement de leur taille dépendent d'un approvisionnement adéquat en nutriments [**Norgan, 2002**]. Même si des résultats expérimentaux n'existent pas sur l'effet de la nutrition sur la croissance, plusieurs évidences sur cette influence sont connues : c'est le cas de la malnutrition durant les périodes de guerre ou pénurie d'aliments saisonniers.

D'après **Bourrillon et Benoit (2009)**, les besoins en nutriments par poids corporel sont plus importants chez l'enfant. La fréquentation scolaire, les jeux, la dépense d'énergie, les besoins de croissance, imposent des apports de calories, de macro et micronutriments qui assureront des régimes substantiels mais sans excès, variés et correctement répartis entre les repas. Une quantité inadéquate d'aliment est la cause primaire d'une défaillance de la croissance spécialement quand la vitesse de croissance est élevée. Selon **Rolland-Cachera (1996)**, une suralimentation ne peut augmenter la taille finale d'un enfant au-delà du maximum déterminé génétiquement, elle provoque une obésité et non pas une croissance.

D'après **Norgan (2002)**, quand les apports alimentaires se trouvent limités, l'une des premières réponses du corps est de retarder la croissance. Ce retard se produit surtout dans les pays en développement [**Rachmi et coll., 2016 ; Akombi et coll., 2017**]. Dans beaucoup de cas, le retard commence *in utero* : environ 20 % des enfants ont un poids à la naissance inférieur à 2 500 g parmi eux, quelque 80 % sont petit pour leur âge gestationnel [**Norgan, 2002**]. Lorsque la sous-alimentation est présente au début de la grossesse ou même avant, il s'y produit une augmentation des malformations cérébrales [**Micheli et coll., 1996**].

La sous-alimentation au cours de la petite enfance peut aussi avoir pour conséquence un arrêt prématuré du développement cérébral et de la croissance corporelle [**Vander et coll., 1995**]. Les enfants gravement sous-alimentés au début de leur vie sont et restent plus petits, plus maigres et ont une maturation osseuse moins avancée que ceux bien nourris de même origine ethnique [**Masse, 1977**].

### 3.2.2. Facteurs socio-économiques

Dans toutes les sociétés et dans tous les groupes ethniques, les différences entre les groupes sociaux s'accompagnent de différences du développement des enfants et de la taille des adultes [Li et coll., 2004]. Ces différences s'atténuent quand le niveau de vie s'égalise [Rona, 2004]. D'après Susanne et Bodzsár (1998), l'influence du milieu social s'exerce d'une manière différente sur les caractéristiques anthropométriques et sur l'état de santé des individus. La taille peut être considérée et utilisée comme un indicateur de l'environnement socio-économique et de santé [Eveleth et Tanner, 1990].

L'influence du milieu commence depuis la naissance. Eveleth (1986) a montré que le poids de naissance est plus élevé dans la classe aisée. Dans l'étude menée en Inde sur des enfants (12 à 23 mois) appartenant à la population aisée, Bhandari et coll. (2002) ont trouvé que les mesures anthropométriques de ces sujets sont comparables à celles des références du NCHS/OMS. D'après ces auteurs, la scolarisation de la mère et la qualité de l'alimentation peuvent être des facteurs importants influençant la croissance en taille. L'augmentation des revenus n'est pas incriminée en raison de leur faible variabilité et le manque de fiabilité des déclarations.

Des enfants indonésiens d'âge préscolaire appartenant à la classe socio-économique privilégiée (revenu familial élevé, parents possédant une voiture ou plus et habitant quartier favorisé) étaient plus grands que ceux de la référence NCHS/OMS [Droomers coll., 1995].

Dans une étude que nous avons réalisée en 1992 sur des enfants algériens d'âge préscolaire habitant un quartier favorisé de la ville de Constantine et appartenant à des familles supposées aisées, nous avons trouvé de faibles fréquences de malnutrition par carence comparées aux résultats d'autres études menées en Algérie [Bahchachi et coll., 2000].

Rona (2004) a trouvé une relation significative entre la taille des enfants (5-11,5ans) britanniques et écossais et la profession du père mais pas avec le revenu familial. L'étude réalisée par McMurray et coll. (2000) sur des adolescents a montré que le poids était plus élevé dans le groupe à niveau socio-économique faible.

Les résultats de l'étude de Aboussaleh et Ahami. (2005) réalisée dans la province de Kenitra (Maroc) ont montré que les élèves des communes rurales présentent plus de déficit de taille et de poids que les élèves des communes urbaines. Ce résultat est dû à une différence de niveau socio-économique entre les deux populations. L'estimation de ce statut repose sur le rang de l'élève dans la fratrie, le niveau d'instruction des parents, la taille et le revenu du ménage. L'estimation de ce dernier est, selon les auteurs, très difficile.

### 3.2.3. Facteurs environnementaux

Les facteurs environnementaux sont connus pour être d'importants éléments de la variabilité de la croissance humaine. Les plus étudiés sont les caractères naturels tels que le climat, l'altitude, la saison et les polluants [**Schell et Knuston, 2004**]. La réduction (ou le ralentissement de la croissance) peut être considérée comme une adaptation aux conditions de l'environnement physique et donc elle est bénéfique pour l'individu. Ce ralentissement est différent de celui obtenu comme résultat direct des conditions défavorables telles que la nutrition et le niveau socio-économique [**Schell et Knuston, 2004**].

#### *a/ Climat et saison*

Les variations climatiques influencent la santé de l'enfant. C'est un facteur moins important pour les pays qui se trouvent dans la zone tempérée mais chaque saison apporte des problèmes spécifiques surtout en milieu défavorisé [**Marlow et coll., 1976**].

Chaque enfant a un rythme saisonnier qui lui est propre. Dans les zones tempérées, les enfants tendent à croître plus rapidement en taille au printemps et lentement en automne [**Eveleth et Tanner, 1990**]. Pour le poids, le gain est moins important au printemps et au début de l'été et plus élevé à la fin de l'été et en automne [**Rogol et coll., 2000**]. Selon **Wei et Gregory, (2009)**, ce phénomène peut être lié, pour la taille, aux variations quantitative et qualitative d'exposition à la lumière solaire.

Dans les régions tropicales, la variation de poids et de taille est gouvernée beaucoup plus par les périodes sèches et pluvieuses et ainsi par les variations dans la disponibilité des aliments, la production, la distribution, au stockage, aux disponibilités d'achat [**Eveleth et Tanner, 1990**] et aux infections [**Masse, 1977**].

Le climat influence également les dimensions du corps. D'après **Schell et Knutson (2004)**, les populations vivant dans des climats froids (tels que les esquimaux) sont généralement plus petites et plus trapues que les populations des climats chauds.

#### *b/ Altitude*

Une haute altitude est généralement définie comme supérieure à 2 500 m [**Schell et Knutson, 2004**]. C'est un environnement incluant hypoxie, stress nutritionnel, froid et radiation [**Eveleth, 1986 ; Schell et Knutson, 2004**].

L'étude des populations vivant en haute altitude montre que la croissance et le développement sont retardés comparés à ceux vivant à basse altitude avec des statuts nutritionnels et socio-économiques comparables [**Susanne et coll., 2000**]. En hautes altitudes, un retard de croissance intra-utérin [**Masse, 1977**], un poids faible à la naissance [**Wehby et coll., 2010**], une petite taille

post-natal et à âge adulte [**Al-Shebri et coll., 2006**], un retard de la maturation [**Schell et Knutson, 2004**] ont été observés.

*c/ Polluants*

Les polluants sont définis comme étant des substances (plomb, mercure) ou des énergies (bruit, radiation) indésirables produites par l'homme ou par son activité [**Schell et Knutson, 2004**]. Une fois produits, les polluants sont dispersés par la circulation d'air et d'eau jusqu'à la chaîne alimentaire [**Schell et Knutson, 2004**].

Plusieurs études ont montré l'effet néfaste des polluants sur la croissance des enfants. C'est le cas du tabagisme maternel (actif ou passif) qui entraîne un faible poids à la naissance [**Ventura et coll., 2003**] et une petite taille à la naissance [**Dejin-Karlsson et coll., 1998**].

Les études de **Bell et coll. (2007)** et **Slama et coll. (2009)** ont rapporté que la pollution atmosphérique influence la croissance des enfants. Ces travaux ont mis en relation la pollution de l'air avec : un faible poids à la naissance, un rythme de croissance lent, une diminution de l'âge gestationnel et du périmètre crânien. Selon **Schell et Knutson (2004)**, la pollution de l'air limite la disponibilité de l'oxygène nécessaire à la croissance.

Le bruit a un effet sur la croissance. Des recherches menées par **Schell et Ando (1991)** et **Hartikainen et coll. (1994)** ont montré que ce polluant entraîne l'augmentation des naissances prématurées, une baisse du poids à la naissance et un retard staturo-pondéral. Dans une étude conduite par **Wu et coll. (1996)**, aucune relation n'a été trouvée entre l'exposition au bruit des femmes enceintes et le poids à la naissance et ainsi sur la croissance. Ces auteurs ont supposé que l'exposition au bruit expérimentée par ces femmes n'est pas assez grande pour influencer le poids à la naissance de leurs bébés.

#### 3.2.4. Etat de santé

La maladie et les blessures avec le déséquilibre nutritif qu'elles entraînent ont une grande influence sur le poids et la taille de l'enfant [**Marlow et coll., 1976**]. Chaque maladie banale infectieuse, parasitaire ou accidentelle, entraîne un arrêt d'apport alimentaire, un catabolisme accru et donc un amaigrissement temporaire. Si elle dure longtemps, elle peut entraîner un ralentissement de la croissance en taille [**Masse, 1977**] et un retard pubertaire [**Patel, 2007**].

Selon **Patel (2007)**, une maladie chronique nuit à la croissance et l'altération résultante de la taille peut être transitoire ou persistante, en fonction de la nature et de l'évolution de la maladie. Parmi ces maladies **Czernichow et coll. (2000)** et **Patel (2007)** citent : les maladies digestives, rénales, cardiovasculaires, pulmonaires, hématologiques et anomalie du métabolisme.

La maladie cœliaque se manifeste par une diarrhée chronique, des vomissements et une anorexie plus ou moins sévère aboutissant à une malnutrition. Parfois ce sont des symptômes non digestifs qui sont au premier plan, tels que le retard de croissance dû à une prise alimentaire réduite et à une malabsorption des nutriments [**Schmitz et Garnier-Lengline, 2008**]. Cette maladie peut causer également un retard pubertaire [**Banin et de Sanctis, 2004**]. L'effet de la maladie cœliaque sur la croissance a été prouvé par d'autres travaux [**Barera et coll., 2000 ; Haapalahti et coll., 2005**]. Ces auteurs ont montré que les patients atteints ont des valeurs de masse grasse, masse maigre, contenu minéral des os, poids, taille et IMC inférieures à celles de sujets non malades.

Une faible croissance est la conséquence la plus connue de l'insuffisance rénale chronique et a été diagnostiquée chez l'enfant à toutes les phases de la maladie. Les sujets atteints possèdent une masse maigre plus faible [**Van Der Sluis et coll., 2000**], une faible taille [**Zivicnjak et Offner, 2004**], un faible poids et un retard pubertaire [**Schaefer et coll., 1996**] comparés à des sujets sains.

Les anémies chroniques sévères et les maladies cardiaques affectent la croissance. Dans les études de **Silva et Viana (2002)** et **M'Pemba-Loufoua et Nzingoula (2001)** sur des enfants et des adolescents atteints d'anémie sévère, un retard de croissance en poids et en taille a été observé. Les adolescents sont pour la plupart impubères et ont un retard de maturation plus important. Le même problème de malnutrition (retard staturo-pondéral) a été retrouvé par **de Staebel (2000)** et **Batte et coll. (2017)** chez deux populations d'enfants (0-18 ans et 0-12 mois respectivement) atteintes de cardiopathie congénitale.

### 3.2.5. Autres facteurs

#### *a/ Facteurs psychoaffectifs*

Selon **Kessler et coll. (2004)**, les facteurs de stress familiaux, des troubles psychiatriques des parents et les troubles de la relation enfant-parent influencent la croissance. D'après **Bourrillon et Benoit (2009)**, les causes affectives et psychologiques se voient essentiellement chez le nourrisson et le petit enfant. Les enfants présentant un stress psychologique et psychosocial ont un trouble de l'alimentation et dorment mal [**Stanhope et Fry, 2004**]. Une mauvaise relation mère-enfant engendre un mauvais développement psychomoteur et un arrêt de croissance en poids et en taille, suite à un arrêt de sécrétion de GH. Durant la période prépubertaire, un environnement psychologique défaillant peut entraîner un arrêt de la croissance staturale par maturation des os [**Stanhope et Fry, 2004**].



*b/ Activité sportive*

Selon **Malina (1994)**, l'activité sportive est un facteur environnemental souvent considéré comme exerçant une influence favorable sur la croissance et la maturation en jouant un rôle dans l'anabolisme des tissus. Des inquiétudes ont été exprimées concernant ses influences potentiellement négatives, en particulier l'entraînement intensif au cours de l'enfance et l'adolescence [**Eliakim, 2004**].

La gymnastique (sport intensif) est le seul sport qui entraîne un retard de croissance chez les deux sexes [**Malina, 1994**]. Une ménarche retardée est un résultat constant chez les gymnastes féminines qui atteignent au moins un niveau national [**Georgopoulos et coll., 2001**]. D'après **Georgopoulos et coll. (2002)**, les effets combinés du retard de maturation sexuelle et squelettique sont évidents chez les gymnastes de 13-15 ans. Ces dernières présentent une croissance pubertaire tardive : accélération de la vitesse de croissance vers 14 ans, pic pubertaire à 16 ans et croissance jusqu'à 18 ans.

Les stress psychologique et émotionnel associés avec de longues années d'entraînement, compétitions fréquentes et le maintien de faible poids influencent la croissance et le moment de la puberté [**Malina, 1994**].

D'autres sports ont au contraire un effet bénéfique sur la croissance : il s'agit du football chez les garçons (maturation pubertaire avancée mais pas d'effet sur la taille finale), et pour les deux sexes : natation (croissance et taille définitive supérieures à la moyenne) et tennis [**Duclos et coll., 2003**].

#### **4. EVOLUTION SECLAIRE DE LA CROISSANCE**

L'évolution de la croissance dans le temps est dite évolution séculaire [**Vercauteren, 1993**]. Elle correspond aux changements qui se produisent à court terme entre des générations consécutives [**Henneberg, 2001**]. Selon **Susanne et Bodzsár (1998)**, en auxologie, le terme d'évolution séculaire est généralement appliqué aux changements positifs qui se manifestent par une croissance rapide, une taille adulte plus grande et une maturation plus précoce. D'après **Roche et Towne (2001)**, si l'intervalle entre les dates de naissance des générations constitutives est inférieur à dix ans, n'importe quelle différence de taille observée est probablement plus due aux variations d'échantillonnage qu'à l'évolution séculaire. Il peut exister des exceptions, c'est le cas où les influences de l'environnement sur la croissance changent très rapidement (guerre, famine).

Selon **Eveleth (1986)**, **Martorell et Habicht (1986)** et **Henneberg (2001)**, l'évolution séculaire constitue un excellent baromètre pour qui veut juger de l'amélioration globale des conditions de vie dans un pays. Elle est également un indicateur précieux des progrès sociaux

réalisés au sein d'une population. D'après **Susanne et Bodzsár (1998)**, ce processus a été observé en premier dans les pays européens et a été associé au processus d'industrialisation et aux améliorations des conditions de vie. Une grande taille n'est pas uniquement associée à de bonnes conditions de vie mais c'en est une résultante directe [**Cole, 2003**]. Dans ces pays, il semble persister une faible accélération séculaire du développement staturo-pondéral. Cette persistance peut être due à une poursuite de l'amélioration des conditions de vie et de l'état de santé des enfants, notamment dans les groupes les moins privilégiés, toujours défavorisés en matière de développement statural, par rapport aux groupes aisés [**Pierson et coll., 1993**]. Cette amélioration permet à ces sujets d'atteindre la plénitude des potentialités dont ils sont génétiquement porteurs [**Susanne et Bodzsár, 1998**]. Le travail de **Lintsi et Kaarma (2006)** sur la taille des garçons estoniens (17 ans) a montré que cette variable s'est accrue de 18,4 cm entre 1811 et 2003.

Dans les pays industrialisés, beaucoup d'études ont montré que les changements séculaires sont plus rapides dans les groupes sociaux défavorisés. **Vercauteren (1993)** a observé que les enfants appartenant à des familles à niveau socioéconomique faible tendent de rattraper ceux appartenant à des familles aisées. Ce rattrapage concourt à réduire les écarts observés entre les sous-groupes de la population. **Manor et Power (2004)** ont réalisé une étude comparative des tailles de deux populations en Grande Bretagne (1958 et 1991). Les enfants des classes défavorisées ont gagné 2,1 cm, gain plus important que celui observé chez les sujets des classes aisées.

L'évolution séculaire tend à diminuer dans certains pays développés [**Vercauteren, 1993 ; Lintsi et Kaarma, 2006**]. Ces auteurs ont supposé que le potentiel génétique a été entièrement exprimé. L'augmentation de la taille s'est ralentie à la fin du 20<sup>ème</sup> siècle et approche un plateau dans le nord de l'Europe alors que le poids continue d'accroître comme une part de l'épidémie universelle de l'obésité. Les mêmes tendances se sont produites chez les enfants, amplifiées pendant la mi-enfance par une augmentation du taux de développement et une maturation plus précoce [**Cole, 2003**]. Une telle évolution séculaire est synonyme de « effet positif ». Cette terminologie est indésirable parce que les augmentations séculaires du poids, de l'épaisseur des plis cutanés et de l'IMC ont des effets négatifs sur la santé [**Roche et Towne, 2001**].

## **Chapitre II : ANTHROPOMETRIE NUTRITIONNELLE**

### **1. HISTORIQUE DE L'ANTHROPOMETRIE**

L'anthropométrie est la partie de l'anthropologie qui utilise différentes techniques, standardisées et précises, pour estimer la diversité et les variations quantitatives morphologiques et fonctionnelles du corps humain [Tanner, 1999]. Littéralement, anthropométrie signifie « la mesure de l'homme », qui pourrait englober n'importe quel trait physiologique, psychologique ou anatomique. En pratique, l'anthropométrie se réfère spécifiquement aux traits morphologiques qui peuvent être extérieurement mesurés [Ulijaszek et Kerr, 1999]. Selon Norgan (2002), prise à la lettre, elle pourrait inclure toute caractéristique humaine, y compris par exemple l'intelligence. Mais l'anthropométrie a fini par être utilisée dans un sens plus restrictif pour signifier l'étude comparative des tailles et des proportions du corps humain.

L'anthropométrie nutritionnelle fait partie de l'anthropométrie. Elle a pour objectif la mesure des variations affectant les dimensions et l'architecture du corps humain, suivant l'âge et l'état nutritionnel [Jelliffe, 1969].

L'anthropométrie n'est pas née de la médecine ou de la science mais de la peinture et de la sculpture. D'après Lasker (1994), c'est au cours du 18<sup>ème</sup> siècle que commençait à apparaître des exemples de mesures anthropométriques. Selon Tanner (1999), c'est avec la publication en 1654 de la thèse de Elsholtz sur les proportions des membres du corps humain qu'apparaît pour la première fois l'utilisation du mot anthropométrie. L'invention du mot auxologie (étude de la croissance, de la maturation et du développement) est due à Godin [Lasker, 1994]. Godin publia en 1729 le premier livre sur la croissance humaine, il y présenta les résultats de la mesure de la taille réalisée pendant cinq ans sur un échantillon de 230 garçons âgés de 13 à 17 ans [Tanner, 1999]. La première étude transversale a été réalisée en 1753 par Roederer sur des poids de naissance et les propriétés physiques des nouveau-nés [Lasker, 1994]. La différenciation entre études transversale et longitudinale est apparue avec la publication, en 1754, de la thèse de Jampert sur les facteurs qui contrôlent la croissance du corps animal [Tanner, 1999]. La première étude longitudinale sur la croissance individuelle a été réalisée par le comte de Montbeillard qui mesura la taille de son fils, semi-annuellement, depuis sa naissance en 1759 et jusqu'à ses 18 ans. Les résultats de cette étude ont été publiés, en 1778, par LeClerc [Lasker, 1994].

En 1779, la mesure de la taille a été introduite pour la première fois dans le recrutement de l'armée [Voss, 2001]. D'après Tanner (1999), cette décision a été justifiée par le besoin d'une puissante force de combat. Selon Voss (2001), les mesures ont fait appel à un matériel (toise) remarquablement moderne et une technique de mesure irréprochable.

En 1806, Bell cité par **Howell (2010)** publia un livre sur les changements des proportions du crâne et visage humains, de la naissance à l'âge adulte. Murat cité par **Howell (2010)** publia, en 1816, un article sur la longueur des fœtus au cours de leur gestation de 9 mois.

Villermé cité par **Tanner (1999)** publia, en 1829, des travaux sur des conscrits à l'armée française entre 1812/13 et s'intéressa à leurs mesures anthropométriques. Il a conclu à partir de ses travaux que la croissance est le miroir des conditions de la société. Entre 1831 et 1832, Quételet mena la première enquête sur les mesures anthropométriques de plus d'un sujet par groupe d'âge. Quételet a été le premier à appliquer un traitement mathématique aux mesures de la croissance qui a montré que la vitesse de croissance diminuait continuellement [**Tanner, 1999**]. Cette diminution était due à la poussée de la croissance pubertaire. En 1833, Quételet publia un article accompagné de dessins qui ont reconnu les différences entre les taux de croissance modernes et les proportions corporelles idéalisées par les anciens sculpteurs grecs et romains. D'après **Howell (2010)**, Quételet a conclu que « les taux de croissance des personnes peuvent varier dans le monde et que les sujets atteints de certaines maladies (comme le nanisme) peuvent croître à des taux différents ». En 1835, Quételet proposa la formule de calcul de ce qui est connu actuellement sous le nom d'IMC [**OMS, 1995**].

C'est grâce à Bowditch (cité par **Tanner, 1999**) que les études sur l'anthropométrie et l'auxologie sont apparues aux Amériques. Bowditch a décrit la courbe de croissance individuelle de 12 garçons et 13 filles membres de sa famille suivis pendant 12 ans, de 1 à 7 ans jusqu'à 13 à 19 ans. Il observa que les filles ont commencé à croître plus rapidement que les garçons à partir de l'âge de 12,5 ans et que pendant la 14<sup>ème</sup> année elles ont environ un pouce de plus que les garçons. Cette observation était en contradiction avec les résultats de Quételet. Une étude menée sous la direction de Bowditch en 1875 sur 24 500 élèves a confirmé la croissance plus rapide des filles pendant la période pubertaire [**Tanner, 1999**].

En 1882, l'utilisation de l'anthropométrie a touché le système judiciaire par l'invention du « signalement anthropométrique » par Bertillon. L'objectif de cette méthode est d'identifier un individu adulte, de sexe et d'âge connus, grâce à l'archivage de ses mensurations corporelles, céphaliques, empreintes digitales et photographies [**Howell, 2010**].

Galton créa, en 1884, le laboratoire anthropométrique. Il réalisa des mesures anthropométriques sur des parents et leurs enfants [**Tanner, 1999**]. Il présenta un schéma de la dispersion des tailles des individus de sexe masculin. Il fut le premier à utiliser les percentiles [**Cole, 1993**]. Thompson fut le premier à présenter les « taux ou vitesses de croissance » [**Tanner, 1999**].

D'autres noms ont marqués l'histoire de l'anthropométrie et de l'auxologie. **Tanner (1999)** cite : Boas qui fût le premier à proposer le terme de « âge physiologique » et « tempo de croissance », Shuttleworth et Bayley qui furent les premiers à publier des corrélations sur la taille des enfants à un âge donné et leur taille à maturité. Ils publièrent des tables sur la prédiction de la taille adulte basées sur la taille des enfants et leur maturité squelettique.

## **2. MESURES ANTHROPOMETRIQUES**

L'anthropométrie a une place importante dans l'évaluation nutritionnelle et, en plus de son utilisation en milieu clinique, elle est utilisée dans le dépistage nutritionnel, la surveillance et le suivi [**Sefeedldt et Harrison, 1988 ; OMS, 1995 ; Batubara, 2005**]. L'anthropométrie est une mesure très utilisée, simple, peu chère et non invasive de l'état nutritionnel en général d'une personne ou d'un groupe de la population [**Pelletier, 1993 ; OMS, 1995 ; Zemel et coll., 1997 ; Ulijaszek et Kerr, 1999**]. L'utilisation de l'anthropométrie présente les avantages suivants :

- Cerner l'inégalité sociale et économique [**Malina et coll., 1988**] ;
- Prévoir qui pourra bénéficier des interventions [**Sefeedldt et Harrison, 1988**] ;
- Evaluer les réponses aux interventions [**Beaton et coll., 1990 ; OMS, 1995**] ;
- Valider les résultats biochimiques dans les enquêtes de terrain [**Hercberg et Galan, 1985**] ;
- Faciliter l'estimation de la composition corporelle en dehors du laboratoire [**Lukaski, 1987**].

Un élément clé dans l'utilisation de l'anthropométrie est le choix des mesures qui doivent être sélectionnées pour fournir des informations spécifiques dans le contexte de la conception de l'étude. Pour la sélection des mesures, les considérations suivantes peuvent s'avérer utiles [**Sefeedldt et Harrison, 1988**] :

- Les variables sélectionnées doivent être des descripteurs des aspects à étudier ;
- Les dimensions à mesurer doivent se prêter à une définition précise et les mesures résultantes doivent être fiables ;
- Les variables choisies devraient montrer un changement suffisant pendant la phase de croissance, d'être étudiées pour justifier leur inclusion dans la batterie de mesures ;
- Les mesures choisies ne doivent pas menacer ou embarrasser le sujet.

D'après **Jelliffe (1969)** et **Grenier et coll. (1985)**, parmi le nombre considérable de mensurations, il est possible de choisir celles qui fournissent le maximum de renseignement sur l'état nutritionnel tout en étant simples, rapides et fidèles. Ces mesures seront notées en unités du système métrique. Les plus courantes sont celles qui portent sur :

- La masse corporelle exprimée par le poids ;

- Les dimensions linéaires en particulier la taille (couchée pour les moins de 3 ans et debout pour les plus âgés) ;
- La composition du corps correspondant aux principaux tissus mous superficiels pouvant être déterminés par la mesure des plis cutanés.

Dans le choix de l'instrument pour évaluer l'état nutritionnel et l'évaluation de la croissance, **Kostermans (1994)**, **de Onis et Habicht (1996)** et **Batubara (2005)** proposent la mesure de la taille et du poids. Selon ces auteurs, ces mesures sont rapides, simples et ne nécessitent que peu de formation. Le poids et la taille restent, évidemment à la fois, les paramètres mesurés lors de tout examen de santé et le minimum indispensable pour la détermination de l'état nutritionnel d'un individu ou d'une population. Les considérations culturelles locales peuvent, à certains moments, limiter l'accessibilité à certains sites de mesure (tronc et plis cutanés) chez les adolescentes [**Malina, 1988**]. Si ces mesures sont prises, elles exigent plus de formation et entraînent différents degrés d'erreur [**Kostermans, 1994 ; Ulijaszek et Kerr, 1999**].

L'anthropométrie a également ses limites. D'après **Delpeuch (1991)**, elle n'est pas spécifique, elle n'identifie pas les causes du mauvais développement de l'enfant. Selon **Kostermans (1994)**, les perturbations de l'état nutritionnel sur une courte période de temps ne peuvent être détectées par les changements de la taille. En plus, la mesure de la taille et du poids d'un enfant ne permet pas de donner une idée détaillée de sa composition corporelle. De nombreuses mesures anthropométriques sont utilisées dans l'évaluation nutritionnelle, car aucune mesure unique ne peut caractériser complètement l'état nutritionnel [**OMS, 1995**]. D'après **Ulijaszek et Kerr (1999)**, les limites comprennent les erreurs de prise de mesure qui peuvent influencer l'interprétation. Pour les études à grande échelle ou pour le dépistage et la surveillance nutritionnelle, un certain nombre d'enquêteurs peut être nécessaire et cela influe le degré d'erreur de mesure surtout s'il y a des biais entre-observateurs.

## **2.1. Poids**

Le poids est, généralement, la mesure la plus utilisée pour l'évaluation du statut anthropométrique des bébés et des enfants [**Ulijaszek et Kerr, 1999**]. Dans la petite enfance, le poids est plus utilisable que la taille couchée vu que son gain est trois fois plus grand. De ce fait, il est considéré comme un marqueur sensible d'une croissance non satisfaisante [**Jelliffe, 1969 ; Cole, 2004 ; Batubara, 2005**]. D'après **Zemel et coll. (1997)** et **Cameron (2004b)**, la mesure du poids est la plus facile parmi les techniques anthropométriques. Elle devrait être la plus simple et être prise avec le plus de précision.

D'après **Olsen (2006)**, sur 32 études traitant de l'état nutritionnel des enfants, 29 ont utilisé le poids comme indice d'estimation de cet état. Il a été considéré comme un outil important dans la recherche clinique [**McDonald et coll., 2013**]. Le poids étant directement corrélé à la stature [**Saari et coll., 2011**], son évolution chez les deux sexes suit les mêmes tendances au cours de la croissance : le poids augmente avec l'âge.

Plusieurs auteurs [**Jelliffe, 1969** ; **Chauliac et Masse-Rimbault, 1989** ; **Pelletier, 1993** ; **Zemel et coll., 1997** ; **Chumlea et Guo, 2002** ; **Bourrillon et Benoit, 2009** ; **Cameron, 2004b**] recommandent que les sujets soient être pesés nus ou avec le minimum de vêtements et sans chaussures. D'après **Gorden et coll. (1988)**, peser le sujet nu est possible pendant la petite enfance. A des âges avancés, cette situation peut être impossible. Toutefois, **Cameron (2004b)** propose que les sujets soient habillés avec le minimum de vêtements ou de vêtements de poids connu fournis par l'observateur. **Jelliffe (1969)** et **Hercberg et Galan (1985)**, proposent que, si le sujet garde ses vêtements, il faut estimer le poids en déterminant le poids moyen des vêtements couramment portés et en tenir dûment compte dans les résultats. Ces détails doivent toujours être notés dans les comptes rendus des enquêtes. **Chumlea et Guo (2002)** suggèrent que si le sujet est pesé avec le minimum de sous-vêtements alors 0,1 kg doit être soustrait de la lecture. **Kostermans (1994)** estime que l'habitude de soustraire pour les vêtements de chaque enfant la même quantité ne prend pas les variations des vêtements en compte. Sinon, selon **Chauliac et Masse-Rimbault (1989)** et l'OMS (1995), les sujets seront pesés avec le minimum de vêtements que le permettent les coutumes. Pour des raisons culturelles, des vêtements lourds doivent être conservés pendant la prise des mesures et dont l'évaluation doit être prise en compte avant l'interprétation des chiffres obtenus [**OMS, 1995**].

D'après **Chauliac et Masse-Rimbault (1989)**, il faut toujours enlever les poids « parasites » (objets dans les poches, dans les mains, lourds bracelets, colliers, chapeaux, etc.). Le sujet ne doit pas toucher quoi que ce soit d'autre que la balance et ne doit pas être touché par qui que ce soit au moment de la lecture du poids [**Maire, 1991**].

## **2.2. Taille**

D'après **Batubara (2005)**, elle est une mesure très essentielle pour suivre le développement de l'enfant. Elle devrait être mesurée à chaque examen car elle est le témoin de toute l'histoire antérieure de la croissance [**Ulijaszek et Kerr, 1999**]. La stature est importante dans le dépistage de la maladie ou la malnutrition et à l'interprétation du poids.

Elle se mesure en position couchée jusqu'à l'âge de 2-3 ans, car elle est impossible ou très imprécise si le sujet ne coopère pas. Pendant cette période, elle est appelée longueur. Après 3 ans, la taille est mesurée en position debout et peut être appelée hauteur [**Jelliffe, 1969**]. Pour

la mesure de la longueur, deux opérateurs sont nécessaires [Masse, 1977 ; Gordon et coll., 1988] alors que pour la hauteur, il n'en faut qu'un seul [OMS, 1995].

Plusieurs auteurs insistent pour que, lors de la mesure, l'enfant doit avoir les pieds nus. Le port des chaussettes peuvent dissimuler un léger soulèvement des talons que l'observateur, de sa position debout, ne peut pas remarquer [Jelliffe, 1969 ; Chauliac et Masse-Raimbault, 1989 ; Chumlea et Guo 2002 ; Cameron, 2004C]. Ces auteurs recommandent que l'enfant doit être mesuré peu habillé, sauf si les coutumes ou les conditions environnementales ne le permettent pas, de façon à ce que l'observateur puisse bien observer le positionnement de son corps. Il faut également enlever les parements de tête. La hauteur doit être enregistrée au mm précédent et non arrondi. La lecture est faite à 0,1 cm près.

D'après Gordon et coll. (1988), il est de pratique générale de mettre les talons du sujet ensemble, mais l'angle entre les bords internes varie d'une étude à l'autre. Si le sujet souffre de genoux cagneux alors les talons sont légèrement écartés afin que les genoux se touchent mais ne se chevauchent pas [Cameron, 2004c].

La taille mesurée le matin est supérieure de plusieurs millimètres à celle prise le soir [Masse, 1977]. Cette variation diurne, qui est d'environ 7 - 8 mm, est une des conséquences de l'effet de la gravité sur les disques intervertébraux. D'après Cameron, (2004c) l'action de « respirer profondément » permettant l'allongement de la colonne vertébrale et d'augmenter d'environ 0,5 cm la hauteur, permet de contrer l'effet de la variation diurne.

L'exactitude d'une mesure dépend des étapes de sa réalisation. Les points suivant sont à prendre en compte et à vérifier :

- La toise doit être fixée à un mur vertical, le sol sur lequel reposeront les pieds doit être horizontal et les graduations doivent être lisibles [Chauliac et Masse-Raimbault, 1989 ; Chumlea et Guo, 2002) ;
- Les genoux du sujet ne doivent pas fléchir [Maire, 1991] ;
- La planchette mobile se plaçant sur la tête du sujet doit être horizontale [Masse, 1977].

Cameron (2004c) rajoute que la précision avec laquelle les mesures anthropométriques peuvent être obtenues, peut être maintenue à un niveau élevé en suivant des règles simples :

- S'assurer que le sujet porte le minimum de vêtements ou tout au moins les vêtements qui ne nuisent en rien à l'identification des repères de surface ;
- Familiariser le sujet avec l'instrumentation et s'assurer qu'il est détendu ;
- Organiser la salle où se déroule la prise des mesures afin que le minimum de mouvement est nécessaire, que la température ambiante est convenable et que la salle est bien éclairée ;



- Si possible, avoir recours à un deuxième enquêteur pour renseigner le formulaire de mesure;
- Dicter les résultats en nombres entiers ;
- Établir la fiabilité de la mesure (précision et répétabilité) avant l'étude en mesurant, par des enquêteurs, des sujets avec des caractéristiques similaires (âge, sexe) ;
- Créer, au cours de l'étude, une procédure de contrôle de qualité en faisant des mesures sur des sujets choisis au hasard ;
- Ne pas essayer de peser trop de sujets à chaque session. La fatigue va nuire à l'obtention d'une mesure fiable pour laquelle la concentration est vitale.

### **2.3. Equipements de mesure**

L'évaluation de la croissance nécessite un matériel fiable, indispensable pour la prise de mensurations exactes [Zemel et coll., 1997 ; Czernichow et coll., 2000]. Il doit être de bonne qualité et si possible de même type pour une enquête donnée [Deschamps, 1985].

Un problème majeur est posé par le choix des instruments de mesure : ils doivent être suffisamment précis pour l'étude envisagée, simples d'emploi, peu coûteux, facilement transportables et suffisamment robustes pour résister à une manipulation sans ménagement. Ils nécessitent un contrôle et un étalonnage fréquents [Jelliffe, 1969].

La mesure de la taille se fait avec une toise, c'est-à-dire une planche verticale sur laquelle est fixée une règle graduée, comportant un curseur horizontal qui peut être amené en contact avec le point le plus haut de la tête [OMS, 1995].

Le choix d'un modèle convenable de balance est délicat [Jelliffe, 1969]. D'après Chauliac et Masse-Raimbault (1989), le type de balance à utiliser dépend de l'âge du sujet. Au-dessous de 4-5 ans une balance à fléau est utilisée alors qu'après cet âge un pèse personne est recommandé. Les balances doivent être contrôlées au moins deux fois par jour et chaque jour en utilisant des tares de poids connu fournies à cette fin [Jelliffe, 1969 ; Chauliac et Masse-Raimbault, 1989]. Elles seront corrigées en fonction de ces contrôles sinon (solution moins satisfaisante) il sera tenu compte de l'erreur dans les résultats. Une précision de 100 g est acceptable tant que l'étalonnage régulier garantit un minimum de risques d'erreur [Cameron, 2004c]. Les appareils courants reposent sur l'un des deux principes suivants : l'équilibre d'un fléau ou la tension d'un dynamomètre. Ce dernier type est à exclure car le ressort perd de son élasticité sous l'effet d'un usage fréquent ou se dilate par temps anormalement chaud. Les balances à fléau leur sont préférables car les risques d'erreur sont moins élevés lorsqu'elles sont maniées avec soin [Jelliffe, 1969]. Selon Cameron (2004c), les balances électroniques sont également disponibles et semblent bien adaptées à l'étude de la croissance. Elles peuvent être

utilisées aussi longtemps que leur source d'alimentation est régulièrement contrôlée. D'après **Cole (2004)**, ces appareils apportent plus de précision. Selon **Cameron (2004b)**, si les recommandations pour la prise du poids sont respectées et si la balance est correctement calibrée, les erreurs lors de la mesure doivent être négligeables et seulement résulter de la lecture et l'enregistrement du poids du sujet.

#### **2. 4. Erreurs de mesure**

La simplicité apparente des mesures est trompeuse. La prise de mesure est une étape capitale. Elle est la base des calculs ultérieurs, toute erreur commise à ce niveau conduit à une interprétation erronée de l'état de santé du sujet [**Jelliffe, 1969**]. Les mesures doivent être précises, fiables, reproductibles. Pour ce faire, elles doivent être standardisées, normalisées, les instruments de mesures étant régulièrement contrôlés [**Pelletier, 1993**].

La précision des résultats obtenus ne dépend pas uniquement des techniques et équipements utilisés dans l'évaluation anthropométrique mais également des enquêteurs qui doivent être soigneusement formés pour assurer une mesure précise et reproductible [**Zemel et coll., 1997**]. Des exercices de standardisation, dont le but est l'évaluation de la prise des mesures, sont effectués avant le début de l'étude. Si cette phase est bien réalisée, les erreurs seront peu fréquentes puisque il s'agit d'un exercice limité dans le temps impliquant un petit nombre de personnel, le plus souvent supervisé de façon stricte [**Chauliac et Masse-Rimbault, 1989**]. En plus de cette recommandation, **WHO (1983)** insiste sur :

- Le réglage systématique des appareils avant toute séance de mesure ;
- La réalisation de contrôles pour déceler les erreurs d'observation ;
- La formation du personnel aux méthodes correctes d'emploi des appareils de mesure ;
- La rotation des enquêteurs d'un groupe de sujets à l'autre pour réduire les effets du biais individuel.

D'après **Maire (1991)**, toute mesure peut être entachée d'imprécision et d'inexactitude et un certain degré d'imprécision ne peut jamais être totalement éliminé. **Kostermans (1994)** estime que répéter chaque mesure est un bon moyen pour augmenter la précision, mais les contraintes de temps font que la prise de deux mesures (en dehors d'être indépendantes) à un intervalle de temps suffisant est souvent difficile.

Les erreurs de mesures peuvent être divisées en erreurs systématiques et erreurs aléatoires. Les premières vont changer la moyenne d'une distribution normale ou gaussienne. Les secondes ne changent pas la moyenne ou la médiane mais vont augmenter la variance [**Mueller et Martorell, 1988**]. Les deux types d'erreurs influencent l'estimation de la prévalence de la malnutrition. Cette dernière va être sous-estimée ou surestimée. Les erreurs aléatoires surestiment toujours la

prévalence parce que les queues de distribution deviennent plus élevées et étalées à cause de l'augmentation de la variance [Kostermans, 1994].

La précision dans la réalisation des mesures est évaluée en comparant la valeur obtenue par un superviseur bien formé et celles réalisées par des observateurs en cours d'évaluation. Un moyen simple d'évaluer les différences est d'appliquer le test de Student (test *t*) apparié. S'il y a une différence systématique, une observation attentive des techniques de mesure est demandée pour identifier le problème [Mueller et Martorell, 1988].

La qualité des mesures obtenues et le contrôle de leur prise sont communément exprimés en utilisant un indice de précision nommé par Malina et coll. (1973) « erreur technique de mesure (*Technicale error of measurement*) » ou TEM. Selon Perini et coll. (2005), cet indice est utilisé pour le calcul de la variabilité intra-observateur et entre-observateurs. La variabilité intra-observateur est la variation des mesures répétées sur le même sujet (ou groupe de sujets) réalisées par le même enquêteur. La variabilité entre-observateurs est la variation de mesures effectuées par plusieurs enquêteurs sur le même groupes de sujets. Le TEM a la même unité que la mesure [Perini et coll., 2005]. Le TEM est couramment recommandé dans les études anthropométriques [Frainer et coll., 2013]. D'après WHO Multicentre Growth Reference Study Group (2006a), TEM permet aux examinateurs de vérifier le degré de précision lors de l'exécution et la répétition des mesures et quand elle est comparée avec les mesures d'autres examinateurs. Plus grande est la variabilité entre les mesures répétées du même sujet (différences intra-observateur) ou deux observateurs ou plus (différences entre-observateurs) plus grande est l'imprécision [Ulijaszek et Kerr, 1999]. Pour Mueller et Martorell (1988), un échantillon large pour l'estimation de TEM n'est pas recommandé. Pour la plupart des études, un échantillon de 50 sujets est suffisant. Perini et coll. (2005), proposent un minimum de 20. Selon ces mêmes auteurs, l'échantillon choisi doit être représentatif de la population de l'étude.

Selon Ulijaszek et Kerr (1999), des valeurs élevées de TEM sont signalées dans le cas d'études épidémiologiques larges où l'anthropométrie ne représente qu'une petite partie, également lorsque les mesures anthropométriques sont reportées par les sujets eux-mêmes ou par des enquêteurs ayant une expérience limitée dans la prise de mesures.

### **3. INDICES ET INDICATEURS NUTRITIONNELS**

Les mesures relevées, aussi précises et fiables soient-elles, sont inutiles si elles ne sont pas interprétées tant à un niveau individuel que collectif dans une optique de décisions à prendre, d'actions à mettre en œuvre et à évaluer [WHO Working Group, 1986]. Les mesures brutes peuvent ne pas être suffisantes. La mise en relation des mesures est appelée indices anthropométriques. L'OMS (1995) définit les indices comme des associations de mesures.

L'indicateur est un terme qui se rapporte à l'utilisation ou l'application d'indices et il est souvent construit à partir d'eux [**WHO Working Group, 1986**].

Si chaque enfant possède les données de base (poids, taille, sexe, âge), son état nutritionnel peut être exprimé en poids pour âge (P/A), taille pour âge (T/A) et poids pour taille (P/T) [**WHO, 1983**]. Un autre indice utilisé, est l'IMC ou indice de Quételet (Rapport entre le poids en kg et le carré de la taille en m).

L'utilisation des indicateurs anthropométriques nécessite d'une part la détermination des seuils adéquats permettant de définir la fréquence des différentes formes de malnutrition (surpoids, obésité, maigreur, minceur, retard de croissance) et d'autre part, le choix d'une population de référence à laquelle sera comparé le groupe étudié. En effet, la compréhension des mesures et des indices nécessite l'utilisation d'une référence pour voir où se situe l'indice d'un sujet par rapport à une population de même âge ou de même taille que lui [**Chauliac et Masse-Raimbault, 1989**].

Le surpoids et l'obésité sont des maladies chroniques qui touchent les enfants comme les adultes. Ils constituent un problème majeur de santé publique du fait de leur prévalence ainsi que de leur fréquence et la gravité de leurs complications. Ils se définissent comme une accumulation anormale ou excessive de graisse dans les tissus adipeux, pouvant engendrer des problèmes de santé [**OMS, 1995**]. Cette masse grasse est prédite à partir d'indicateurs anthropométriques, essentiellement l'épaisseur des plis cutanés, le P/T et l'IMC/A [**OMS, 1995**]. L'obésité chez l'enfant est plus complexe à définir en raison des variations de l'IMC/A [**Rolland-Cachera et coll., 1982**]. Chez les enfants et les adolescents, et contrairement aux adultes, il n'existe pas de données épidémiologiques longitudinales définissant le surpoids et l'obésité par le pronostic de santé associé aux différentes valeurs d'IMC. Dès lors, la définition se base sur la distribution de l'IMC dans la population dans chaque catégorie de sexe et d'âge.

La maigreur est un état clinique caractérisé par un poids inférieur à une valeur moyenne habituelle sans que cet état soit forcément pathologique [**OMS, 1995**]. Sa fréquence est définie pour un seuil d'IMC (en fonction de l'âge et du sexe) inférieur au 5<sup>ème</sup> centile selon les données de référence de l'OMS 2007 [**de Onis et coll., 2007**] ou le centile aboutissant à la valeur 18,5 kg/m<sup>2</sup> à 18 ans selon les références de **Cole et coll. (2007)**.

Le retard de croissance est considéré par les nutritionnistes comme la manifestation d'un état de malnutrition. Il peut également être envisagé dans sa dimension plus globale comme la manifestation adaptative ou maladaptative à un environnement contraignant. En cas de malnutrition, un ralentissement de la croissance se poursuit pendant plusieurs mois avant de voir s'infléchir l'indice T/A [**Chauliac et Masse-Raimbault, 1989**].

### **3.1. Taille pour âge**

Pour les enfants au-dessus de 2 ans, l'indice est appelé taille pour âge (T/A). Ce rapport concerne la croissance linéaire osseuse. Il évalue la sous-nutrition chronique, c'est-à-dire les enfants dont les tailles sont jugées petites pour leur âge [FAO/OMS, 1992]. Un faible indice (T/A < -2 Z-scores) est synonyme de retard de taille, retard de croissance, rabougrissement ou « stunting » [Cogill, 2003]. Cette sous-nutrition est liée à un certain nombre de facteurs dont l'apport protéino-énergétique insuffisant, des infections fréquentes, des pratiques alimentaires inadéquates pendant une longue durée et la pauvreté [Kostermans, 1994].

Le T/A peut être utilisé aux fins d'évaluation, mais n'est pas recommandé pour le suivi car ne change pas dans le court terme [Cogill, 2003]. Le gain de taille est fonction essentiellement de facteurs écologiques et socioéconomiques considérés sur une longue durée et reflète par conséquent les conditions économiques générales [FAO/OMS, 1992].

### **3.2. Poids pour âge**

Le poids pour âge (P/A) est plus souvent disponible que P/T ou T/A. Il est couramment utilisé pour caractériser l'état nutritionnel au moment de la mesure [OMS, 1995]. Cet indice est celui qui est le plus souvent utilisé par les services de santé pour suivre les progrès nutritionnels et la croissance des enfants [Cogill, 2003]. Le P/A est difficile à interpréter parce qu'il peut traduire une sous-nutrition soit aiguë soit chronique. Il reflète la malnutrition passée et présente [FAO/OMS, 1992].

Un faible indice P/A (P/A < -2 Z-scores) signale un poids insuffisant pour un âge donné. L'insuffisance pondérale est une mesure composite. Un P/A inférieur à la normale peut s'expliquer par une maigreur comme par un retard de taille [Kostermans, 1994]. Deux situations critiques sont à rechercher : l'insuffisance pondérale en cas de déficit et l'excès pondéral (P/A > +2 Z-scores) en cas de poids trop élevé [Delpeuch, 1991].

### **3.3. IMC pour âge**

Cet indice est le rapport entre le poids corporel et la superficie du corps plutôt que sa taille [FAO/OMS, 1992]. L'IMC est actuellement l'outil le plus utilisé pour étudier la minceur, le surpoids et l'obésité au sein des populations. L'OMS (1995) recommande cet indice chez les adultes et conseille l'utilisation des seuils 25 et 30 kg/m<sup>2</sup> définissant le surpoids et l'obésité respectivement. Les premières courbes de l'IMC en fonction de l'âge et par sexe ont été publiées en 1982 par **Rolland-Cachera et coll.** et concernaient la population française. La validité de cet indice chez l'enfant est qu'il ne doit être corrélé statistiquement à taille et bien corrélé au poids et à la masse grasse. Il reflète l'évolution de la masse grasse qui peut être évaluée par d'autres méthodes telles que les plis cutanés [Rolland-Cachera et coll., 1982].

L'IMC est la mesure de la composition corporelle la plus utilisée dans les études épidémiologiques portant sur des enfants, des adolescents ou des adultes. C'est un indicateur de risque pour la santé associé à un poids insuffisant ( $IMC/A < -1$  Z-score), à l'excès de poids ( $IMC/A > +1$  Z-score) et à l'obésité ( $IMC/A > +2$  Z-scores) [de Onis et coll., 2007].

Le P/A ne permet pas de suivre de manière appropriée la croissance au-delà de l'enfance compte tenu de l'impossibilité de distinguer entre la taille relative et la masse corporelle, d'où l'utilisation de l'IMC/A pour compléter la T/A dans le cadre de l'évaluation de la minceur (IMC/A faible), du surpoids et de l'obésité (IMC/A élevé), et du retard de croissance (T/A faible) pour les enfants d'âge scolaire et les adolescents [de Onis et coll., 2007].

#### **4. MODES D'EXPRESSION DES INDICATEURS**

Les indices anthropométriques peuvent être exprimés en pourcentage de la médiane, Z-score (ou écart réduit) ou en centiles (percentiles) et servir alors à comparer un enfant ou un groupe d'enfants à une population de référence [WHO Working Group, 1986].

Les mensurations obtenues sur une population d'enfants de même âge se répartissent selon une courbe de Gauss symétrique ou en cloche à moyenne ou médiane [Bourrillon et Benoit, 2009]. La moyenne arithmétique est obtenue en divisant la somme des mesures par la taille de l'échantillon. La médiane divise la population en deux parties égales. Dans une distribution normale (gaussienne ou encore symétrique), la moyenne et la médiane se superposent [Falkner, 1961]. La taille tend à être normalement distribuée alors que le poids est asymétrique avec étalement des valeurs à droite ou à gauche indiquant qu'il y a plus de sujets à poids faible que de sujets à poids élevé ou vice versa [Chauliac et Masse-Rimbault, 1989].

##### **4. 1. Pourcentage de la médiane**

Le pourcentage de la médiane est le rapport d'une valeur mesurée chez un individu, le poids par exemple, à la valeur médiane des données de référence pour le même âge ou la même taille, exprimé en pourcentage [OMS, 1995].

Le principal inconvénient de cette méthode est l'absence de correspondance exacte avec un point fixe de la distribution aux différents âges. Les seuils classiques pour le pourcentage de la médiane diffèrent avec l'indice anthropométrique [WHO Working Group, 1986].

##### **4.2. Courbes Z-score**

Selon l'OMS (1995), Z-score est l'écart entre une valeur individuelle et la médiane de la population de référence, divisé par l'écart-type (ET) de la population de référence. Ce sont les courbes exprimées en ET ou déviation standard (DS) par rapport à la moyenne. Certains

paramètres se répartissent selon une courbe de Gauss symétrique par rapport à un axe (moyenne ou médiane). A partir de cette moyenne, des ET ou DS peuvent être déterminés [Falkner, 1961]. Les variations statistiquement normales, couvrant 95 % de la population, s'étendent entre la valeur -2 et +2 ET de part et d'autre de la moyenne [Grenier et coll., 1985]. Au-dessus de -2 ET sont comprises 2,5 % de la population [Bourrillon et Benoit, 2009]. Un Z-score de -2 ET est accepté comme seuil critique standard pour déterminer la nécessité d'une intervention nutritionnelle [WHO Working Group, 1986].

D'après Grenier et coll. (1985), les courbes du Z-score sont plus couramment utilisées par les nutritionnistes. Elles offrent deux grands avantages [Falkner, 1961 ; OMS, 1995] :

- Elles permettent de retenir un point fixe (précis) dans les distributions des différents indices et par rapport aux différents âges ;
- Possibilité de calculer à partir de ces scores des statistiques récapitulatives utiles.

### 4.3. Centiles

Le centile indique la place d'un individu dans une distribution de référence donnée, exprimée en pourcentage de la distribution à laquelle la valeur individuelle est égale ou supérieure [OMS, 1995]. Falkner (1961) l'explique comme suit : Si 100 enfants de même âge sont rangés par rangs de taille (ou autre mesure), il existe une valeur telle que 50 enfants sont plus petits et 50 sont plus grands. Cette valeur correspond au 50<sup>ème</sup> centile ou 50<sup>ème</sup> percentile, c'est la définition de la médiane. Les limites de variation statistiquement normales, couvrant 95% de la population, se situent du 3<sup>ème</sup> au 97<sup>ème</sup> percentile [Frier, 1984 ; Bourrillon Benoit, 2009]. Ainsi, des courbes de taille, de poids, de périmètre crânien, ... selon l'âge peuvent se construire. Ces courbes dessinent une série de couloirs délimités par les lignes des principaux percentiles : 3<sup>ème</sup>, 10<sup>ème</sup>, 25<sup>ème</sup>, 50<sup>ème</sup>, 75<sup>ème</sup>, 90<sup>ème</sup>, 97<sup>ème</sup>. Les percentiles extrêmes identifient les enfants qui ont une croissance subnormale [Cole, 2004]. La répartition des données de référence en percentiles fait apparaître sur la courbe des couloirs [Bourrillon et Benoit, 2009]. L'enfant est son propre témoin : il reste normalement dans le même couloir de croissance; tout changement de couloir, reflétant une accélération ou un ralentissement de sa vitesse de croissance, mérite une évaluation de son état de santé [Falkner, 1985].

Si la distribution de référence est une distribution normale, les centiles et les Z-scores sont mathématiquement reliés [OMS, 1995 ; Kuczmarski et coll., 2002]. Un Z-score de -2 ET correspond approximativement au 3<sup>ème</sup> percentile (Z-score au 3<sup>ème</sup> percentile = 1,88) [Waterlow et coll., 1977 ; WHO Working Group, 1986]. La distribution statistique de la taille à un âge donné est gaussienne. Il est donc possible de la représenter en déterminant les centiles ou en calculant les Z-scores. En ce qui concerne le P/A et le P/T dont la distribution ne suit pas la loi

gaussienne, il est préférable d'utiliser l'expression en centiles. Une expression de la distribution en Z-scores risquerait de conduire à des erreurs d'appréciation en ce qui concerne des enfants ou des adolescents à croissance limite [**Pierson et coll., 1993**].

Au contraire des courbes Z-scores, le même intervalle entre deux centiles correspond à des variations inégales de taille ou de poids suivant la zone de distribution ; il est par conséquent incorrect de calculer des mesures statistiques résumées telles que la moyenne et ET pour les centiles. En outre, aux deux extrémités de la distribution des courbes, la valeur des centiles change peu, alors que le poids ou la taille subissent en fait des changements considérables [**OMS, 1995**].

Pour l'appréciation et la surveillance de la croissance des enfants, les courbes exprimées en percentiles ou centiles sont considérées comme les plus fiables puisque elles peuvent être utilisées pour tous les paramètres de répartition gaussienne ou non [**Waterlow et coll., 1977 ; Grenier et coll., 1985 ; Falkner, 1985 ; Bourrillon et Benoit, 2009**]. Les courbes de croissance exprimées en centiles sont très utilisées dans le domaine clinique car leur interprétation est simple.



## **Chapitre III : COURBES ET REFERENCES DE CROISSANCE**

### **1. UTILITE DES COURBES ET DES REFERENCES DE CROISSANCE**

L'évaluation de la croissance d'un individu se fait par comparaison avec un instrument appelé une « courbes ou référence de croissance ». Sans l'utilisation de ces références, l'évaluation de la croissance est arbitraire et insatisfaisante [Cole, 2004].

Ce n'est qu'au 17<sup>ème</sup> et 18<sup>ème</sup> siècle qu'apparaissent les premières descriptions du processus de croissance. L'anatomiste Jampert [Tanner, 1999] publia pour la première fois, en 1754, des tables de mesures de jeunes orphelins âgés de 1 à 25 ans en prenant un seul individu par sexe et par classe d'âge. Le premier travail scientifique, concernant la croissance longitudinale, mentionné dans la littérature est celui du comte de Montbeillard [Voss, 2001]. Scammon [cité par Cameron, 2004c] a converti ces données en centimètres et a joint les points correspondant à la taille pour obtenir une courbe.

Au 19<sup>ème</sup> siècle, Quételet fut le premier à utiliser la « courbe en cloche » pour décrire la distribution de la taille d'un échantillon transversal de sujets [Voss, 2001].

Les premières données considérées comme « standards de croissance » ont été publiées par Bowditch en 1891. Il s'agit des références de Harvard. En 1875, 24 500 élèves ont été mesurés. Bowditch [cité par Tanner, 1999] appliqua la méthode des percentiles, proposée par Galton, à ces résultats pour construire des standards de croissance.

Durant la première moitié du 20<sup>ème</sup> siècle, l'utilisation des courbes de croissance s'est considérablement développée. Un ensemble varié de courbes de croissance de poids et de taille a été développé depuis la proposition des standards de Harvard. Nous pouvons citer les courbes britanniques de Tanner, françaises de Sempé et Pédrón, celles du NCHS adoptées par l'OMS pour l'utilisation internationale.

#### **1.1. Définitions**

D'après Cole (2004), les courbes de croissance sont une forme de « distribution anthropométrique conditionnelle » : « Distribution » parce que plusieurs centiles sont prévus plutôt que des statistiques sommaires tels que la moyenne et le ET, « anthropométrique » car la référence se rapporte à une mesure anthropométrique comme la taille ou le poids et « conditionnelle » puisque la distribution anthropométrique est conditionnée par d'autre(s) variable(s), généralement le sexe et l'âge.

Ferrier et coll. (1984) définissent les références comme des représentations graphiques construites à partir de mensurations faites sur un grand échantillon d'enfants réputés être en bonne santé et de tous les âges. Elles sont un groupe de données représentant la distribution d'une mesure anthropométrique donnée telle qu'elle change avec certaines covariables,

généralement l'âge, pour les deux sexes, basé sur un échantillon d'enfants. La distribution est généralement représentée en centiles sélectionnés, incluant la médiane (50<sup>ème</sup> centile), la moyenne et l'ET (ou SD) peuvent également être donnés. L'ensemble de centiles choisis pour définir les standards est conventionnellement symétrique autour de la médiane. Une courbe de croissance se compose de plusieurs courbes de centiles lissées, qui lorsqu'elles sont tracées dessinent une courbe de croissance, avec la mesure anthropométrique correspondante sur l'axe des ordonnées et l'âge (habituellement) sur l'axe des abscisses [Cole, 1993].

Sur les courbes de croissance apparaissent des canaux ou couloirs qui s'arrangent autour de la courbe de moyenne. L'éloignement des canaux par rapport à la moyenne augmente avec l'âge et les variations individuelles. De tels graphiques existent pour le poids, la taille ainsi que pour d'autres mensurations [Ferrier et coll., 1984].

Une distinction subtile mais importante existe entre « référence » et « standard ou norme » d'où l'intérêt de les différencier [Van Buuren, 2007]. Une référence est un dispositif pour regrouper et analyser les données [WHO Working Group, 1986]. Elle sert de repère commun pour comparer des populations. Il ne faut, en aucun cas, tirer de conclusion sur la signification des différences observées [OMS, 1995]. Par contre, une norme (ou standard) implique la notion de normalité et de cible à atteindre et par conséquent un jugement de valeur [WHO Working Group, 1986]. D'après Van Buuren (2007), la distinction entre standards (normatifs) et références (descriptives) est floue parce que les standards sont fréquemment dérivés à partir des références.

## **1.2. Intérêts des courbes et références de croissance**

L'UNICEF (2007) encourage, depuis 1982, la communauté internationale et les gouvernements à utiliser quatre techniques à bas coût, désignées par l'acronyme anglais **GOBI** (**G**rowth monitoring ou surveillance de la croissance, **O**ral rehydration therapy ou réhydratation orale, **B**reastfeeding ou allaitement maternel, **I**mmunization ou vaccination) pour lutter contre les infections des enfants et la mauvaise hygiène au sein de leur foyer familial. Le suivi de la croissance est assuré par l'utilisation des courbes de croissance (taille, poids, IMC) considérées comme « la route vers la santé ». Surveiller la croissance est l'équivalent de suivre le parcours de l'enfant tout le long du couloir délimité par les lignes des percentiles extrêmes [Cole, 1993]. L'intérêt des courbes de croissance est de comparer l'enfant à ses contemporains : une croissance normale se situe normalement entre +2 ET et -2 ET ou entre le 3<sup>ème</sup> et le 97<sup>ème</sup> percentile. En dehors de ces limites une pathologie est possible [Guran, 1986]. L'allure de la courbe de croissance est un élément crucial d'orientation diagnostique [Bouhours-Nouet et coll., 2015].

Ces courbes permettent aux parents et au médecin de faire un suivi individuel de l'enfant et d'évaluer son état de santé et son état nutritionnel [OMS, 1995 ; Bodzsar, 2000].

Les courbes de croissance permettent d'évaluer l'état nutritionnel des enfants et des adolescents. Cette évaluation vise à connaître la fréquence et la répartition des troubles nutritionnels et leurs retentissements sur la santé [Herberg et Galan, 1985]. Cet état regroupe les problèmes de malnutrition par excès et par carence : Surpoids, obésité, retard de croissance, insuffisance pondérale, maigreur, minceur [OMS, 1995].

## **2. RECOMMANDATIONS POUR LA REALISATION DES COURBES DE REFERENCE**

L'élaboration de références de taille et de poids des enfants a fait l'objet de multiples discussions au sein de l'OMS. En 1972, une enquête sur l'existence et l'utilisation de courbes de croissance a été entreprise par cette organisation dont l'un des buts est la proposition de références qui peuvent être utilisées à l'échelle mondiale. Elle a permis le recensement de 55 exemples de courbes dans 45 pays [WHO, 1978]. Le choix c'est basé sur une référence qui répondait aux critères édictés par Waterlow et coll. (1977). Ces critères ont été recommandés par l'OMS (1995) pour le développement de référence de croissance :

- Les mesures doivent porter sur une population bien nourrie.
- L'échantillon doit être de type transversal dans la mesure où les comparaisons seront aussi de nature transversale.
- L'échantillon doit comporter au moins 200 sujets de chaque classe d'âge et pour chacun des sexes.
- Les mesures anthropométriques doivent être prises avec soin et enregistrées par des observateurs formés aux techniques anthropométriques, utilisant un matériel testé et régulièrement étalonné.
- Les mesures prises sur l'échantillon doivent inclure toutes les variables anthropométriques utilisées dans l'évaluation de l'état nutritionnel.
- Le protocole d'échantillonnage doit être bien défini et reproductible.
- Les données, ayant servi à dresser les tables et à construire les graphes, doivent être mises à la disposition de toute personne qui souhaite les utiliser et les procédures utilisées pour établir les courbes et les tables doivent être bien décrites et argumentées.

Pour Masse (1977), la population de référence doit être clairement définie. Elle doit être connue par ses caractères géographiques, ethniques, socio-économiques (éducation, profession, logement et revenu des parents).

## **2.1. Population de l'étude**

La première recommandation de l'**OMS (1995)** a été que les mesures anthropométriques concernent une population bien nourrie. Le choix d'un échantillon en vue de mettre au point des références soulève la question de savoir ce qu'est une population bien nourrie. D'après **Malina et coll. (1988)**, une telle population est celle ayant des apports alimentaires correspondant à ses besoins énergétiques ou en nutriments. Une population bien nourrie est une population en bonne santé. Le terme santé est défini par l'OMS (Préambule de 1946 à la constitution de l'OMS) comme : « Un état de complet bien-être physique, mental et social, et ne consiste pas seulement en une absence de maladie ou d'infirmité ».

La définition sur laquelle s'est basé le NCHS pour le choix de l'échantillon servant à la construction des courbes de croissance est que « la population vit dans un environnement sain ». Les données de référence locales ont été établies à partir d'une population qui vit dans un environnement sain et ne comprend aucun individu manifestement malade ou qu'un très petit nombre d'individus cliniquement malades [**OMS, 1995**].

Les références de croissance doivent être élaborées à partir d'un échantillon représentatif de la population. La taille de l'échantillon est le plus important facteur affectant la précision des valeurs de référence. Tout échantillon d'une étude épidémiologique descriptive doit être représentatif de l'ensemble de la population d'enfants et d'adolescents [**Pierson et coll., 1993**]. Il doit être adéquat pour garantir des estimations lisses et uniformes des centiles extrêmes [**Sullivan et coll., 1991**].

La construction des courbes de référence exige, selon l'**OMS (1995)**, un effectif de 200 sujets par sexe et par âge. D'après **Martorell et Habicht (1986)**, une telle taille d'échantillon permet de distinguer les facteurs environnementaux des facteurs génétiques agissant sur la croissance. Le critère de 200 sujets par sexe et par âge est, selon l'**OMS (1995)**, lié à la particularité avec laquelle les centiles extrêmes sont calculés. Un tel effectif est suffisant pour détecter un changement séculaire de la taille moyenne d'environ 1,9 cm avec un taux d'erreur de type 1 de 5 % [**Van Buuren, 2007**].

D'après **Goldstein (1986)**, pour les petits échantillons et même pour une variable ayant une distribution normale (comme la taille), l'hypothèse d'une distribution gaussienne cesse de fournir de bonnes estimations de quantiles extrêmes. Selon ce même auteur, la précision d'une étude ou coefficient de variation augmente avec la taille de l'échantillon. Pour, par exemple à un âge donnée, la taille moyenne est de 120 cm et l'écart type est de 6,0 cm, la précision passe de 1,13 % pour une taille d'échantillon de 50 à 0,80 % pour une taille de 100. Cette valeur de précision est de 0,85 % pour le poids [**Frongillo, 2004**].

## **2.2. Type et protocole d'étude**

Le critère « transversal » de l'étude a été retenu par l'**WHO (1978)** lors du choix d'une référence qui devait être utilisée à l'échelle internationale. Ce type d'étude s'adresse à des enfants d'âges variés à un moment donné, soit à un âge fixe. D'après **Herberg et Galan (1985)**, cette approche donne une photographie instantanée de la situation nutritionnelle à un moment donné. Ces études sont limitées dans le temps. Selon **Falkner (1961)**, **Tanner (1986)**, **Pierson et coll. (1993)** et **Van Buuren (2007)**, s'il s'agit d'établir des courbes pour la taille ou le poids, ou d'autres paramètres anthropométriques, seules les études transversales sont justifiées alors que l'établissement de la vitesse de croissance et de la maturation pubertaire dans différentes régions et pour les groupes ethniques devra être réalisé à travers des études longitudinales. D'après l'**INSERM (2007)**, c'est à partir de données transversales que des courbes percentiles sont établies, illustrant la croissance « moyenne » et les limites de la variation « normale » dans une population. Le critère de l'étude transversale, d'après l'**OMS (1995)**, n'est plus considéré comme essentiel vu que des données longitudinales peuvent être présentées de façon transversale avec des ajustements mineurs.

D'après **Deschamps (1985)**, la sélection des populations d'enfants sur lesquels sont recueillies les données doit être rigoureuse. L'utilisation des données de routine ne permet pas, en règle, de disposer d'échantillons représentatifs. Au moins, faut-il prendre soin d'éviter une trop grande sélectivité géographique ou socioculturelle et d'assurer qu'il s'agit là d'enfants à priori sains. Dans tous les cas, la population sur laquelle a porté l'étude doit être bien définie et ses caractères portés à la connaissance des utilisateurs des références obtenues.

Il est possible d'utiliser les mesures quotidiennement réalisées par les services qui examinent les enfants en dehors du contexte d'une pathologie donnée comme générateur de données pour l'établissement de valeurs de références. D'après **Deschamps (1985)**, des milliers d'enfants sont examinés ainsi chaque jour. Si la façon dont ces mesures sont réalisées est correcte, il est dommage de laisser « ainsi dormir » ces données, qui pourraient avoir un autre emploi que leur seule interprétation individuelle.

## **2.3. Variables et mesures anthropométriques**

Pour toute étude de l'état nutritionnel, l'**OMS (1995)** a recommandé la prise des mesures anthropométriques suivantes : poids, taille et périmètre crânien pour les enfants et poids, taille, plis cutanés tricipital et sous-scapulaire pour les adolescents. Selon **Grenier et coll. (1985)**, **Deschamps (1985)**, **Tanner (1986)**, **Ulijaszek et Kerr (1999)** et **Batubara (2005)**, la taille et le poids sont suffisants à l'évaluation de la croissance et de l'état nutritionnel. D'après **Jelliffe (1969)**, la simplicité apparente de la prise des mesures anthropométriques est trompeuse. Les

mesures doivent être précises, fiables et reproductibles. Pour se faire, elles doivent être standardisées, normalisées et les instruments de mesures régulièrement contrôlés [Pelletier, 1993]. Selon Deschamps (1985), les mesures doivent être faites selon des conventions rigoureuses, par un personnel formé à cette exigence de qualité et acceptant de se soumettre régulièrement à un contrôle de qualité portant notamment sur la variabilité intra-observateur et la variabilité entre-observateurs.

Les diverses mesures réalisées sur un individu unique doivent être comparées avec des données de références tirées de l'observation d'une population unique. Ceci évite le manque de cohérence qui risque d'apparaître lors de comparaisons de plusieurs références différentes à plusieurs mesures telles que le poids et le périmètre brachial, par exemple [OMS, 1995].

#### **2.4. Procédure d'élaboration des courbes**

Pour élaborer les courbes de référence, il est nécessaire d'appliquer des méthodes de lissage. Ces dernières permettent de convertir les données de référence en courbes percentiles lissées. Selon Cole (1993), les méthodes de réalisation des courbes ont énormément changé. Les premières courbes de référence ont été dessinées en se basant sur un jugement visuel. Actuellement, le lissage est réalisé à l'aide de logiciels spécialisés tels que Lambda Mu Sigma ou LMS [Cole et Green, 1992] et Generalized Additive Model for Location, Scale and Shape (Modèles additifs généralisés pour l'emplacement, l'échelle et la forme) ou GAMLSS [Borghi et coll., 2006]. Les logiciels de lissage permettront la création de courbes normalisées exprimées en Z-scores ou en percentiles pour faciliter leur utilisation [Sullivan et coll., 1991].

Les techniques de lissage des courbes ont récemment fait beaucoup de progrès et elles ne sont pas sans conséquences sur la taille nécessaire de l'échantillon et l'exactitude de la présentation des données [OMS, 1995].

### **3. CHOIX ENTRE COURBES LOCALE ET INTERNATIONALE**

Le calcul d'indices anthropométriques et par la suite l'évaluation de l'état nutritionnel nécessite le recours à des références de croissance. Mais la question qui se pose est : « Quelle référence utiliser, la locale ou l'internationale ? ». Les avis divergent selon les auteurs.

Plusieurs auteurs sont pour l'utilisation de références internationales.

D'après Graitcer et Gentry (1981), les références de croissance établies dans les pays développés peuvent être appliquées dans les pays en développement. Ces données étrangères serviront non pas de normes mais de points de comparaison. Dans les pays en développement, il est exceptionnel de disposer de telles références. De plus, la situation sanitaire étant défavorable, la croissance des enfants normaux représentatifs de l'ensemble de la population est sans doute modifiée par de multiples facteurs environnementaux.

**Herberg et Galan (1985)** ont déclaré que l'établissement des références locales soulève un certain nombre de difficultés. Il faut sélectionner des enfants sains et bien nourris et pouvoir déterminer leur âge avec précision. Il est donc nécessaire de les prendre dans les couches sociales les plus favorisées et bénéficiant d'une bonne protection médico-sociale.

Pour **Sullivan et coll. (1991)**, l'utilisation d'une référence locale ne permet pas d'établir des comparaisons de l'état nutritionnel entre pays, tâche plus facile avec une référence internationale.

L'**OMS (1995)** est pour l'utilisation d'une référence internationale. Les raisons avancées sont que dans les populations l'effet des différences ethniques sur la croissance des jeunes enfants est faible en comparaison avec les effets de l'environnement et il devrait donc être possible d'établir une norme qui représente le potentiel de croissance de l'ensemble des enfants. Il est admis qu'il peut y avoir quelques différences entre les groupes ethniques, tout comme il existe des différences génétiques entre les individus. De plus, l'élaboration de valeurs de référence nationales statistiquement valides est coûteuse et souvent en proie à des problèmes logistiques et de ce fait la mise en place de ces valeurs n'est pas une priorité urgente.

De nombreux auteurs sont pour l'utilisation de courbes locales pour l'évaluation de la croissance et l'état nutritionnel des enfants et des adolescents.

Selon **Chauliac et Masse-Raimbault (1989)**, toutes les études anthropométriques ont montré que le poids ou la taille d'enfants et d'adultes, de même âge et de même sexe vivant dans divers pays, ayant des conditions de vie et une origine génétique différentes, est très variable. Ceci est confirmé par la synthèse faite par **Eveleth et Tanner (1990)**. Ces auteurs ont collecté des données sur la croissance des enfants et adolescents dans différents pays des différents continents. Ils ont trouvé que la différence de taille des sujets des pays européens peut aller jusqu'à 9 cm pour des études menées entre 1980 et 1989.

**Masse (1977)**, **Deschamps (1985)**, **Falkner (1985)**, **Pierson et coll. (1993)** et **Bodzsar (2000)** affirment que l'utilisation des courbes de croissance en pédiatrie suppose l'existence d'un bon standard, approprié pour la population dont l'enfant est issu puisque les données de croissance dépendent de l'environnement. Des valeurs de référence établies dans un groupe donné d'un pays donné, ne sont pas forcément pertinentes pour évaluer la croissance d'un autre groupe, dans le même pays ou dans un pays différent. Il est possible que les enfants d'une autre culture soient évalués un peu injustement par un instrument ne dérivant pas de leur société [**Marlow et coll., 1976**]. **Chauliac et Masse-Raimbault (1989)** ont déclaré que les données de référence ne constituent pas un objectif universel. Pour chaque pays, voir pour chaque région, des données de références locales peuvent être établies. L'échantillon doit inclure des enfants souffrant de

malnutrition. Si cette « référence » est fixée ultérieurement comme objectif, une certaine proportion d'enfants malnutris doit être acceptée, sinon l'échantillon exclut les enfants souffrant de malnutrition et il faut disposer d'une référence pour les éliminer. Ou bien, il ne faut prendre que les enfants vivant dans de bonnes conditions, ce qui représente une part d'arbitraire. D'après **Falkner (1985)**, des échantillons privilégiés issus de la population sont utilisés, mais ceci pose des erreurs potentielles, de tels échantillons peuvent différer génétiquement d'échantillons moins privilégiés de la population.

D'après **WHO Working Group (1986)**, il y a des circonstances pour lesquelles l'utilisation d'une référence internationale est jugée inadaptée et les références locales sont préférées. Ceux qui sont concernés par la planification dans un pays donné peuvent trouver qu'il est inacceptable de fonder leurs cibles sur les caractéristiques d'une population étrangère. La sélection de sujets malnutris dans les pays du tiers monde ne peut se faire avec succès qu'en utilisant des courbes de référence locales. Les éléments génétique et écologique ainsi que leur interaction mutuelle doivent être pris en compte dans la construction des références de croissance [**Van Loon et coll., 1986**]. Pour **Waterlow et coll. (1977)**, si une référence dérivée d'un pays industrialisé ne peut être appliquée dans un autre pays dont la population a des origines génétique et environnementale différentes, deux possibilités sont à envisager. La première est de construire des courbes locales, mais cette tâche présente des difficultés. L'autre possibilité est que dans chaque pays ou région, les responsables réalisent des ajustements arbitraires et temporaires à partir de la référence internationale.

D'après **Cole (1993)**, lorsque des comparaisons sont nécessaires, une référence internationale doit être utilisée alors que si des décisions cliniques sont nécessaires, une référence locale est plus appropriée. La plupart des pays industrialisés ont développé leurs propres références utilisées comme des références locales pour des buts cliniques.

Plusieurs auteurs [**Masse, 1977 ; Deschamps, 1985 ; WHO Working Group, 1986 ; Chauliac et Masse-Rimbault, 1989 ; Sullivan, 1991 ; Pierson et coll., 1993 ; Cole, 2004**] estiment que si des références locales sont utilisées, elles doivent être mises à jour très fréquemment. Les raisons avancées sont l'évolution des méthodes et la modification de la distribution des paramètres dans la population. C'est le cas de l'accélération séculaire de la croissance, que connaît l'humanité entière (depuis le milieu du 19<sup>ème</sup> siècle) qui se produit lentement et à la limite du mesurable dans les pays industrialisés ; de façon encore très sensible dans les pays en développement. Des valeurs de référence établies il y a 15 ou 20 ans risquent donc d'être obsolètes. L'actualisation ne doit se faire sur les courbes IMC [**Cole, 2004**]. La tendance séculaire change la distribution de l'IMC vers le haut. Actualiser la courbe fait déplacer



les centiles vers le haut ce qui réduit artificiellement la prévalence du surpoids et de l'obésité et la met en contradiction avec les prévalences précédentes.

#### **4. QUELQUES EXEMPLES DE REFERENCES LOCALES ET INTERNATIONALES**

##### **4.1. Références locales**

La majorité des pays développés et quelques pays en développement ont établi leurs propres courbes de référence.

##### **4.1.1. Références locales de quelques pays arabes**

Comme exemple de pays arabes ayant réalisé leurs courbes de référence pour le suivi de la croissance des enfants et des adolescents, nous citons l'Arabie Saoudite, les Emirats Arabes unis et le Qatar.

##### *a/ Courbes de croissance des enfants et adolescents saoudiens*

Ces références ont été conçues par **El-Mouzan et coll. (2007)**. Elles sont basées sur un échantillon transversal représentatif des enfants et adolescents saoudiens en bonne santé de la naissance à l'âge de 18 ans. L'enquête, étalée sur deux ans (2004 – 2005), est réalisée au niveau des ménages. Elle a concerné la mesure du poids, de la longueur/taille et de la circonférence crânienne. Le traitement des données pour la construction des courbes de croissance a fait appel à la méthode Lambda Mu Sigma (LMS) dite de **Cole et Green (1992)**.

L'étude a touché 35 279 enfants et adolescents (49,3 % de sexe féminin). Neufs courbes percentiles ont été tracées (du 3<sup>ème</sup> au 97<sup>ème</sup>) pour le poids, la taille et la circonférence crânienne. A 18,9 ans, le poids et la taille des filles et des garçons ont été respectivement de 55,5 kg et 65,13 kg et de 156,75 cm et 169,35 cm [Cf. Tab. 1 et 2, annexe 1].

Les données de cette enquête ont été utilisées par **Al Herbish et coll. (2009)** pour la construction des courbes de corpulence pour la même tranche d'âge (0-18 ans). En Arabie Saoudite, aucune courbe de référence d'IMC n'existait avant. Ces données ont été utilisées pour construire les mêmes courbes percentiles que pour le poids et la taille. A 18,9 ans, les valeurs d'IMC des filles et des garçons ont été respectivement de 22,14 kg/m<sup>2</sup> et 21,68 kg/m<sup>2</sup> [Cf. Tab. 1 et 2, annexe 1].

##### *b/ Courbes de croissance nationales pour les Emirats Arabes Unis*

La construction de ces références, par **Abdulrazzaq et coll. (2008)**, s'est basée sur un échantillon représentatif des enfants et adolescents émiratis âgés de 0 à 18 ans. L'étude s'est déroulée entre 1991 et 1992. Pour la population dont l'âge est inférieur à 6 ans, l'échantillon a été recruté au niveau des hôpitaux (nouveau-nés), les centres de vaccination (6 à 18 mois) et les

crèches et jardins d'enfants (2 à 5 ans). La tranche d'âge supérieure a été recrutée au niveau des établissements scolaires. La population scolarisée (6-18 ans) représente 92,5 %.

Une population de 20 494 sujets (47,3 % de filles) a été pesée et toisée. La méthode LMS a été utilisée pour la construction de sept courbes percentiles (du 3<sup>ème</sup> au 97<sup>ème</sup>) du poids, taille et IMC.

A 18 ans, la taille des filles est de 156,44 cm et celle des garçons 165,28 cm. Le poids est de 53,55 kg et 62,76 kg respectivement chez les filles et les garçons. Les valeurs d'IMC, à 18 ans, sont 21,79kg/m<sup>2</sup> chez les filles et 21,71 kg/m<sup>2</sup> chez les garçons [Cf. Tab. 3, annexe 1].

*c/ Courbes de croissance des enfants et adolescents qataris âgés de 6 à 18 ans*

L'étude réalisée par **Bener et Kamal (2005)** a concerné un échantillon représentatif d'enfants et adolescents qataris âgés entre 6 et 18 ans. L'enquête a été menée entre septembre 2003 et mai 2004. Les mesures anthropométriques incluses dans l'étude sont le poids et la taille. Les six courbes percentiles (du 5<sup>ème</sup> au 97<sup>ème</sup>) de croissance et de corpulence ont été tracées à l'aide du logiciel LMS.

L'étude a inclus 7 442 élèves dont 49,7 % de sexe féminin. A 18 ans, les valeurs du poids, la taille et l'IMC des filles sont respectivement de 53,8 kg, 158,7 cm et 20,7 kg/m<sup>2</sup>. Chez les garçons, les valeurs sont de 62,0 kg, 170,0 cm et 21,9 kg/m<sup>2</sup> respectivement pour le poids, la taille et l'IMC [Cf. Tab. 4, annexe 1].

4.1.2. Références locales de quelques pays européens

Nous présenterons les références établies dans certains pays de la rive Sud de la Méditerranée.

*a/ Etude longitudinale sur la croissance de l'enfant français*

Les références du poids et de la taille utilisées en France sont celles de Sempé et Pédrón établies entre 1953 et 1974. Les références de l'IMC sont celles de **Rolland-Cachera** et ses collaborateurs publiées en 1982, établies sur la même population que celle de Sempé et Pédrón.

L'étude longitudinale avait pour caractéristique de s'être adressée au même groupe de sujets depuis leur naissance et jusqu'à la fin de leur adolescence. Les enfants de l'échantillon sont tous de père et de mère de nationalité française, d'apparence normale à la naissance, sans malformation visible et dont le poids de naissance se situe entre 2,5 kg et 4 kg. Le lieu de l'enquête était Paris ou sa proche banlieue Sud [**Sempé et coll., 1979**]. Les sujets ont été recrutés au hasard, quels que soient le rang qu'ils occupent dans la famille et le milieu social et familial auquel ils appartiennent. Une enquête a été réalisée au domicile des sujets sur : la profession du chef de famille et son niveau d'instruction, la source du revenu principal, le confort du logement et l'aspect du quartier habité [**Pernot-Roy, 1959**].

Dix-sept mesures anthropométriques dont le poids et la taille ont été prises. L'enquête a inclus aussi l'étude de la maturation dentaire, maturation sexuelle secondaire et maturation osseuse [Sempé et coll., 1979]. Les mesures ont été réalisées avec le même matériel, les mêmes opérateurs et les sujets ont été pesés (pas à des heures fixes) nus ou à peine vêtus [Pernot-Roy, 1959].

A 18 ans, le poids et la taille des filles et des garçons a été respectivement de 52,8 kg et 63,3 kg et de 163,2 cm et 174,5 cm [Cf. Tab. 5, annexe 1].

A partir des données longitudinales, **Rolland-Cachera et coll. (1982)** ont élaboré les courbes percentiles de l'IMC. En 1991, de nouvelles courbes ont été proposées : l'échantillon a été augmenté et le tracé des courbes a été effectué à l'aide de la méthode LMS. Les courbes ont été présentées en percentiles (du 3<sup>ème</sup> au 97<sup>ème</sup>). Ces courbes de corpulence permettent de définir les zones d'insuffisance pondérale (<3<sup>ème</sup> percentile), de normalité (3<sup>ème</sup> – 97<sup>ème</sup> percentile) et de surpoids obésité incluse (> 97<sup>ème</sup> percentile) [Rolland-Cachera et coll., 1991]. A 18 ans, les valeurs médianes de l'IMC chez les filles et les garçons ont été respectivement de 20,8 kg/m<sup>2</sup> et 20,44 kg/m<sup>2</sup> [Cf. Tab. 5, annexe 1].

*b/ Courbes italiennes transversales de croissance pour le poids, taille, IMC (6–20 ans)*

La construction des courbes de poids, taille et IMC, par **Cacciari et coll. (2002)**, est basée sur une étude transversale menée entre 1994 et 2000 au sein des établissements scolaires dans 16 sur 20 régions de l'Italie. Au total, 27 421 filles et 27 374 garçons, âgés de 6 à 20 ans ont été inclus dans l'étude. La méthode LMS a été utilisée pour la construction des courbes percentiles proposées séparément pour les régions Sud et Centre-Nord de l'Italie.

Pour la région Sud, les filles ont présenté un poids, une taille et un IMC médians respectifs de 56,2 kg, 160,8 cm et 21,8 kg/m<sup>2</sup> à l'âge de 18 ans. Pour les garçons, ces valeurs sont 67,9 kg, 173,8 cm et 22,9 kg/m<sup>2</sup> [Cf. Tab. 6, annexe 1].

*c/ Valeurs de taille, poids, IMC de la naissance à l'âge adulte en Espagne*

Entre 2000 et 2004, une étude transversale a été menée en Espagne par **Carrascosa Lezcano et coll. (2008)** pour la conception des courbes de référence de poids, taille et IMC. La population enquêtée a été de 32 064 sujets dont 15 457 étaient de sexe féminin. L'enquête a concerné la tranche d'âge 0 – 24 ans. Tous les recrutés étaient des caucasiens sains et leurs parents d'origine espagnole. La méthode LMS a été utilisée pour la construction de treize courbes percentiles de référence (du 2<sup>ème</sup> au 98<sup>ème</sup>).

A 18 ans, les valeurs du poids, taille et IMC étaient respectivement de 57,1 kg, 163,0 cm et 21,4 kg/m<sup>2</sup> chez les filles et de 69,0 kg, 175,5 cm et 22,1 kg/m<sup>2</sup> chez les garçons [Cf. Tab. 7, annexe 1].

*d/ Taille, poids, IMC des enfants grecques (0–18 ans)*

**Chiotis et coll. (2003)** ont établi les courbes de poids et taille pour les enfants et adolescents grecques âgés entre 0 et 18 ans. L'étude a été menée dans la région d'Athènes entre 2000 et 2001 et a touché 9 797 sujets (dont 4 868 filles), avec une répartition équilibrée aux différents âges (environ 300 personnes par an et par sexe). Les sujets âgés de moins de 6 ans ont été recrutés au niveau des hôpitaux, des cliniques privées et des pépinières alors que ceux dont l'âge varie de 5 ans et demi à 18 ans, ils ont été recrutés au niveau des établissements scolaires. Les courbes percentiles déterminés étaient au nombre de huit (du 3<sup>ème</sup> au 97<sup>ème</sup>).

A 18 ans, les valeurs médianes du poids et de la taille des filles étaient respectivement de 55,6 kg et 160,7 cm. Pour les garçons, ces valeurs étaient respectivement de 62,9 kg, 174,1 cm [Cf. Tab. 8, annexe 1].

L'étude pour la construction des courbes d'IMC réalisée par **Chiotis et coll. (2004)** s'est basée sur les données de **Chiotis et coll. (2003)**. Les percentiles développés ont été au nombre de huit (du 3<sup>ème</sup> au 97<sup>ème</sup>). A 18 ans, les valeurs médianes de l'IMC des filles et des garçons sont respectivement de 21,56 kg/m<sup>2</sup> et 20,51 kg/m<sup>2</sup> [Cf. Tab. 8, annexe 1].

## **4.2. Références internationales**

### 4.2.1. Référence de croissance de l'OMS pour les enfants d'âge scolaire et les adolescents

En 1978, l'OMS a recommandé l'utilisation des données du NCHS comme références internationales car elles répondaient aux critères de sélection fixés par des spécialistes regroupés par l'OMS [**WHO, 1978**]. Les données du NCHS ont été obtenues suite aux recommandations de l'académie Nationale des Sciences des Etats Unis d'Amérique d'élaborer de nouvelles courbes de croissance, en remplacement à celles de Harvard [**Hamill et coll., 1977**]. Les courbes obtenues ont été composées de deux séries de courbes. La première est basée sur les mesures collectées par une étude longitudinale englobant P/A, T/A, P/T et périmètre crânien par âge et par sexe des enfants âgés de 0 à 36 mois [**Dibley et coll., 1987**]. Les données ont porté sur des enfants en bonne santé issus de familles de classe moyenne. Les données des jumeaux et des enfants à petits poids à la naissance ont été retenues [**Hamill et coll., 1977**]. La deuxième série (2 à 18 ans) était transversale et avait concerné le P/A, T/A et P/T par sexe [**Dibley et coll., 1987**].

Un examen des références NCHS, commencé par l'OMS en 1991, a permis de conclure que ces données ne représentaient pas suffisamment bien la croissance au cours de la petite enfance et que de nouvelles courbes étaient nécessaires [**De Onis et coll., 2004a**]. Les références NCHS ont été développées sur la base de données collectées dans un seul pays, présentant une distribution asymétrique des rapports P/A et P/T en faveur de valeurs élevées et une disjonction

importante dans la courbe de taille entre les courbes de taille couchée et debout [Wang et coll., 2006].

Pour remédier à ces critiques, l'OMS a entrepris une étude multicentrique sur les valeurs de référence pour la croissance (ou Multicentre Growth Reference Study ou MGRS) entre 1997 et 2003 afin d'établir de nouvelles courbes permettant d'évaluer la croissance et le développement des enfants du monde entier [De Onis et coll., 2004a]. La MGRS regroupait un suivi longitudinal depuis la naissance jusqu'à l'âge de 24 mois et une enquête transversale chez les 18 à 71 mois [WHO, 2006]. Les données ont été collectées pour des nourrissons allaités au sein et jeunes enfants en bonne santé ayant des origines ethniques (Brésil, États-Unis d'Amérique, Ghana, Inde, Norvège et Oman) et des environnements culturels très divers [De Onis et coll., 2004a]. Les enfants nés à terme avec un faible poids à la naissance (<2 500 g) n'ont pas été exclus de l'échantillon [WHO, 2006]. Les mesures anthropométriques concernées sont : poids, longueur, taille, périmètre crânien, périmètre brachial, plis cutanés tricipital et sous-scapulaire. Les mesures anthropométriques ont été réalisées par des enquêteurs entraînés, ayant participé à des sessions de standardisation [De Onis et coll., 2004b]. La taille de l'échantillon global est de 8 440 enfants dont 34 exclus en raison de pathologies affectant la croissance. Le LMS a été utilisé pour l'exclusion des valeurs extrêmes (+3 ET et -3 ET) pour les indices P/T ou P/taille couchée [WHO, 2006].

Suite à cette étude, une réunion d'un groupe d'experts de l'OMS, s'est tenue en 2006 et avait pour objectif d'évaluer la possibilité d'établir une référence de croissance internationale unique pour les enfants et les adolescents [De Onis et coll., 2007]. Ces experts ont convenu qu'une étude multicentrique, semblable à celle qui a conduit aux normes OMS (pour les 0 – 5 ans), ne serait pas faisable pour les enfants plus âgés, étant donné qu'il ne serait pas possible d'avoir prise sur les variations de leur environnement [Butte et coll. 2007]. Par conséquent, les experts ont suggéré de construire une référence de croissance pour ce groupe d'âge en utilisant les données existantes, celles du NCHS/OMS de 1978.

A 18 ans, les valeurs médianes de la taille et de l'IMC ont été de 163,1 cm et 21,3 kg/m<sup>2</sup> 176,1 cm et 21,7 kg/m<sup>2</sup> respectivement chez les filles et les garçons. Les valeurs médianes du poids (déterminées jusqu'à l'âge de 10 ans) ont été de 31,9 kg chez les filles et 31,2 kg chez les garçons.

#### 4.2.2. Seuils de surpoids, obésité et minceur de l'International Obesity Task Force

L'International Obesity Task Force (IOTF) a élaboré en 2000 des courbes de corpulence pour l'estimation de la malnutrition par excès. Ces courbes sont basées sur un concept différent de celui utilisé dans les différentes références nationales et internationales qui est de fixer des

seuils basés sur des distributions statistiques. L'IOTF a eu une démarche originale pour déterminer un critère de choix des valeurs de la distribution pouvant définir des seuils, autre qu'un choix arbitraire de percentiles [Cole et coll., 2000]. Le surpoids et l'obésité chez l'enfant n'ont pas de morbidité clairement définie, ni de mortalité immédiate permettant de choisir un seuil arbitraire à partir de percentiles dans une population considérée comme « saine » [Thompson et coll., 2007 ; Skinner et coll., 2009]. Pour ces courbes, il a été considéré que le risque principal associé au surpoids ou à l'obésité infantile était de présenter un surpoids et/ou une obésité à l'âge adulte. Les valeurs de référence ont donc été déterminées à partir des courbes de croissance atteignant à l'âge de 18 ans, un IMC égal à 25 kg/m<sup>2</sup> pour le surpoids et un IMC égal à 30 kg/m<sup>2</sup> pour l'obésité. Ces courbes ont été élaborées en utilisant des données recueillies sur 192 727 sujets dans six pays (Brésil : 31 806, Grande Bretagne : 32 222, Hong Kong : 23 965, Pays-Bas : 41 766, Singapour : 33 972 et États-Unis : 28 996) [Cole et coll., 2000].

En 2007, la même procédure a été utilisée par **Cole et coll.** pour tracer les percentiles de la minceur avec ces trois degrés (IOTF-18,5, -17 et -16) en se basant sur le même échantillon des six pays. En 2012, **Cole et Lobstein** ont exprimé les seuils de l'IOTF du surpoids, obésité et les différents degrés de minceur en centile et Z-score.

D'après **Rolland-Cachera (2011)**, l'avantage des courbes IOTF est qu'elles sont basées sur des échantillons internationaux et construites pour coïncider avec les seuils de surpoids et d'obésité établis en relation avec le taux de mortalité à l'âge adulte.

**Chinn et Rona (2002)** ont cité quatre objections à l'utilisation des courbes de corpulence de l'IOTF :

- Les Z-scores de l'IMC ne sont pas mentionnés ;
- Aucun seuil définissant l'insuffisance pondérale et l'obésité sévère n'est présenté ;
- Sous- ou surestimation du surpoids par rapport aux définitions nationales ;
- Pas de données pour les enfants de moins de 2 ans.

Les deux premières objections ont été revues.

## **5. COURBES ALGERIENNES DE CROISSANCE**

En Algérie, nous ne disposons pas de références locales recommandées par les autorités pour l'évaluation de la croissance des enfants et des adolescents.

### **5.1. Croissance des algériens de l'Aurès de l'enfance à l'âge adulte**

Cette étude a été considérée par **Chamla et Demoulin (1976)** comme étant la première étude publiée décrivant la croissance d'enfants et d'adolescents de deux communes des Aurès : Menaa et Arris (Wilaya de Batna). Cette enquête s'est déroulée dans les chefs-lieux des deux communes considérées comme ayant un niveau socioéconomique plus favorable que les autres

régions de l'Aurès. L'échantillon est composé d'élèves (enfants et adolescents) des deux sexes. Leurs parents appartiennent aux différentes catégories socioprofessionnelles. L'échantillon comprend 780 sujets dont 442 garçons (6 à 18 ans) et 338 filles (6 à 19 ans). Les mesures anthropométriques collectées, entre 1972 et 1974, concernaient le poids, la taille, la hauteur de la taille assise, la longueur du membre inférieur, la longueur de la jambe, le diamètre bicêtre, le diamètre antéro-postérieur du thorax, le diamètre transverse du thorax, la longueur du membre supérieur, le périmètre du thorax, le périmètre de l'abdomen, le périmètre du bras gauche, le périmètre du mollet, l'épaisseur des plis cutanés.

Le traitement des données a permis l'élaboration des courbes du poids et de la taille par sexe avec les seuils +2ET et -2ET. A 18 ans, le poids et la taille des garçons ont été respectivement de 52,53 kg et 165,18 cm et à 17 ans, pour les filles, de 52,06 kg et 154,08 cm [Cf. Tab. 9, annexe 1].

## **5.2. Données biométrique de la population algérienne âgée de 0 à 19 ans**

**Graba (1984)** a réalisé une enquête transversale à l'échelle nationale à travers 31 wilayas, sur 10 039 enfants et adolescents de la naissance à 19 ans. Cette étude s'est déroulée entre 1979 et 1980. La méthode d'échantillonnage consiste à tirer au sort, de chaque wilaya, une daïra, à partir de laquelle deux communes sont tirées : une urbaine et l'autre rurale. Les mesures anthropométriques réalisées sont : le poids, la taille (debout et couchée), le périmètre crânien, le périmètre brachial et le pli cutané tricipital. Le poids des vêtements a été soustrait du poids total. Les enquêteurs étaient au nombre de deux. Un contrôle de la qualité des mesures a été réalisé en présence d'une personne référence.

En parallèle à la prise des mesures anthropométrique, une description du niveau socio-économique (niveau d'instruction, profession, gain mensuel familial, composition de la famille, type d'habitat, lieu de résidence, rang dans la fratrie) a été réalisée.

A 19 ans, les filles et les garçons mesuraient respectivement 154 cm et 165 cm alors que leurs poids étaient de 53,8 kg et 57,0 kg [Cf. Tab. 10, annexe 1]. Aucune différence significative n'a été trouvée entre la taille et le poids des filles des deux types de communes (urbaine et rurale). Ce n'était pas le cas pour les garçons.

## **5.3. Croissance et développement de l'élève algérien**

Cette étude est réalisée par **Dekkar (1986)**. Il s'agit d'une enquête transversale effectuée en 1983. La population cible est constituée des enfants et des adolescents scolarisés âgés de 5 à 20 ans. L'échantillon est composé de 5 604 garçons et 5 356 filles. Cette enquête est menée dans cinq communes urbaines et cinq communes rurales réparties dans cinq wilayas (Alger, Chlef, Tizi ouzou, Batna et Bechar). Toutes les communes urbaines sont le chef-lieu des wilayas

enquêtées. Le sondage est aléatoire en grappe à trois degrés, stratifié selon les strates géoéconomiques, selon l'âge et le sexe. Les enquêteurs ont bénéficié de formations à la prise des mesures anthropométriques avec contrôle de la qualité des mesures. Des informations concernant le niveau socio-économique des élèves (niveau d'instruction et profession des parents, gain mensuel familial, composition de la famille) ont été collectées.

L'auteur a remarqué une accélération de la croissance staturale entre 12 et 14 ans chez les garçons et entre 9 et 10 ans chez les filles. La courbe moyenne du poids des garçons est régulière et en constante augmentation entre 6 et 13 ans. Après cet âge une accélération se produit. La prise de poids est plus importante jusqu'à 18 ans. Pour les filles, la variabilité augmente régulièrement jusqu'à atteindre son maximum à l'âge de 13 ans. La prise de poids se stabilise à l'âge de 18 ans.

Cet auteur a proposé des courbes de poids, de taille, de la masse grasse (déterminée à partir des plis cutanés sous-scapulaire et tricipital) ainsi que 13 autres courbes. Sur ces présentations graphiques figurent la moyenne ainsi que les seuils +2ET et -2ET. A 18 ans, les valeurs moyennes du poids et de la taille ont été de 54,64 kg et 157,46 cm chez les filles et 58,35 kg et 170,61 cm chez les garçons [Cf. Tab. 11, annexe 1].

#### **5.4. Syndrome métabolique chez les adolescents scolarisés de la ville de Constantine**

Cette étude a été réalisée entre mars et avril 2007 par **Benmohammed (2009)**. Elle n'avait pas pour objectif principal la construction de courbes de croissance mais d'estimer la prévalence du syndrome métabolique. Elle comprenait 1 100 adolescents (563 filles), scolarisés dans la ville de Constantine, âgés entre 12 à 18 ans et tirés au sort selon un tirage systématique à trois degrés. L'enquête s'est déroulée au niveau des établissements moyens et secondaires. Une formation des enquêteurs aux prises de mesures anthropométriques et cliniques a été organisée. Les variables anthropométriques collectées ont été : le poids, la taille, tour de taille et tour de hanches.

Le traitement des données a été réalisé à l'aide du logiciel LMS. La procédure suivie pour la construction des courbes de corpulence est identique à celle de l'IOTF (2000). Les courbes obtenues sont celles de l'IMC ainsi que d'autres paramètres tels que tour de taille et tour de hanche. Pour chaque courbe, 21 percentiles ont été proposés (du 3<sup>ème</sup> au 97<sup>ème</sup>).

A 18 ans, les valeurs de l'IMC ont été de 22,003 kg/m<sup>2</sup> chez les filles et 20,776 kg/m<sup>2</sup> chez les garçons [Cf. Tab. 12, annexe 1].



### **5.5. Croissance des enfants de 6 à 17 ans au secteur d'El Kantara à Constantine**

Cette étude a été menée par **Boudjada (2010)** entre novembre 1998 et novembre 2002. Il s'agit d'une étude semi-longitudinale. La population cible est celle âgée de 6 à 17 ans. Les sujets sont des enfants et adolescents scolarisés au niveau du secteur urbain d'El Kantara, le plus grand de Constantine. L'enquête s'est déroulée au niveau de 6 établissements primaires et 3 collèges. Le nombre de filles et de garçons mesurés est de 2 154 et 2 505 respectivement. Les élèves mesurés sont de nationalité algérienne depuis au moins trois générations et habitant Constantine depuis au moins deux générations. Tous les enfants trop petits ou trop grands, prématurés et présentant des anomalies ont été écartés de l'étude.

Un questionnaire socio-économique (niveau d'instruction et profession des parents, taille du ménage et source de revenu) a été renseigné par les parents des élèves. D'après **Boudjada (2010)**, les parents n'ont pas répondu à la question en rapport avec le revenu.

Les mesures anthropométriques réalisées sont : la taille debout, la taille assise, le poids et le périmètre crânien. Les vêtements que portent les enfants ont été notés. Cinq percentiles (du 10<sup>ème</sup> au 90<sup>ème</sup>) ont été proposés pour les courbes de croissance et de corpulence. A 17 ans, les médianes du poids, de la taille et de l'IMC des filles ont été respectivement de 53 kg, 1,6 m, 21,23 kg/m<sup>2</sup>. Chez les garçons, ces valeurs ont été de 58 kg, 1,68 m, 19,818 kg/m<sup>2</sup> [Cf. Tab. 13, annexe1].

**MATERIEL  
ET  
METHODES**

L'objectif principal de notre étude était de :

- Réaliser des courbes de poids, de taille et d'IMC suivant les recommandations de l'OMS pour un échantillon représentatif d'enfants et d'adolescents (âgés de 6 à 18 ans) scolarisés à Constantine.

Nos objectifs secondaires étaient :

- Comparer la croissance et la corpulence de notre échantillon avec d'autres échantillons algériens et populations étrangères ;
- Etudier l'évolution séculaire de la croissance en taille;
- Evaluer la prévalence du retard de croissance, de la minceur, du surpoids et de l'obésité selon les références nationales et internationales.

## **1. MATERIEL**

### **1.1. Population cible**

La population concernée était celle âgée de 6 à 18 ans. Elle représentait une composante de la population sensible aux conditions de la vie. A l'échelle nationale, la taille de la population âgée de 5 à 19 ans était estimée par l'Office National de Statistique [ONS, 2008] à 9 737 632 habitants (28,7 %) soit plus d'un habitant sur quatre.

Concernant la commune de Constantine, la taille de la population, âgée de 5 à 19 ans, était de 111 877 habitants, soit un habitant sur quatre, selon les estimations du 5<sup>ème</sup> Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGPH) [ONS, 2008]. Le sexe ratio était de 0,99 soit autant de masculin (49,7 %) que de féminin (50,3 %) [ONS, 2009]. La majorité de cette population, âgée de 6 à 18 ans, était scolarisée.

Selon l'ONS (2009), la population scolarisée âgée de 6 à 15 ans en 2008 était estimée de 66 590 habitants, soit un taux de scolarisation de 94,5 %. Ce dernier était de 94,1 % pour toute la wilaya de Constantine, occupant la 7<sup>ème</sup> place à l'échelle nationale [ONS, 2008]. L'une des raisons principales d'un taux aussi élevé était que l'état garanti la scolarisation pour toutes les filles et les tous les garçons de 6 à 16 ans [JORADP, 2008].

Pour l'année scolaire 2006-07, les taux estimés de scolarisation [Cf. Annexe 2] dans la commune de Constantine, par âge et par sexe, étaient supérieurs à 90 % [Cf. Tab. 2] sauf pour les âges 16 ans, 17 ans et 18 ans. Pour ces dernières classes, le taux de scolarisation allait en diminuant et était plus faible chez les garçons que chez les filles.

Pour notre étude et compte tenu des taux de scolarisation élevés, nous nous sommes intéressés à cette population scolarisée.

Tableau 2 : Estimation du taux de scolarisation selon l'âge et le sexe  
Commune Constantine – 2006/07

Age (ans)	Filles			Garçons		
	Scolarisables <sup>a</sup>	Scolarisées <sup>b</sup>	Taux de scolarisation	Scolarisables <sup>a</sup>	Scolarisés <sup>b</sup>	Taux de scolarisation
6	3 436	3 237	94,2	3 552	3 372	94,9
7	3 368	3 140	93,2	3 478	3 307	95,1
8	3 299	3 151	95,5	3 401	3 211	94,4
9	3 344	3 185	95,2	3 489	3 349	96,0
10	3 632	3 454	95,1	3 786	3 531	93,3
11	3 852	3 642	94,5	4 009	3 779	94,3
12	4 026	3 737	92,8	4 186	3 868	92,4
13	4 165	4 011	96,3	4 327	4 031	93,17
14	4 279	3 885	90,8	4 441	4 219	95,0
15	4 377	4 078	93,2	4 542	4 089	90,0
16	4 467	3 626	81,2	4 634	2 914	62,9
17	4 556	3 166	69,5	4 725	2 283	48,3
18	4 641	2 100	45,3	4 813	1 389	28,9

<sup>a</sup> Calculés sur la base des données de l'ONS projection 2000 – 2030

<sup>b</sup> Direction de l'Education Nationale, 2007. W. de Constantine. Données non publiées

## 1.2. Population d'étude

La population d'étude était celle scolarisée durant les deux années scolaires 2007-08 et 2008-09, âgée de 6 à 18 ans, dans la commune de Constantine [Cf. Annexe 3].

Les raisons du choix de cette population étaient :

- Un taux de scolarisation élevé [ONS, 2008, Cf. Tab. 2].
- Les établissements scolaires représentent un lieu favorable (faisabilité) pour réaliser l'étude avec principalement l'existence d'une base de sondage (listes des établissements scolaires pour les trois cycles avec les effectifs par âge et sexe).
- Les établissements scolaires sont un lieu où toutes les catégories socioéconomiques sont représentées ;

La répartition de la population scolarisée par cycle au niveau de la wilaya et la commune de Constantine en 2008 est présentée par la figure 1. Nous remarquons que plus de 45 % des élèves des cycles moyen et secondaire sont scolarisés dans les établissements de la commune de Constantine (45,2 % et 51,5 % respectivement).

Plus de 42 % des établissements de la wilaya de Constantine se trouvent au niveau de la commune.

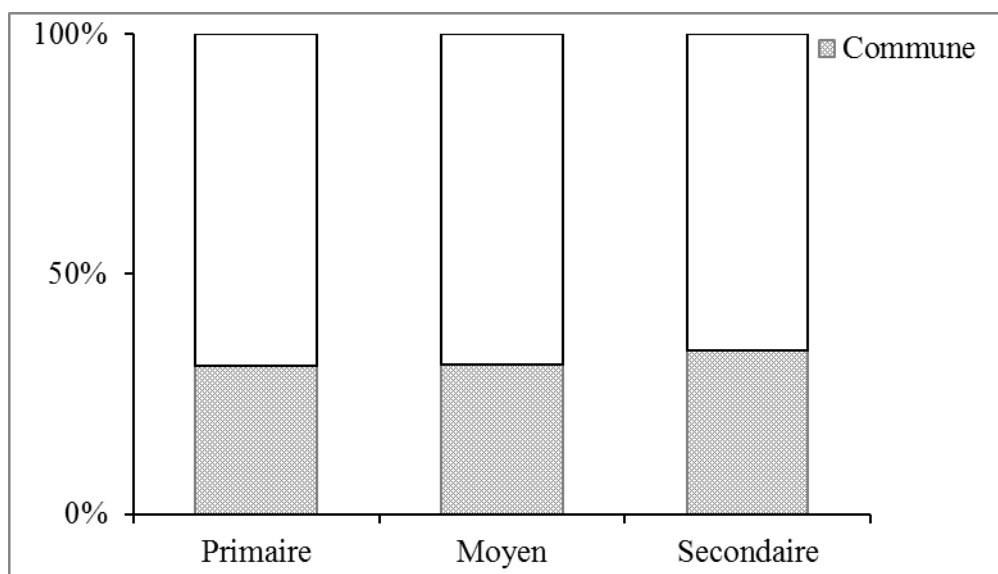


Figure 1 : Pourcentage (%) de la population scolarisée par cycle dans la commune de Constantine par rapport à celle de la wilaya de Constantine [DPAT, 2008]

La répartition de la population scolarisée en 2008 par âge et selon le sexe [Cf. Tab. 3] a montré un sexe ratio en faveur du sexe féminin seulement pour les âges 16, 17 et 18 ans.

Tableau 3 : Répartition des élèves scolarisés selon l'âge et le sexe  
Commune Constantine – 2006/07\*

Age (ans)	Filles	Garçons	Total	Sexe ratio
6	3 237	3 372	6 609	1,0
7	3 140	3 307	6 447	1,1
8	3 151	3 211	6 362	1,0
9	3 185	3 349	6 534	1,1
10	3 454	3 531	6 985	1,0
11	3 642	3 779	7 421	1,0
12	3 737	3 868	7 605	1,0
13	4 011	4 031	8 042	1,0
14	3 885	4 219	8 104	1,1
15	4 078	4 089	8 167	1,0
16	3 626	2 914	6 540	0,8
17	3 166	2 283	5 449	0,7
18	2 100	1 389	3 489	0,7

\*Direction de l'Education Nationale. W. de Constantine. Données non publiées

### 1.3. Unité d'observation

L'unité d'observation était l'élève. Les critères d'inclusion dans la population d'étude étaient les suivants :

- Tout élève masculin ou féminin ;
- Age compris entre 6 et 18 ans ;
- Elève inscrit dans l'un des trois cycles primaire, moyen ou secondaire ;

- Elève résidant dans la commune de Constantine.

Les critères d'exclusion sont :

- Elève souffrant d'une pathologie pouvant affecter sa croissance (maladie cœliaque, insuffisance rénale, cardiopathie, asthme, anémie) ;
- Elève ayant une date de naissance notifiée « par jugement ».

## **2. METHODES**

La figure 2 présente le calendrier de réalisation des différentes étapes de l'étude pour aboutir à la confection des courbes de croissance.

Pour la réalisation des courbes de croissance, notre étude a adopté la démarche telle que recommandée par **Waterlow et coll. (1977)** et reprise par l'**OMS (1995)** [Cf. Encadré 1]. Pour la réalisation de l'enquête au niveau des établissements scolaires, des démarches étaient entreprises pour les autorisations d'accès [Cf. Annexe 4] auprès du responsable de la direction de l'Education Nationale de la wilaya de Constantine (ENWC).

*Encadré 1 : Recommandations pour la réalisation de courbes de croissance*  
**Waterlow et coll. (1977) et OMS (1995)**

- Les mesures doivent porter sur une population bien nourrie.
- L'échantillon doit être de type transversal dans la mesure où les comparaisons seront aussi de nature transversale.
- L'échantillon doit comporter au moins 200 sujets de chaque classe d'âge et pour chacun des sexes.
- Les mesures anthropométriques doivent être prises avec soin et enregistrées par des observateurs formés aux techniques anthropométriques, utilisant un matériel testé et régulièrement étalonné.
- Les mesures prises sur l'échantillon doivent inclure toutes les variables anthropométriques utilisées dans l'évaluation de l'état nutritionnel.
- Le protocole d'échantillonnage doit être bien défini et reproductible.
- Les données, ayant servi à dresser les tables et à construire les graphes, doivent être mises à la disposition de toute personne qui souhaite les utiliser et les procédures utilisées pour établir les courbes et les tables doivent être bien décrites et argumentées.

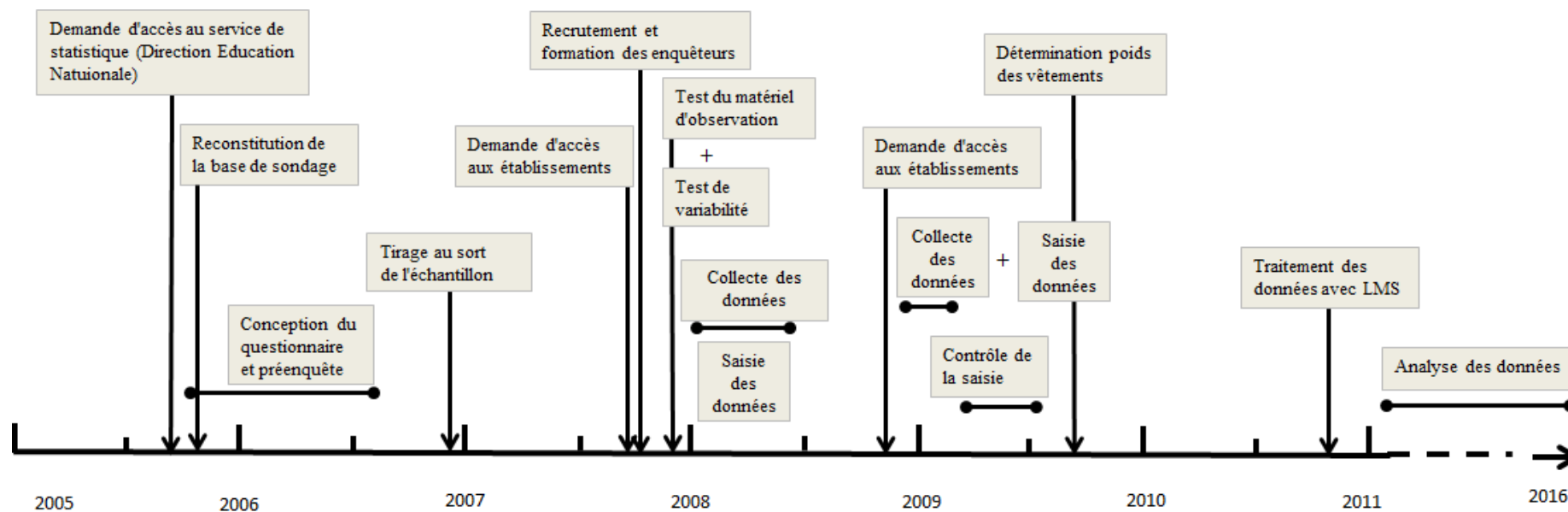


Figure 2 : Planning de l'étude sur les courbes de croissance (6-18 ans) – Constantine 2009

## **2.1. Type d'étude**

Notre étude était partielle, de type transversal à visée descriptive. Cette approche consistait à examiner une population définie, à un moment précis [Hercberg et Galan, 1985]. Ce type d'étude était limité dans le temps, moins coûteux, nécessitant un personnel réduit et ses résultats étaient rapidement exploitables [Tanner, 1986]. Par rapport aux études longitudinales, seules les études transversales étaient justifiées lorsqu'il s'agit d'établir des courbes de référence pour la taille ou le poids. Pour ce type d'étude, les enfants et adolescents des deux sexes et de différents âges étaient pesés et mesurés une seule fois au même moment.

## **2.2. Echantillonnage**

C'était la phase essentielle qui comportait l'ensemble des opérations amenant à définir la population et les unités statistiques puis à extraire l'échantillon pour la réalisation de l'étude [Ancelle, 2002]. L'objectif des procédures d'extraction d'un échantillon était d'assurer la représentativité de la population qu'il était censé décrire : une image réduite mais fidèle de cette population.

Au cours de la phase d'échantillonnage étaient définies la taille de la population, la base de sondage, la méthode de sondage et le tirage au sort de l'échantillon.

### **2.2.1. Taille de l'échantillon**

La taille de l'échantillon est le plus important facteur affectant la précision des valeurs de référence. Pour la construction des courbes de croissance, la taille de l'échantillon était fixée à au moins 200 sujets par âge et par sexe soit un total d'au moins 5 200 élèves âgés de 6 à 18 ans [Cf. Encadré 1]. Cette taille d'échantillon a été justifiée également par Goldstein (1986), Martorell et Habicht (1986), Frongillo (2004) et Van Buuren (2007).

### **2.2.2. Base de sondage**

La base de sondage représentait un fichier comprenant l'ensemble de la population étudiée lors d'une enquête quantitative et au sein duquel sont prélevées par tirage au sort les unités d'observation à enquêter. Dans notre étude, la base de sondage consistait en une liste des établissements scolaires pour chaque cycle (primaire, moyen et secondaire) comprenant les classes pédagogiques avec les effectifs par sexe et par âge.

Cette liste des établissements a figuré dans le guide scolaire préparé par la Direction de l'ENWC. Il s'agissait d'un document non soumis à la publication, regroupant les informations suivantes, pour chaque commune de la wilaya : listes des établissements par cycle avec adresse, numéro de téléphone, effectifs des élèves par sexe avec leurs totaux, effectifs des bénéficiaires de la cantine et des demi-pensionnaires.



Pour la constitution de notre base de sondage un masque de saisie sur tableur était créé, comprenant pour chaque établissement et par cycle (primaire, moyen et secondaire) les informations suivantes :

- Coordonnées de l'établissement ;
- Effectif total et effectif des filles par classe pédagogique et par âge ;
- Effectifs des élèves d'autres nationalités et des handicapés.

Pour chaque établissement scolaire et par classe pédagogique, sont estimés les effectifs par sexe et par âge.

Pour chaque cycle (primaire, moyen et secondaire), un numéro a été attribué à chaque établissement selon l'ordre de saisie [Cf. Tab. 1-3, Annexe 5].

### 2.2.3. Méthode de sondage

C'est un ensemble de procédures (échantillonnage) qui permettaient l'extraction, d'une population donnée, d'un échantillon représentatif. La méthode d'échantillonnage choisie était, après stratification, celle d'un sondage en grappe à un degré [Ancelle, 2002].

Les strates étaient représentées par les trois cycles : 140 établissements primaires, 56 établissements moyens et 26 établissements secondaires [DPAT, 2008].

La grappe, notre unité d'observation, était représentée par un établissement scolaire (primaire, moyen ou secondaire). Le principe est que, pour chaque grappe tirée au sort, tous les élèves (de l'établissement) étaient observés [Cf. Fig. 3].

### 2.2.4. Tirage au sort

Le nombre d'établissements scolaire, tiré au sort, était celui qui nous permettait d'observer au moins 200 élèves par sexe et par âge (de 6 à 18 ans) [Cf. Encadré 1].

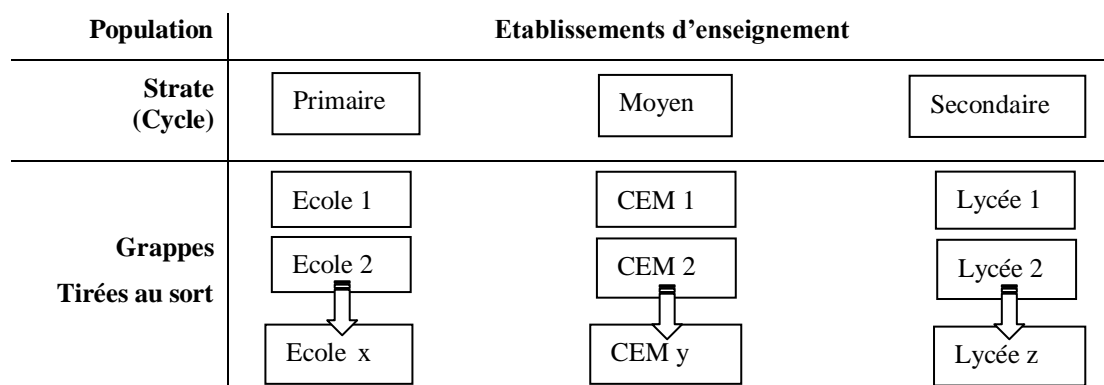


Figure 3 : Sondage stratifié en grappe à un degré –Commune Constantine 2009

Le tirage au sort des établissements scolaires s'est effectué [Fig. 2] au niveau de l'INATAA en présence de deux médecins des Unités de Dépistage et de Suivi (UDS).

*a/ Liste initiale des établissements*

Le tirage au sort des établissements à enquêter par cycle est réalisé à l'aide du programme EpiTable calculateur du logiciel Epi Info version 6 [Dean et coll., 1996]. Dans ce module, nous avons utilisé la fenêtre « Echantillonne » ensuite celle « Liste de nombres au hasard ». Les paramètres affichés étaient : « Etendue minimum des nombres », « Etendue maximum des nombres » et « tirage avec remise » [Cf. Tab. 4].

L'« Etendue minimum des nombres » faisait référence au nombre de chiffre à tirer. Dans notre enquête, l'« étendue maximum des nombres » correspondait aux nombres des établissements primaires, moyens et secondaires dans la commune de Constantine. Le chiffre de l'étendue maximum était remplacé par 140, 56 ou 26, respectivement pour le nombre des écoles, Collèges d'enseignement moyen (CEM) et lycées. L'option « avec remise » consistait à remettre le numéro de l'établissement tiré dans la base de sondage afin qu'à chaque tirage, tous les établissements figurant sur la liste (base de sondage) avaient la même probabilité d'être tirés. En fixant ces paramètres, nous avons obtenu les numéros des établissements participant à l'étude.

Tableau 4 : Paramètres standards et fixés lors du tirage au sort

Commande d'EpiInfo	Paramètres standards d'EpiInfo	Paramètres fixés lors du tirage au sort
Combien de nombre	100	1
Étendue minimum des nombres	0	1
Étendue maximum des nombres	100	140 (Ecoles) 56 (CEM) 26 (Lycées)

Parallèlement à l'opération de tirage au sort réalisée par cycle, nous avons effectué sur un tableur, une sommation des effectifs (par âge et selon le sexe) des élèves de l'établissement tiré au sort avec ceux des établissements obtenus par les tirages précédents.

L'opération d'échantillonnage a pris fin lorsque les effectifs par âge et selon le sexe étaient d'au moins 200 sujets.

*b/ Liste supplémentaire des établissements*

Après le tirage au sort des établissements participant à l'enquête, une liste supplémentaire de cinq établissements par cycle a été constituée. Ces établissements ont complété ou remplacé ceux de la première liste en cas de refus d'élèves de participer à l'étude, d'imprévus (fermeture d'établissement, absentéisme), d'élèves écartés à cause de maladies touchant à leur croissance ou dont l'âge était supérieur à 18 ans ou inférieur à 6 ans.

### **2.3. Données recueillies**

Les données étaient recueillies à l'aide de deux questionnaires. Le premier consistait en une fiche anthropométrique regroupant les données nécessaires pour la réalisation des courbes de référence. Le deuxième consistait en un questionnaire regroupant les données socioéconomiques, qui nous ont permis de valider l'échantillon, en les comparant avec celles publiées par l'ONS (2008).

#### 2.3.1. Données anthropométriques

Les données anthropométriques retenues étaient l'âge, le sexe, le poids et la taille. Le matériel anthropométrique (balances et toises) appartient au laboratoire de recherche Alimentation, Nutrition et Santé (ALNUTS) et a été acquis dans le cadre du projet de recherche agréé par l'ANDRS en 2005, intitulé « Anthropométrie des enfants et des adolescents » (numéro de code 01 04 01 01 05). Les données anthropométriques étaient mesurées selon les recommandations de **Gordon et coll. (1988)** reprises par l'OMS (1995). Ces données collectées étaient reportées sur une fiche dite « fiche de mesures anthropométriques » [Cf. Annexe 6]. Sur cette fiche figuraient les items suivants : dates de l'enquête et de naissance, sexe, poids (kg), taille (cm) et remarques. Les données en rapport avec l'identification de l'élève (Etablissement scolaire, classe pédagogique, numéro d'ordre, nom et prénom, date de naissance et sexe) étaient renseignées à partir des listes des élèves préparées par les administrations des établissements. Les renseignements figurants sur cette fiche étaient présentés pour éventuelles corrections (principalement : date de naissance et sexe) aux élèves concernés.

Dans l'item « remarques », était notée toute information concernant le sujet enquêté : pathologie, handicap, type de vêtements portés. Cette dernière information nous a aidé à déterminer le poids moyen des vêtements à retrancher du poids du sujet.

Un tableur était utilisé pour la saisie des données et mesures anthropométriques : création d'une feuille de calcul avec tableau à 10 colonnes. Il s'agissait principalement des données suivantes : date de naissance, date de l'enquête, âge, sexe, poids (kg), taille (cm), type de vêtements portés par l'élève [Cf. Fig. 5].

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1											
2	Etablissement :										
3	Classe : IP1										
4											
5	N°	Code	Initiales	Date naissan	Date enquête	Age	Sex	Weight	Height (cm)		
6	1	AAA1	T R	26/04/2001	26/02/2008	6,836	M	21,3	118,2	PV PUL	
7	2	AAA2	B I	26/06/2001	26/02/2008	6,669	M	21,3	116,4	J PUL	
8	3	AAA3	B R	14/07/2001	26/02/2008	6,620	M	25,0	123,3	PV PUL	
9	4	AAA4	Z T	03/06/2001	26/02/2008	6,732	M	21,5	117,3	PV PUL	
10	5	AAA5	T M	20/01/2002	26/02/2008	6,100	M	20,7	111,1	PV PUL	
11	6	AAA6	R M	09/05/2001	26/02/2008	6,801	M	28,3	130,2	PV PUL	
12	7	AAA7	B W	17/01/2002	26/02/2008	6,108	M	24,5	118,2	J PUL	
13	8	AAA8	C B	29/06/2001	26/02/2008	6,661	M	26,2	118,3	J PUL	
14	9	AAA9	B M	20/12/2001	26/02/2008	6,185	M	28,5	119,4	PV PUL	
15	10	AAA10	G C	09/11/2001	26/02/2008	6,297	M	20,4	114,4	PV PUL	
16	11	AAA11	B A	08/08/2001	26/02/2008	6,552	M	25,1	122,9	PV PUL	
17	12	AAA12	B B	20/10/2001	26/02/2008	6,352	M	25,5	120,0	PV PUL	
18	13	AAA13	H K	12/07/2001	26/02/2008	6,626	F	20,3	114,7	Ju PUL B	
19	14	AAA14	I I K	31/01/2001	26/02/2008	7,069	F	23,9	124,5	Ju PUL D	

Figure 5 : Masque de saisie des données anthropométriques sur tableur (Constantine 2009)

## a/ Date de l'enquête, sexe et date de naissance

Les dates de l'enquête et de naissance ont servi pour le calcul de l'âge. Ces dates étaient notées en jour, mois et année. La date de naissance pouvait être vérifiée auprès de l'élève.

Pour le sexe, il était renseigné à partir des prénoms figurant sur les listes remises par les responsables des établissements. Cette variable pouvait être corrigée par l'élève si nécessaire.

## b/ Poids

▪ Poids de l'élève

Lors de la mesure du poids, l'élève devait se tenir debout immobile au centre du plateau de la balance, son poids réparti également sur ses deux pieds. Le sujet ne devait pas toucher quoi que ce soit d'autre que la balance et ne devait pas être touché par qui que ce soit. Lors de la prise du poids, le sujet devait être pieds nus et être le moins habillé possible. Tricots et vestes ou tout autre vêtement lourd devaient être enlevés ainsi que les objets dans les poches, dans les mains ou les colliers.

Le poids (en kg avec 1 chiffre après la virgule) a été recopié sur la « fiche anthropométriques » après stabilisation du chiffre sur l'écran de la balance.

Le poids était mesuré à l'aide d'un pèse personne électronique de marque SECA 780 [Cf. Fig. 6, acquis par ALNUTS], identique pour chaque enquêteur. C'était un matériel robuste de haute précision. Son alimentation électrique était assurée par 4 piles. Il était formé par une plate-forme de pesage et d'une colonne avec écran à cristaux liquide [Cf. Fig. 6, a]. Cet écran d'affichage était muni de deux touches, l'une pour le démarrage (START) et l'autre pour

basculer entre les unités de poids (kg/lbs/sts) pour la conversion du poids en d'autres unités. La colonne était vissée à la plateforme et lui était connectée à l'aide d'un câble de raccordement. La balance avait une portée de 200 kg avec une précision de  $\pm 0,4\%$ . Pour utiliser ce matériel, il suffisait de le mettre sous tension et d'appuyer sur la touche de démarrage. Lorsque l'affichage indique « 0,0 », la balance pourrait être utilisée.



Figure 6 : Balance SECA 780, (a) Ecran d'affichage

Selon les recommandations de **WHO (1983)**, le matériel utilisé pour la prise des mesures anthropométriques a été contrôlé régulièrement durant toute la période de l'enquête. Pour le contrôle de la balance, un poids étalon de 1 kg et un autre de 0,5 kg ont été utilisés comme suit :

- Mettre la balance sous tension et appuyer sur la touche de démarrage ;
- Lorsque le 0,0 s'affiche, déposer le poids étalon sur le plateau et noter le résultat ;
- Comparer le résultat affiché avec le poids de contrôle.

▪ Poids des vêtements

Peser le sujet nu est possible pendant la petite enfance. A des âges avancés, cette situation pouvait souvent s'avérer impossible. Plusieurs auteurs [**Jelliffe, 1969** ; **Cameron, 2004c, 2004b** ; **Gordon et coll. 1988** ; **Chauliac et Masse-Rimbault, 1989** ; **OMS, 1995** ; **Chumlea et Guo, 2002**] ont suggéré que si le sujet garde ses vêtements, il faut déterminer le poids moyen de ces vêtements pour le soustraire de son poids.

Dans l'impossibilité de peser les élèves nus suivant les recommandations de l'**OMS (1995)**, le poids moyen des vêtements qu'ils portaient, lors des séances de mesure, était estimé. Une liste de tous les types de vêtements était établie avec leurs poids selon l'âge, le sexe et la saison. Ces poids de vêtement ont été saisis selon l'âge et le sexe sur un tableur et le calcul du poids moyen pour chaque vêtement a été effectué.

Pour la pesée des vêtements, une balance SECA 881 (poids 4,7 kg, portée maximale 200 kg, précision de 0,01 g, Cf. Fig. 7) a été utilisée.



Figure 7 : Balance SECA 881

*c/ Taille*

Pour la mesure de la taille (en cm avec 1 chiffre après la virgule), l'élève devait être pieds nus et le moins habillé possible pour que nous puissions observer le positionnement de son corps. Il faut également enlever les parements de tête [**Chauliac et Masse-Rimbault, 1989**].

Le sujet devait se tenir debout sur une surface plane, le poids réparti également sur les deux pieds, talons joints et la tête placée de sorte que la ligne de vision soit perpendiculaire au corps. Les bras pendant librement le long du corps, les fesses et les talons doivent être en contact avec la planche verticale. Il était demandé à l'élève d'inspirer profondément et de rester dans cette position d'extension complète. Le curseur mobile était amené en contact avec le point le plus haut de la tête du sujet, en appuyant suffisamment pour comprimer la chevelure.

Une toise de marque SECA 220 [Cf. Fig. 8] acquise par ALNUTS, a été utilisée. C'était une règle en aluminium graduée munie d'un curseur rabattable conçu en matière synthétique. Cette toise était adaptée au pèse personne SECA 780. Elle était fixée sur la colonne. Elle permettait de transformer le pèse personne en un poste complet de mesure et de pesage. Elle avait une plage de mesure de 60 à 200 cm et une précision de 1 mm. Elle était constituée de deux règles télescopiques graduées. La graduation maximale de la règle à fixer sur la colonne était de 130,5 cm. Pour mesurer, il fallait encliqueter le curseur en position horizontale et le pousser vers le haut ou vers le bas, selon la grandeur de la personne à mesurer.



Figure 8 : Toise SECA 220

Pour le contrôle de la toise, une réglette en bois de 1 m était utilisée. La procédure de vérification était la suivante :

- Déposer la réglette sur le plateau de la balance. La réglette doit être parallèle à la colonne de la balance ;
- Abaisser le curseur de la toise jusqu'à ce qu'il touche le sommet de la réglette ;
- Vérifier que le curseur et la réglette forme un angle droit ;
- Lire la graduation correspondante à la longueur de la réglette ;
- Si le résultat diffère de la longueur réelle de la réglette, la toise est dévissée, réajustée puis revissée sur la colonne de la balance.

### 2.3.2. Questionnaire socioéconomique

Toute étude d'échantillon devait nécessairement s'accompagner d'une description du mode de vie des groupes observés [Masse, 1977], avec l'utilisation d'une méthode de classification sociale et économique dans le souci de comparaisons des caractéristiques de l'échantillon avec la population environnante ou des échantillons étrangers.

Notre questionnaire avait pour objectif de collecter les données socioéconomiques nécessaires à la description des ménages dont étaient issus les élèves et de vérifier si notre échantillon était représentatif de la population cible.

#### *a/ Elaboration du questionnaire*

Certaines questions, telles que le niveau d'éducation et la profession des parents, taille du ménage, étaient choisies après synthèse d'articles en rapport avec la construction de courbes de croissance [Cf. Annexe 7]. La version préliminaire était le résultat de réunions regroupant des médecins de santé scolaire et des nutritionnistes membres du laboratoire de recherche ALNUTS. Au cours de ces réunions, des questions ont été éliminées telles que le revenu de la famille qui représentait une information difficile à obtenir de la part des enfants.

## b/ Test du questionnaire – Pré-enquête

La pré-enquête s'est déroulée en deux étapes. La première, effectuée en mars 2006 lors des travaux de **Bouldjadj (2007)** et **Bechara-Karoune (2007)**, a permis de tester le questionnaire. Des modifications ont été portées. Ces modifications étaient : la réduction de la liste des biens possédés, la suppression d'une question (Es-tu fils ou fille unique ?) dont la réponse s'obtient par une autre question (Nombre total d'enfants).

La deuxième étape a été menée au niveau du lycée H. Boudjenana en décembre 2007. Son objectif était de permettre aux enquêteurs de se familiariser au questionnaire [Cf. Annexe 8 – Questionnaire version française] et d'apporter, si nécessaire, d'autres modifications et suggestions.

La version finale du questionnaire était en arabe (suggestion des enquêteurs). Il se présente sur une seule page [Cf. Annexe 8 – Questionnaire version arabe] et était structurée en deux volets : identification de l'élève (trois questions) et données socioéconomiques (douze questions).

## c/ Codification et saisie des données socioéconomiques

Le logiciel EpiInfo Version 6 [Dean et coll., 1996] était utilisé pour la saisie des données à partir du questionnaire socioéconomique. Un masque de saisie correspondant à la codification des variables et ayant pour extension « .ges » [Cf. Fig. 9] était créé à l'aide du module « Edite ». A partir de ce fichier, des fiches de saisie avec extension « .rec » ont été créées, au fur et à mesure, grâce au module « Saisie ».

```

EPI6.EXE
Programmes  Projet  Tutorats  Exemples  Manuels  Fichier  Edition  Config
F:\INATAA\1.GES
ENQUETE SOCIO-ECONOMIQUE
Etab: <A >
Date Enq: <dd/mm/yyyy>
IDENTIFICATION DE L'ELEVE
Classe Péd: <A >
N Elève: ####
Date Mais: <dd/mm/yyyy>
Sex: <A>
Adresse: ##
Poids(kg): ###.# Taille(cm): ###.#
NIVEAU SOCIO ECONOMIQUE
Description des parents:
NivP: # NivM: #
ProfsP: ## ProfsM: ##
Description du ménage et du lieu d'habitation:
Maison: # Npièce: ##
NPmaison: ## PersAct: ##
NFS: ## OrdFra: ##
Dans le logement familial:
MachLav <Y> ChauffEau: <Y> Ordin: <Y> Internet: <Y> voit: <Y>
2:37
F1-Aide F2-Nouv. F3-Ouvre F4-Ferme F5-Impr. F8-Menu F9-Sauve F10-Quitte

```

Figure 9 : Masque de saisie (.ges) des données socioéconomiques sur EpiInfo Version 6



Le contrôle de la saisie est effectué en fin d'opération à l'aide du logiciel EpiInfo version 2000 et a permis de corriger les éventuelles erreurs de saisie. Ce contrôle a consisté à calculer, grâce au module « analyse data », des fréquences et des moyennes à l'aide des commandes « frequencies » et « means » pour les variables qualitatives et quantitatives respectivement.

### 2.3.3. Enquêteurs

#### *a/ Formation des enquêteurs*

L'enquête sur terrain a nécessité un personnel (enquêteurs) bien formé. La qualité des données obtenues a dépendu de ce personnel. Pour obtenir des données fiables, les enquêteurs devaient connaître et maîtriser les deux questionnaires avec en particulier apprendre à effectuer les mesures anthropométriques avec le souci de la précision et de l'exactitude : présentation et utilisation du matériel anthropométrique ainsi que la procédure de prise de mesure selon les recommandations de **Gordon et coll. (1988)** et de l'**OMS (1995)**. La formation de ces enquêteurs s'est basée sur des séances de standardisation telles que recommandées par **WHO (1983)**.

Les enquêteurs ont été recrutés parmi les membres du laboratoire de recherche ALNUTS et des étudiants en formation en nutrition.

#### *b/ Sélection des enquêteurs*

Après la formation des observateurs, des séances de standardisation étaient programmées pour leur sélection. Pour cette étape, le formateur était considéré comme contrôleur.

L'exercice de standardisation [Cf. Annexe 9] selon **WHO (1983)** consistait à comparer les mesures prises par les observateurs avec celles prises par le contrôleur sur une même population. Cette dernière était mesurée par les observateurs et le contrôleur lors de deux séances successives dans un ordre bien déterminé. Ceci a permis de supprimer les biais qui pouvaient être liés à l'influence de la connaissance des résultats de la première séance sur celles de la deuxième. L'exercice de standardisation n'avait concerné que la variable taille. La variable poids dont la mesure était réalisée à l'aide d'une balance électrique (affichage du résultat directement sur l'écran) n'a pas été introduite dans ce test.

Pour chaque participant, les mesures des deux séances étaient consignées sur des tableaux.

L'interprétation des résultats pour la taille après traitement des données a tenu compte de :

- La somme de la différence entre deux séries de mesures prise par la même personne sur une même population ;

- La somme des carrés de la différence entre les sommes des mesures prises par chacun des observateurs et les sommes de celles prises par le contrôleur sur une même population ;
- Le rapport du plus grand nombre de signes plus (+) ou moins (-) sur la somme des signes plus et moins retrouvés dans la détermination des éléments précédents.

*d/ Tests entre-enquêteurs*

Le souci d'obtenir des données fiables, au cours de l'accomplissement de l'étude, nous avait obligé à la réalisation d'un contrôle périodique de la qualité des mesures anthropométriques obtenues par les enquêtrices. Ce test de variabilité consistait en une comparaison des résultats des mesures prises par chacune des enquêtrices sur une même population.

Des tests de variabilité inter –enquêtrices étaient programmés tout le long de la réalisation de l'enquête et précédant le passage d'un cycle à un autre. L'objectif de ces tests était de vérifier la variabilité entre les deux enquêtrices. Ils présentaient l'intérêt de déceler ou non la présence d'erreurs de mesure et de décider par la suite si des exercices de standardisation étaient nécessaires [de Onis et coll., 2004b].

Les élèves concernés par les tests de variabilité étaient ceux appartenant aux classes de première année primaire, première année moyenne, quatrième année moyenne et troisième année secondaire. Nous avons choisi ces classes car elles correspondaient, respectivement, au début et à la fin des phases de l'enfance [Schaffler et Schmidt, 1998] et l'adolescence [Czernichow et coll., 2000].

Ces tests consistaient à mesurer les mêmes sujets par les enquêteurs sélectionnés. Les mesures ne concernaient que la taille. Chaque enquêtrice mesurait le sujet, en utilisant la même toise, et notait sur un tableau (à trois colonnes) : le numéro d'ordre de passage de l'élève, son sexe et le résultat de la mesure.

Les mesures étaient saisies sur un tableur. Une comparaison des deux moyennes, à l'aide du test de Student ou écart-réduit (en fonction de la taille de l'échantillon), était appliquée.

Si la différence n'est pas significative entre les deux moyennes, avec un risque d'erreur de 5 %, alors il n'y a pas de variabilité entre les deux enquêtrices.

## **2.4. Traitement des données**

Cinq principaux logiciels étaient utilisés lors de la saisie, traitement et analyse des résultats. Il s'agissait de : tableur, EpiInfo (Version 6 : Dean et coll. 1996 ; version 3.3.2. :

**Dean et coll., 2000**), logiciel LMS Chart Maker Pro version 2.3 (The Institute of Child Health, London), WHOAnthroPlus version 1.0.4 [**WHO, 2011**] et R [**R Core Team, 2015**].

#### 2.4.1. Données anthropométriques

Nous avons procédé à une vérification des données à la fin de la saisie. Ce contrôle concernait les données anthropométriques ainsi que la date de naissance et la date de l'enquête.

La vérification consistait à comparer les valeurs figurant sur les fiches anthropométriques avec les données saisies. Nous avons réalisé trois contrôles de la saisie des données.

La liste des classes soumises à la vérification était déterminée par tirage au sort en utilisant le module EPITABLE calculateur dans EpiInfo. Nous avons tiré au sort, en premier, les établissements puis les classes.

##### *a/ Age*

Selon l'**OMS (1995)**, dans la mesure où un grand nombre de mensurations recommandées et de données de référence étaient établies en fonction de l'âge chronologique, il était important que celui-ci soit déterminé avec exactitude, en particulier, chez le très jeune enfant et pendant l'adolescence où la vitesse de croissance est grande.

La variable « âge » est une variable quantitative décimale (trois chiffres après la virgule) exprimée en année. Elle a été calculée avec les variables « date de l'enquête » et « date de naissance ». Sa formule de calcul était :

$$\text{Age (années)} = (\text{date de l'enquête} - \text{date de naissance})/365,25$$

##### *b/ Poids, taille et indice de masse corporelle*

Le poids mesuré des élèves n'était pas utilisé lors du traitement des données. L'estimation du poids net était calculée par la différence entre le poids mesuré de l'élève et le poids moyen des vêtements. Cette variable (poids net) était utilisée pour la construction des courbes de croissance et de corpulence pour les sujets âgés de 6 à 18 ans.

Les variables poids net et taille étaient utilisées pour le calcul de l'IMC. Cet indice était calculé, à l'aide d'un tableur, selon la formule :  $\text{IMC (kg/m}^2\text{)} = \text{poids}/\text{taille}^2$

##### *c/ Lissage des courbes*

###### ▪ Présentation du logiciel LMS

Nous avons choisi la méthode LMS [**Cole et Green, 1992**] également connue sous le nom de méthode de Cole ou Box-Cox normale pour la construction des courbes de croissance et de corpulence (estimer les percentiles) en fonction de l'âge. Cette méthode faisait appel au logiciel LMS Chart Maker Pro version 2.3 (The Institute of Child Health, London) acquis par

ALNUTS. Cette technique permet d'estimer et de lisser plusieurs percentiles à partir de l'ensemble des données anthropométriques brutes [Cole, 1989].

Dans le cas d'une variable normale, la distribution est symétrique et la moyenne et l'écart type suffisent à définir les différents percentiles. Par contre, dans le cas d'une distribution asymétrique, les données devraient être transformées : elles sont donc normalisées par une transformation Box-Cox [Cole et Green, 1992].

Cette méthode suppose une distribution à 3 paramètres [Cole et Green, 1992, Cf. Fig. 10] :

- L (lambda ou  $\lambda$ ), représente le degré de transformation Box Cox nécessaire à chaque âge pour normaliser la distribution. La valeur de  $\lambda$  varie alors pour chaque âge de façon à ce que la distribution, des variables à distribution dissymétrique comme le poids ou l'IMC, devienne gaussienne sur toute l'étendue des observations. Les percentiles sont alors estimés sur les données transformées, après modification de l'échelle originelle de la variable. Les variations de  $\lambda$  traduisent les accélérations et décélérations de croissance ;
- M (mu ou  $\mu$  pour la médiane), représente l'évolution de la tendance centrale ;
- S (sigma ou  $\sigma$ ), représente le coefficient de variation (CV) de la variable. Il permet de prendre en considération les changements de la variation de la variable selon l'âge. Le CV diminue après la naissance, s'accroît jusqu'à la puberté puis chute jusqu'à atteindre sa valeur de départ c'est-à-dire celle à la naissance.

Les valeurs de L, M et S, à un âge particulier, définissent des valeurs de centiles qui peuvent être calculées d'après la formule suivante [Pan et Cole, 2004] :  $C_{100\alpha} = M * [1 + L * S * Z_{\alpha}]^{1/L}$ .

Avec :

- $C_{100\alpha}$  centile correspondant  $Z_{\alpha}$  ;
- L, M et S représentent les valeurs obtenues après traitement final des données ;
- $Z_{\alpha}$  est la valeur critique de niveau  $\alpha$  d'une distribution normale standard.

Les paramètres L, M et S peuvent être utilisés pour convertir les données individuelles en valeurs exactes de Z-score. Ces valeurs peuvent être calculées en utilisant une des deux formules suivantes [Cole et Green, 1992] :

- $Z = [(x-M)/(M*S)]$  pour les variables dont la distribution est symétrique ;
- $Z = [(x/M)^L - 1]/(L*S)$  pour les variables à distribution asymétrique.

La méthode LMS présente donc de nombreux avantages vue qu'elle permet [Cole et Green, 1992] :

- La réduction des erreurs standards pour chaque percentile estimé ;

- L'expression des mesures individuelles par rapport aux standards sous la forme de valeurs Z-scores, qui permettent d'établir des comparaisons entre les différents âges, sexes et populations, quel que soit leur origine ethnique ou géographique ;
- La possibilité de créer pour chacune des variables des références nationales à partir des valeurs médianes et de les comparer avec d'autres références nationales.

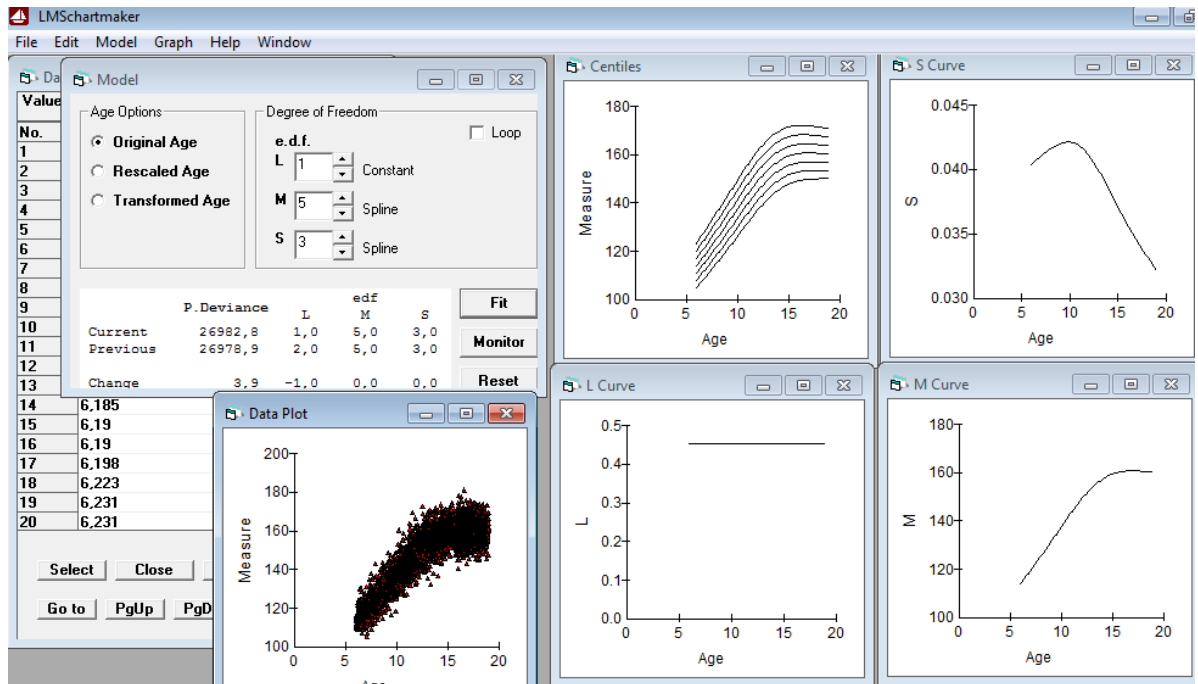


Figure 10 : Traitement des données anthropométriques par le logiciel LMS

Le recours ou non à la méthode LMS, a commencé par l'application des tests de conformité. Ces tests ont permis de vérifier si la distribution des données suit une loi normale (distribution symétrique) :

- Coefficient  $\beta_1$  de Pearson qui sert à mesurer l'asymétrie (ou skewness) d'une distribution. Ce coefficient est sans unité. Si la distribution est symétrique, ce coefficient est égal à zéro. Si elle s'étale vers la gauche, il est négatif et positif si la distribution s'étale vers la droite. Ce coefficient est calculé grâce au package proposé par **Komsta et Novomestky (2015)** pour le logiciel R.
- Coefficient d'aplatissement  $\beta_2$  de Pearson (ou kurtosis) permet d'estimer la planéité d'une distribution. Comme le skewness, le kurtosis est une quantité sans dimension. Le coefficient d'aplatissement de Pearson d'une loi normale (de Gauss) est égal à 3. Si ce coefficient est supérieur à 3, la concentration des valeurs de la série autour de la moyenne est forte et la distribution est pointue (leptocurtique). Lorsqu'il est inférieur à 3, la concentration des valeurs autour de la moyenne est faible et la distribution est

aplatie (platycurtique). Le coefficient d'aplatissement est calculé à l'aide du package proposé par **Komsta et Novomestky (2015)** pour le logiciel R.

- Test de Shapiro –Wilk, utilisé pour tester la normalité d'une distribution, est effectué par le package proposé par **Komsta et Novomestky (2015)**.

- Traitement des données avec le logiciel LMS

Nous avons traité nos données anthropométriques au niveau du Laboratory of Anthropogenetics, Vrije Universiteit Brussel (VUB) sous la direction du Pr. Hauspie.

Une première initiation au logiciel LMS a été programmée en 2008 avec la participation du Dr. Roelants ; le traitement définitif des données et l'obtention des courbes de poids, taille et IMC en fonction de l'âge et du sexe a été réalisé en 2011.

Le traitement des données a suivi les étapes présentées dans l'encadré 2.

*Encadré 2 : Etapes de traitement par LMS de données anthropométriques pour la construction des courbes de référence*

- Importation des données vers le logiciel LMS. Sur ce logiciel sera créé un tableau comportant les colonnes suivantes : âge, sexe, poids, taille, IMC. En cliquant sur la commande « Summary », le logiciel permet de donner un résumé des données : nombre d'enregistrement, intervalle d'âge, intervalle de la mesure, nombre de groupe,... Cette opération constitue un second contrôle des données saisies ;
- Choix de la variable anthropométrique à traiter en fonction de l'âge. Le traitement se fait pour une seule mesure anthropométrique à la fois et par sexe.
- Sélection de « Age option » comprenant trois propositions : « Original age » convient aux courbes simples. « Rescaled age » est approprié quand la courbe de M est monotone c'est-à-dire augmente ou diminue tout au long des classes d'âge (tels que le poids ou la taille). « Transformed age » convient pour les courbes complexes qui augmentent et diminuent à différents moments tel que l'IMC.
- Variation de l'équivalent du degré de liberté (ddl). Le choix du ddl commence par M puis S et enfin L. Le choix doit se faire de sorte que le ddl de M > ddl de S > ddl de L.

Le lissage des courbes est basé sur la modification des ddl et la différence engendrée entre deux ddl successifs. Le nombre de « ddl » approprié est sélectionné tel que décrit par **Pan et Cole (2004)**, basé sur la déviance [**Cole et Green, 1992**], Q-Test [**Royston et Wright, 2000**] et worm plot [**Van Buuren et Fredriks, 2001**]. L'interprétation du Worm plot dépendait de la forme de distribution obtenue.

Les courbes percentiles atteignant les valeurs 30, 25, 18,5, 17 et 16 kg/m<sup>2</sup> à 18 ans ont été choisies comme seuils d'obésité, surpoids et les différents degrés de minceur selon la méthode utilisée par l'IOTF [Cole et coll., 2000] et Cole et coll. (2007).

#### 2.4.2. Données socioéconomiques

Le logiciel EpiInfo [Dean et coll., 2000] a été utilisé pour le traitement des données socio-économiques. Ces données concernaient : niveau d'instruction et profession des parents, type d'habitat, nombre de pièces, taille du ménage, nombre de personnes actives dans le ménage, nombre total d'enfants, place dans la fratrie, biens possédés (Machine à laver, chauffe-eau, micro-ordinateur, connexion Internet, climatiseur, véhicule).

La profession des parents était organisée en 9 catégories selon la classification proposée par l'ONS (1998).

Les données socioéconomiques saisies permettaient la caractérisation de la population dont les mesures anthropométriques ont servi à la création des courbes de croissance (poids, taille) et de corpulence (IMC) selon l'âge et le sexe. La caractérisation concernait les items traités dans le questionnaire :

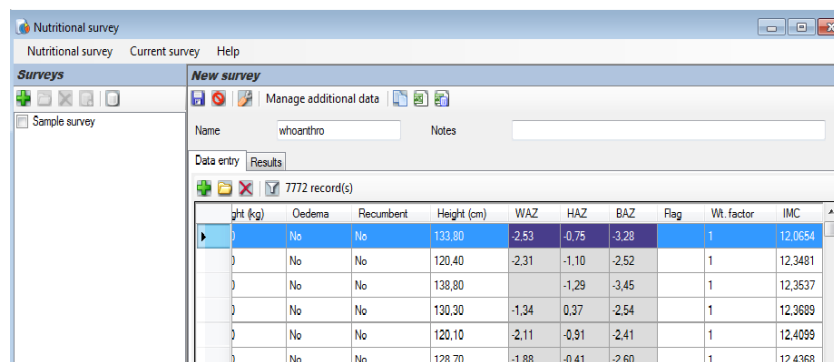
- Répartition de la population d'élèves par secteur urbain ;
- Pourcentage par type d'habitat, niveau d'instruction et profession des parents ;
- Dénombrement des biens possédés ;
- Calcul du taux d'occupation du logement (TOL) et du taux d'occupation par pièce (TOP). Le TOL est le rapport entre la population et le nombre de logement. Le TOP exprime le rapport entre la taille du ménage et le nombre de pièces dans le ménage.

### 3. ANALYSE DES DONNEES

Les élèves étaient classés en 13 classes d'âge. Les élèves âgés de 6,000 à 6,999 ans étaient inclus dans la classe des 6,5 ans, ceux âgés de 7,000 à 7,999 ans dans la classe des 7,5 ans ainsi de suite jusqu'à la classe de 18,5 ans. Waterlow et coll. (1977), recommandaient cette présentation, en un intervalle d'une année, pour la présentation des données anthropométriques.

Les données anthropométriques (poids, taille, âge et sexe) ont servi à la construction des courbes de croissance, l'estimation de la prévalence du retard de croissance, de la minceur, du surpoids (obésité incluse) et de l'obésité. L'estimation des prévalences devait passer par le calcul des indices anthropométriques P/A, T/A et IMC/A exprimés en Z-score en utilisant comme base de calcul les références de croissance de l'OMS 2007 [de Onis et coll., 2007] pour les enfants et adolescents âgés de 5 à 19 ans. Nous avons utilisé le logiciel gratuit

WhoAnthroPlus version 1.0.4 [WHO, 2011, CF. Fig. 11]. Nous avons importé les données : poids (kg), taille (cm), IMC ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ), sexe (Féminin/masculin) et âge (mois) ou la date de naissance et la date de l'enquête, en utilisant la commande « Import from file » du module « Nutritional survey ». Ce logiciel calcule l'indice P/A uniquement pour les enfants dont l'âge est inférieur à 11 ans, vue l'absence de références OMS pour les autres tranches d'âge. Le calcul des indices permettait d'estimer la prévalence des différentes formes de malnutrition (par excès et par carence).



The screenshot shows the 'Nutritional survey' application window. The 'New survey' tab is active, displaying a table with 7772 records. The table columns are: Wt. (kg), Oedema, Recumbent, Height (cm), WAZ, HAZ, BAZ, Flag, Wt. factor, and IMC. The first row of data is highlighted in blue.

Wt. (kg)	Oedema	Recumbent	Height (cm)	WAZ	HAZ	BAZ	Flag	Wt. factor	IMC
133,80	No	No	133,80	-2,53	-0,75	-3,28	1	1	12,0654
120,40	No	No	120,40	-2,31	-1,10	-2,52	1	1	12,3481
138,80	No	No	138,80		-1,29	-3,45	1	1	12,3537
130,30	No	No	130,30	-1,34	0,37	-2,54	1	1	12,3689
120,10	No	No	120,10	-2,11	-0,91	-2,41	1	1	12,4099
128,70	No	No	128,70	-1,88	-0,41	-2,60	1	1	12,4368

Figure 11 : Traitement des données anthropométriques par « enquête nutritionnelle » du logiciel WHOAnthroPlus

### 3.1. Comparaison avec des données algériennes, des références locales et internationales

La comparaison de nos résultats avec des données algériennes, des références internationales et nationales était réalisée avec plusieurs modes d'expression : comparaison des percentiles ou des Z-scores établis sur la base des données L, M et S algériennes en utilisant les formules proposées par **Cole et Green (1992)**.

Nous avons comparé graphiquement, les valeurs médianes du poids, de la taille et de l'IMC des sujets de Constantine avec celles de valeurs moyennes d'enfants et adolescents algériens : **Bouzenada et coll. (2005)** [Cf. Tab. 1, annexe 10], **Mekhancha-Dahel (2005)** [Cf. Tab. 2, annexe 10], **AbdElkrim et Boussaha (2009)** [Cf. Tab. 3 et 4, annexe 10], **Benmohammed (2009)** [Cf. Tab. 14, annexe 1], **Gasri (2009)** [Cf. Tab. 5, annexe 10], **Boudjada (2010)** [Cf. Tab. 15, annexe 1], **Bousbia (2014)** [Cf. Tab. 6, annexe 10]. Nous notons que la comparaison entre variables anthropométriques est effectuée entre les valeurs moyennes des études menées dans les différentes communes avec celles à âge fixe de notre étude. Tenant compte du fait que la croissance sur une période d'un an varie en moyenne entre 4 cm à 12 cm [Schaffrath Rosario et coll., 2011], nous risquons de faire une erreur de 2 à 6 cm lors d'une comparaison d'une valeur moyenne à celle déterminée à âge fixe.

Nous avons réalisé une comparaison graphique des valeurs médianes, par âge et sexe, des différentes variables anthropométriques de la population de Constantine avec celles de pays



arabes disposant de courbes de référence : Arabie Saoudite [El-Mouzan et coll., 2007 ; Al-Herbish et coll., 2009, Cf. Tab. 1-2, annexe 1], Emirats Arabes Unies [Abdulrazzaq et coll., 2008, Cf. Tab. 3, annexe 1], Qatar [Bener et Kamal, 2005, Cf. Tab. 4, annexe 1], Egypte [Ghaly et coll., 2008, Cf. Tab. 1, annexe 11] ainsi qu'avec celles d'enfants et adolescents d'origine marocaine vivant aux Pays Bas [Fredriks et coll., 2004, Cf. Tab. 2, annexe 11].

Les Z-scores des médianes de la taille, du poids et de l'IMC des références françaises [Sempé et coll., 1979 ; Rolland-Cachera et coll., 1991, Cf. Tab. 5, annexe 1], italiennes [Cacciari et coll., 2002, Cf. Tab. 6, annexe 1], espagnoles [Carrascosa Lezcano et coll., 2008, Cf. Tab. 7, annexe 1], grecques [Chiotis et coll., 2003 ; Chiotis et coll., 2004, Cf. Tab. 8, annexe 1] ont été calculés en utilisant les valeurs L, M et S obtenues après traitements de nos données en appliquant les formules proposées par Cole et Green (1992). Nous avons effectué une comparaison avec les valeurs de référence de la taille pour âge établies par Bonthuis et coll. (2012) [Cf. Tab. 3, annexe 11] pour les pays européens de la rive sud de la méditerranée qui ont une croissance inférieure à celle de la rive nord [Bonthuis et coll., 2012].

Nous avons comparé le 3<sup>ème</sup>, 50<sup>ème</sup> et 97<sup>ème</sup> percentile des références OMS 2007 [de Onis et coll., 2007] avec ceux de la population algérienne. Cette comparaison permettait de situer les percentiles extrêmes des références algériennes par rapport à ceux des références internationales. Ces dernières étaient disponibles de 5 à 19 ans pour la taille et l'IMC mais seulement jusqu'à 10 ans pour le poids. En 2014, le Canadian Pediatric Endocrine Group a complété les courbes du poids jusqu'à 19 ans à partir des mêmes données et selon les mêmes méthodes statistiques que les références OMS [Rodd et coll., 2014].

Une comparaison des percentiles (3<sup>ème</sup>, 10<sup>ème</sup>, 25<sup>ème</sup>, 90<sup>ème</sup>, 97<sup>ème</sup>) de la population de Constantine-2009 et les seuils de l'IOTF [Cole et coll., 2000] du surpoids (IOTF-25), obésité (IOTF-30) et de Cole et coll. (2007) pour les trois degrés de minceur (-18,5, -17, -16) a été réalisée. Cette comparaison a permis de situer les percentiles extrêmes des références algériennes par rapport à ceux de l'IOTF.

### **3.2. Etude de l'évolution séculaire**

L'évolution séculaire désigne l'évolution de la croissance dans le temps [Vercauteren, 1993]. Elle correspond aux changements qui se produisent à courts termes entre des générations consécutives dans un même pays [Henneberg, 2001].

Les changements séculaires de la croissance de notre population étaient évalués en comparant la taille moyenne de notre étude avec celle des données de Chamla et Demoulin (1976) [Cf.

Tab. 9, annexe 1] collectées en 1971 et de **Dekkar (1986)** recueillies en 1983 [Cf. Tab. 11, annexe 1].

### **3.3. Estimation de l'état nutritionnel**

Nous avons calculé la prévalence du retard de croissance, de la minceur, surpoids (obésité incluse) et obésité en utilisant quatre références : seuils établis par l'IOTF [**Cole et coll., 2000**], celles de **Cole et coll. (2007)**, références françaises [**Rolland-Cachera et coll., 1991**] et celles de l'OMS 2007 [**de Onis et coll., 2007**].

Le retard de croissance était estimé en utilisant les références de l'OMS (2007). Une valeur d'indice T/A inférieure à -2 Z-scores reflète un retard de taille. Si ces valeurs sont inférieures à -3 Z-scores, il s'agit d'un retard de croissance sévère.

Selon la définition de l'IOTF [**Cole et coll., 2000**], la prévalence du surpoids (obésité\_incluse) est calculée pour un IMC supérieur au centile IOTF-25 et celle de l'obésité pour un IMC supérieur au centile IOTF-30. La prévalence de la minceur est estimée pour des valeurs d'IMC inférieures au centile 18,5 de **Cole et coll. (2007)**.

Nous avons appliqué les définitions établies par l'OMS [**de Onis et coll., 2007**] pour l'estimation de la minceur (<-1 Z-score), du surpoids (>+1 Z-score) et de l'obésité (>+2 Z-scores). Le logiciel utilisé est WhoAnthroPlus version 1.0.4 [**WHO, 2011**].

En France, le surpoids (obésité incluse) de l'enfant est défini pour un IMC  $\geq$  97<sup>ème</sup> percentile de la distribution pour une classe d'âge. La minceur est détectée si, pour un âge et sexe donnés, la valeur de l'IMC est inférieure au 3<sup>ème</sup> percentile [**Rolland-Cachera et coll., 1991**].

### **3.4. Tests statistiques**

Avant d'utiliser un test statistique (comparaison entre deux ou plusieurs moyennes), il est nécessaire de vérifier la normalité de la distribution avant d'affirmer un résultat. La normalité de la distribution des variables anthropométriques sera vérifiée grâce à des calculs de coefficients (de symétrie et d'aplatissement) et de test (Test de Shapiro -Wilk).

La comparaison entre deux moyennes, avec confirmation de la normalité, a fait appel au test de Student. Dans le cas inverse, nous avons utilisé le test de Wilcox.

Les tests statistiques étaient réalisés à l'aide du logiciel EpiInfo 2000 version 3.3.2. [**Dean et coll., 2000**], le logiciel R [**R Core Team, 2015**] et le package proposé par **Komsta et Novomestky (2015)** :

- Test t de Student permet de comparer les moyennes de deux groupes d'échantillons. Les données à comparer doivent avoir une distribution normale. Le seuil de

significativité est fixé à 5 %. Le test de comparaison a été calculé à l'aide du logiciel R [R Core Team, 2015].

- Test de Wilcoxon permet de comparer deux mesures d'une variable quantitative effectuées sur les mêmes sujets ou de comparer la distribution d'une variable ordinale dans deux groupes. C'est une alternative au test t de Student lorsque les hypothèses de ce dernier ne sont pas remplies (hypothèse de distribution normale de la variable quantitative et celle de l'égalité des variances dans les deux groupes). Ce test a fait appel au package proposé par **Komsta et Novomestky (2015)**.
- La comparaison des pourcentages (variables socioéconomiques) et des effectifs (prévalences des différentes formes de malnutritions) sera effectuée respectivement par le test de Khi 2 grâce au logiciel EpiInfo 2000 version 3.3.2. [Dean et coll., 2000] et le test de Fisher à l'aide du logiciel R [R Core Team, 2015].

Le seuil de significativité est fixé à 0,05.

#### **4. ASPECTS ETHIQUES**

Durant cette étude nous avons veillé à respecter les principes d'éthique et de déontologie :

- L'anonymat concernant les questionnaires ;
- Le libre choix, pour l'élève, de faire l'objet de mesures anthropométriques ou non ;
- Les conditions pour préserver l'intimité des élèves durant leur pesée ;
- Le libre choix, pour les parents de répondre ou non au questionnaire socioéconomique.

# **RESULTATS**

## **1. DESCRIPTION DE LA POPULATION D'ETUDE**

Notre étude a suivi les étapes décrites en figure 2. Au départ, nous avons adressé une demande au Directeur de l'ENWC au début de l'année scolaire 2006/2007. Le but de cette démarche était d'accéder aux données brutes (fiches remises par les directeurs des établissements) utilisées pour la réalisation du guide scolaire établi par la Direction de l'ENWC. La saisie des données pour la commune de Constantine a pris fin en décembre 2006 nécessitant une durée de travail de 3 mois [Cf. Fig. 2].

Parmi les établissements scolaires saisis figurait un lycée privé. Il est fréquenté par 18 élèves (dont 5 filles) et dont l'âge varie de 15 à plus de 21 ans. Parmi eux, 12 sont âgés de plus de 18 ans. Les élèves étaient inscrits pour des cours de soutien. Cet établissement n'a pas été inclus dans la base de sondage.

### **1.1. Echantillonnage**

Le tirage au sort des établissements s'est effectué le 12 décembre 2006 à l'INATAA. Cette opération a permis de lister les établissements participant à l'étude [Cf. Tab. 5] ainsi qu'une liste supplémentaire de cinq établissements par cycle [Cf. Tab. 6]. Les tableaux 5 et 6 présentent le nom des établissements tirés par cycle et l'effectif des élèves par âge et par sexe.

Tableau 5 : Liste initiale des établissements tirés au sort avec les effectifs des élèves selon le sexe et l'âge (Constantine, 2009)

N°	Etablissements	Secteurs	Effectifs selon le sexe et l'âge											
			G	F	G	F	G	F	G	F	G	F	G	F
<b>Cycle primaire</b>			<b>6 ans</b>		<b>7 ans</b>		<b>8 ans</b>		<b>9 ans</b>		<b>10 ans</b>		<b>11 ans</b>	
88	Meriem SAADANE	Belle vue	17	29	19	26	20	31	24	30	18	29	16	27
56	Ahmed SISSAOUI	El Gamas	11	19	15	17	16	17	16	13	15	31	15	19
35	EL BEYROUNI,	Sidi Mabrouk	12	18	13	19	18	16	12	18	15	18	16	11
118	El tarbia ouataalim	Sidi Rached	15	11	17	14	16	8	15	8	23	11	16	7
90	KHALFA Ramdhan	Belle vue	43	28	35	31	30	40	40	40	33	34	39	35
43	Abou Oubayda Ben El Djarrah	El Gamas	27	30	25	33	25	37	36	34	41	38	31	26
22	Saïda Hadjer	El Kantara	4	4	4	6	6	4	7	7	5	4	9	3
133	Asma Bent Abi Bakr Essedik	Sidi Rached	14	36	19	35	11	28	1	34	0	38	0	28
31	Frères LACHETERE	Sidi Mabrouk	7	11	3	0	14	12	17	18	16	15	12	22
89	Mouhamed DJAAFER	Belle vue	19	15	9	23	23	17	33	24	34	20	27	13
11	Houcine CHAARAOUI	Ziadia	5	2	9	4	6	4	5	4	6	8	4	2
24	Ramdhan YAHYAOUI	El Kantara	26	32	18	29	26	26	24	38	31	19	28	27
60	ElKhaouarizmi	Muriers	33	26	41	29	34	43	49	39	58	43	29	53
<b>Effectifs cumulés par sexe et selon l'âge</b>			<b>233</b>	<b>261</b>	<b>227</b>	<b>266</b>	<b>245</b>	<b>283</b>	<b>279</b>	<b>307</b>	<b>295</b>	<b>308</b>	<b>242</b>	<b>273</b>
<b>Cycle moyen</b>			<b>12 ans</b>		<b>13 ans</b>		<b>14 ans</b>		<b>15 ans</b>					
31	ABD EL MOUMEN	Belle vue	79	74	67	43	58	44	53	52				
3	FRANTZ FANON	Ziadia	47	64	76	77	69	60	41	33				
42	El Fedj	5 juillet	45	46	46	55	50	52	45	33				
52	CEM tarbia ouataalim	Sidi Rached	33	38	49	55	41	40	26	42				
25	Ahmed SISSAOUI	El Gamas	47	51	53	72	56	66	56	43				
<b>Effectifs cumulés par sexe et selon l'âge</b>			<b>251</b>	<b>273</b>	<b>291</b>	<b>302</b>	<b>274</b>	<b>262</b>	<b>221</b>	<b>203</b>				
<b>Cycle secondaire</b>			<b>16 ans</b>		<b>17 ans</b>		<b>18 ans</b>							
16	IBNTAÏMIA	Belle vue	91	73	101	85	60	52						
18	Malek HEDDAD	5 juillet	93	128	86	143	53	87						
12	BENBOUELAID	El Gamas,	97	189	87	204	45	96						
6	KHAZNADAR Toufik,	El Kantara	37	34	58	70	43	41						
<b>Effectifs cumulés par sexe et selon l'âge</b>			<b>318</b>	<b>424</b>	<b>332</b>	<b>502</b>	<b>201</b>	<b>276</b>						

N° : Numéro d'ordre de l'établissement

G : Garçons

F : Filles

L'opération d'échantillonnage a pris fin lorsque les effectifs cumulés par âge et selon le sexe ont été d'au moins 200 sujets [Cf. Tab. 5].

La liste supplémentaire [Cf. Tab. 6] complètera ou remplacera celle du tableau 4.

Tableau 6 : Liste supplémentaire des établissements tirés au sort (Constantine, 2009)

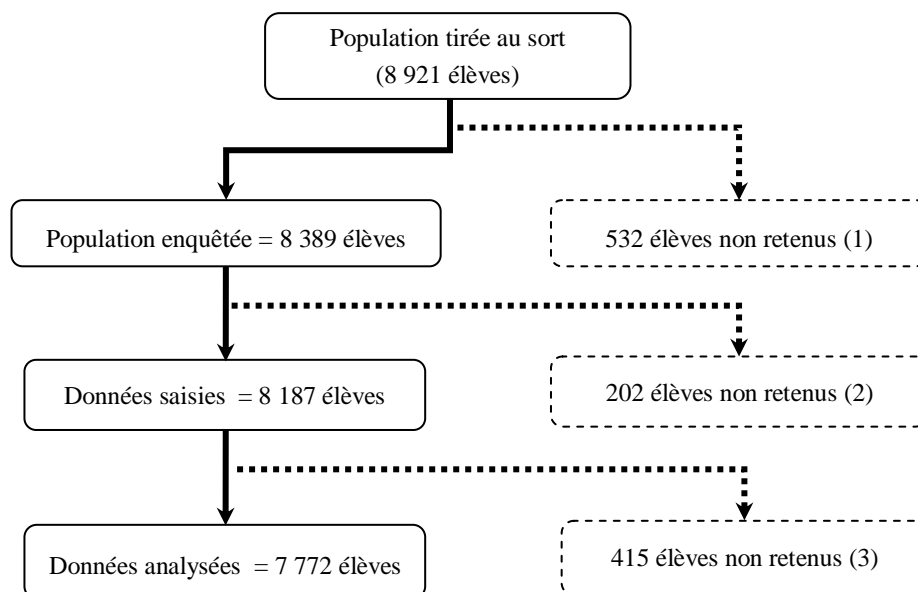
N°	Etablissements	Secteurs	Effectifs selon le sexe et l'âge											
			G	F	G	F	G	F	G	F	G	F	G	F
<b>Cycle primaire</b>			<b>6 ans</b>		<b>7 ans</b>		<b>8 ans</b>		<b>9 ans</b>		<b>10 ans</b>		<b>11 ans</b>	
26	Roukaïa GHIMOUZE	El Kantara	0	18	0	11	0	21	0	13	0	26	0	15
84	Moussa CHAABANE	Belle vue	14	12	14	10	13	12	11	4	20	9	8	6
32	ELDJAHD	Sidi Mabrouk	37	7	37	9	48	6	54	2	54	2	43	3
126	A. Elhamid BEN BADDIS	Sidi Rached	12	5	13	7	16	13	13	14	9	16	13	10
109	A. El Madjid KECHID	Salah BOUDRAÂ	24	25	33	40	44	37	46	28	60	36	61	46
<b>Cycle moyen</b>			<b>G</b>		<b>F</b>		<b>G</b>		<b>F</b>		<b>G</b>		<b>F</b>	
			<b>12 ans</b>		<b>13 ans</b>		<b>14 ans</b>		<b>15 ans</b>					
39	Abd El Hafid BOUSSOUF	5juillet	95	124	162	132	128	155	74	65				
10	AYCHA	Sidi Mabrouk	69	80	79	74	60	64	47	36				
7	Salah Eddine ELAYOUBI	El Kantara	23	35	40	33	38	41	22	24				
16	El Mekki BEN YAHIA	Sidi Mabrouk	36	62	54	65	62	71	56	48				
40	Moussa CHAABANE	5 juillet	52	54	66	76	58	50	41	26				
<b>Cycle secondaire</b>			<b>G</b>		<b>F</b>		<b>G</b>		<b>F</b>		<b>G</b>		<b>F</b>	
			<b>16 ans</b>		<b>17 ans</b>		<b>18 ans</b>							
20	ZAOUECHE	5 juillet	63	125	38	112	19	68						
1	Ziadia	Ziadia	42	79	52	122	39	79						
23	Meriem & Fadhila SAADANE	Belle vue	0	117	0	150	0	114						
24	Tayeb EL OUKBI	Sidi Rached	29	31	33	63	59	59						
19	Hacène BOUDJENANA	5 juillet	41	35	48	67	37	41						

L'effectif tiré au sort pour participer à l'enquête a été de 8 921 élèves [Cf. Tab. 7]. La population retenue pour la construction des courbes de croissance et de corpulence a été de 7 772 élèves. Mille cent quarante-neuf élèves n'ont pas été retenus. Les raisons sont représentées par la figure 12.

Tableau 7 : Effectif total des élèves tirés au sort et ceux non enquêtés par palier (Constantine, 2009)

Palier	Effectifs tirés au sort	Effectifs non enquêtés
Primaire	3 285	106
Moyen	2 635	152
Secondaire	3 001	274
<b>Total</b>	<b>8 921</b>	<b>532</b>

Au cours des deux années scolaires de réalisation de l'enquête (2007/08 et 2008/09), nous avons pesé et mesuré 8 187 élèves parmi eux 96 ont affirmé être malades. Les maladies déclarées étaient : allergies à quelques produits alimentaires (chocolat, œufs, poissons), anémie, asthme, diabète, goitre, insuffisance cardiaque, insuffisance rénale.



- (1) Elèves absents le jour de l'enquête et / ou dispensés de l'activité sportive
- (2) Elèves dont l'âge dépassait 18,9 ans le jour de l'enquête
- (3) a/ 15 élèves (dont 8 garçons) avait un âge inférieur à 6 ans ;  
 b/ 250 sujets âgés de plus de 18 ans (dont 99 garçons) ;  
 c/ 93 élèves (dont 58 garçons) habitaient hors commune de Constantine ;  
 d/ 49 élèves (dont 26 garçons) atteints d'une maladie influençant leur croissance ;  
 e/ 6 sujets (dont 3 garçons) avaient une date de naissance prescrite par jugement ;  
 f/ 2 élèves en chador. Le type de vêtement qu'elles portaient en-dessous n'a pas été noté.

Figure 12 : Sélection de l'échantillon inclus dans l'analyse (Constantine, 2009)

La population dont les données vont servir à répondre à nos objectifs est composée de 7 772 élèves dont 54,9 % de sexe féminin [Cf. Tab. 8].

Tableau 8 : Effectifs des élèves retenus pour l'étude par classe d'âge et selon le sexe (Constantine, 2009)

Classe d'âge (ans)	Masculin	Féminin	Total
6,5	224	206	430
7,5	282	275	557
8,5	210	244	454
9,5	207	234	441
10,5	204	266	470
11,5	262	268	530
12,5	247	288	535
13,5	276	314	590
14,5	313	301	614
15,5	338	377	715
16,5	359	604	963
17,5	347	511	858
18,5	236	379	615
<b>Total</b>	<b>3 505</b>	<b>4 267</b>	<b>7 772</b>



D'après le tableau 8, les effectifs des deux sexes ont dépassé 200 sujets tels que recommandé par l'OMS (1995) [Cf. encadré 01]. Les classes d'âge présentant des effectifs élevés ont été celles des collèges et lycées. Ceci est peut être dû à une surcharge des classes pédagogiques pour ces cycles. Une autre explication est que l'enquête menée en 2009 dans un lycée (de la liste supplémentaire) en raison d'un effectif des garçons âgés de 18 ans inférieur à 200, nous a amené à enquêter auprès de 569 élèves des deux sexes.

Notre population d'étude a englobé également 38 couples de jumeaux qui se répartissaient, entre les trois cycles, comme suit : 23 dans les écoles, 8 dans les CEM et 8 dans les lycées. Les mesures anthropométriques de ces couples n'ont pas été écartées de notre base de données.

## 1.2. Anthropométrie

La variable « poids » utilisée dans la construction des courbes de croissance et de corpulence est obtenue par différence entre le poids mesuré des élèves et le poids moyen de leurs vêtements.

Pour l'obtention du poids des vêtements, nous avons visité, pendant le mois de mars 2009, quatre magasins de vêtements pour enfants et adultes localisés dans la commune de Constantine. Nous avons utilisé une balance SECA 881 de précision de 0,01 g au lieu de la SECA 780 de précision 0,1 g utilisée dans l'enquête.

Pour vérifier si les deux balances donnaient des résultats similaires, nous avons réalisé un test comparatif. Il consiste à peser plusieurs types de vêtements en utilisant les deux balances. Une comparaison des résultats obtenus a montré une absence de différences significatives [Cf. Tab. 9].

Tableau 9 : Comparaison entre les balances SECA 780 et 881 (Constantine, 2009)

Type de vêtement (Sexe, Age)	SECA 780	SECA 881
Robe (Fille, 6 ans)	0,20 ± 0,00 kg*	0,23 ± 0,11 kg
Blue-jean (Fille, 6 ans)	0,30 ± 0,00 kg *	0,35 ± 0,06 kg
Blue-jean (Fille, 12ans)	0,40 ± 0,00 kg *	0,45 ± 0,10 kg
Blue-jean (Garçon, 9 ans)	0,60 ± 0,00 kg *	0,58 ± 0,10 kg
Blue-jean (Garçon, 17 ans)	0,70 ± 0,00 kg *	0,74 ± 0,07 kg

\* $p > 0,05$

### 1.3. Enquêteurs

#### 1.3.1. Recrutement

Les enquêteurs participant à l'étude sont considérés, lors du recrutement, comme des observateurs. Ces observateurs, au nombre de sept, n'ont jamais participé à des enquêtes faisant appel aux mesures anthropométriques. La formation des observateurs à la manipulation du matériel anthropométrique et aux prises du poids et de la taille s'est déroulée sur une journée. Les séances de standardisation se sont étalées sur trois jours.

Les calculs réalisés à partir des mesures du contrôleur et des observateurs ont permis la sélection d'une seule enquêtrice [Cf. Tab. 10]. Les valeurs de  $\sum d^2$  et  $\sum D^2$  expriment la précision et l'exactitude des observateurs. Ces valeurs doivent être respectivement inférieures au double et au triple de  $\sum d^2$  du contrôleur. Ce dernier a présenté une valeur de 1,06 pour  $\sum d^2$ . Six observateurs ont été écartés pour leur indisponibilité (observateur 7) ou pour des résultats non conformes (manque de précision et/ou d'exactitude, observateurs 1, 2, 4, 5 et 6).

Tableau 10 : Précision et exactitude des observateurs  
(Constantine, 2009)

Observateur	$\sum d^2$ (Précision)	$\sum D^2$ (Exactitude)
Observateur 1	3,8	2,3
Observateur 2	1,2	3,7
Observateur 3	1,4	2,0
Observateur 4	1,49	16,75
Observateur 5	4,0	8,0
Observateur 6	2,1	4,5
Observateur 7	2,0	2,3

#### 1.3.2. Tests de variabilité

Au cours de la réalisation de l'enquête sur terrain, des tests de variabilité dont le but a été de déceler ou non la présence d'erreurs de mesure entre enquêtrices ont été programmés. La planification de ces tests est présentée dans le tableau 11.

Tableau 11 : Planning de réalisation des tests de variabilité (Constantine, 2009)

Cycle	Durée	Lieu	Effectif total (filles)
Moyen	17 décembre 2007	Lycée H. Boudjenana (Secteur urbain 5 juillet)	38 (19)
Secondaire	17 décembre 2007	Lycée H. Boudjenana (Secteur urbain 5 juillet)	30 (15)
Moyen	14 février 2008	CEM Abd El Moumen (Secteur urbain Belle vue)	28 (14)
Primaire	23 février 2008	Ben El Djarrah (Secteur urbain El Gamas)	30 (15)

Les résultats des tests organisés entre enquêtrices sont présentés dans le tableau 12. La comparaison entre ces résultats n'a montré aucune différence significative (au seuil de 5 %) entre les deux enquêtrices.

Tableau 12 : Résultats des tests de variabilité (Constantine, 2009)

Cycle (durée)	Enq 1	Enq 2	Résultats
Moyen (Décembre 2007)	153,5 cm ± 8,0 cm	153,5 cm ± 8,0 cm	D N S
Secondaire (Décembre 2007)	167,3 cm ± 8,1 cm	167,2 cm ± 8,1 cm	D N S
Moyen (Février 2008)	166,1 cm ± 8,0 cm	166,0 cm ± 8,1 cm	D N S
Primaire (Février 2008)	120,3 cm ± 8,1 cm	120,2 cm ± 8,1 cm	D N S

Enq : Enquêtrice

D N S : Différence non significative au seuil de 5 %

#### 1.4. Contrôle du matériel et de la saisie

Le poids et la taille des élèves ont été mesurés à l'aide, respectivement, de balances et toises de marque SECA. Au cours de l'enquête, des contrôles de fiabilité de ce matériel ainsi que des tests de variabilité entre-enquêtrices ont été programmés.

Nous avons noté qu'au cours de l'enquête, aucun mal ajustement de la toise n'a été observé ; la toise reflète exactement la longueur de la réglette. Le résultat affiché par la balance a été identique à celui du poids de contrôle.

Avant de pouvoir exploiter les données, il importe de contrôler la fiabilité et la précision de ces dernières. Le contrôle permet de valider les données avant leur traitement. La saisie des données anthropométriques (date de naissance, poids, taille et sexe) a été réalisée en parallèle avec le déroulement de l'enquête. Nous avons procédé à des vérifications de la saisie. Cette opération s'est étalée sur une période de 1 mois.

Dans le tableau 13 est présenté le nombre de corrections réalisées selon les variables contrôlées. Le nombre d'erreurs à la saisie diminue avec le nombre de contrôle. Les erreurs de saisie relatives à la date de naissance sont les plus fréquentes.

Tableau 13 : Nombre d'erreurs de saisie décelées par variable vérifiée (Constantine, 2009)

	Date de naissance	Poids	Taille	Sexe
<b>1<sup>er</sup> contrôle</b>	57	32	31	13
<b>2<sup>ème</sup> contrôle</b>	4	1	2	2
<b>3<sup>ème</sup> contrôle</b>	0	1	0	0

Le premier contrôle, effectué sur la totalité des données, a révélé un pourcentage élevé d'erreur de saisie. Ceci nous a conduit à programmer un second contrôle (touchant la totalité des fiches anthropométriques). Le dernier n'a été réalisé que pour 25 % des données. Une seule erreur de saisie a été corrigée [Cf. Tab. 13].

### **1.5. Déroulement de l'enquête**

Notre enquête s'est déroulée entre décembre 2007 et avril 2008 et de décembre 2008 à janvier 2009. La démarche adoptée, après l'obtention de l'autorisation du Directeur de l'ENWC, a été la même pour tous les établissements visités : une localisation et un entretien avec les directeurs des établissements avant la prise des mesures anthropométriques. Au cours des entretiens, nous avons exposé le but de notre étude et la démarche que nous allons suivre pour le planning des mesures anthropométriques. Ces dernières seront programmées lors des séances de l'éducation sportive pour les collèges et les lycées. Nous avons remis une copie de l'autorisation signée par le Directeur de l'ENWC et du questionnaire aux directeurs des établissements.

Les listes des élèves par classe sont récupérées soit le premier jour de la visite des établissements soit à une date fixée par les directeurs. Les informations tirées des listes pour compléter les fiches anthropométriques étaient les suivantes : Nom et prénom, sexe et date de naissance de l'élève. Cette tâche nous fait gagner du temps ; nous n'aurons qu'à reporter la date, le poids et la taille, sur les fiches le jour de la prise des mesures.

La prise des mesures et la collecte des données socio-économiques se déroulaient en parallèle avec la saisie des données anthropométriques. Cette procédure nous a permis de constater que l'effectif des garçons âgés de 18 ans était moins de 200. Pour cela, nous avons adressé une nouvelle demande au Directeur de l'ENWC. Son objectif était de mener la suite de notre enquête au niveau d'un établissement secondaire figurant sur la liste supplémentaire.

Le déroulement de l'enquête diffère selon le palier. Au niveau des établissements moyens et secondaires, la prise des mesures est planifiée pendant les séances de l'éducation sportive et le renseignement des questionnaires est effectué par les élèves eux-mêmes.

#### **1.5.1. Enquête socio-économique**

Au niveau des établissements primaires, nous avons remis les questionnaires aux directeurs des établissements pour qu'ils les distribuent aux élèves. Ces derniers ont restitué les questionnaires, renseignés par leurs parents, pendant la séance de prise de mesures. A la fin de ces séances, les questionnaires sont récupérés et contrôlés par l'enquêtrice.

Au niveau des établissements moyens et secondaires, nous avons distribué les questionnaires et expliqué leur contenu et la manière de les renseigner. Cette opération a duré en moyenne un quart d'heure. Les questionnaires ont été récupérés, contrôlés et corrigés (s'il y a lieu).

### 1.5.2. Mesures anthropométriques

#### *a/ Dans les établissements primaires*

Les mesures sont programmées toute la journée pendant les séances de cours et dans des salles chauffées. Les mesures ont duré entre 1/4h et 1/2h selon les effectifs. Elles sont réalisées, au fond de la classe, sur les garçons puis sur les filles.

La question sur l'état de santé de l'élève est posée à l'enseignant s'il s'agit des élèves de première et de deuxième année et à l'élève puis à l'enseignant pour les classes supérieures.

En plus de la liste initiale des établissements tirés au sort, nous avons dû inclure deux établissements de la liste supplémentaire pour pouvoir atteindre les 200 sujets par âge et selon le sexe. Les effectifs des élèves par classe sont présentés dans les tableaux 1 – 13 [Cf. Annexe 12].

#### *b/ Dans les établissements moyens*

Les mesures sont programmées pendant les séances de l'éducation sportive, tel qu'il a été convenu avec les directeurs des établissements. Au cours de ces séances qui durent 2 heures, les élèves sont moins vêtus. La programmation des séances de l'éducation sportive est faite tous les jours de la semaine matin et après-midi. Pour les établissements où l'éducation sportive n'est pas programmée pour certaines classes (classes de première année moyenne, cas du CEM Ahmed Sissaoui et de ElArbi Moussa), les mesures sont réalisées soit lors des séances de cours après obtention de l'accord des enseignants sinon lors des séances de permanence (absence des enseignants).

Les mesures anthropométriques sont réalisées dans les salles de sport ou de cours chauffées. L'enseignant de l'éducation sportive décide de l'ordre de passage des élèves (filles en premier ou garçons). Lorsque nous réalisons les mesures au niveau des salles de cours, nous pesons les garçons en premier puis les filles. Les fiches anthropométriques sont distribuées aux élèves puis ces derniers sont pesés et mesurés. L'enquêtrice note le poids et la taille ainsi que le type de vêtements portés par l'élève sur la fiche anthropométrique.

A la fin de la séance de mesure, l'enquêtrice classe les fiches anthropométriques selon l'ordre des élèves sur la liste.

Les cinq établissements tirés au sort figurant sur la liste initiale ont été visités. Les effectifs de ces établissements remplissaient la condition du nombre de sujets à peser et à mesurer par âge et par sexe. Les effectifs des élèves par classe sont présentés dans les tableaux 14 – 18 [Cf. Annexe 12].

*c/ Dans les établissements secondaires*

La programmation des séances de mesures a été décidée, avec le directeur de l'établissement, pendant les cours de l'éducation sportive. Si l'établissement dispose de salle de sport, les mesures sont faites à leur niveau sinon dans des salles de cours.

Les questionnaires sont distribués aux élèves qui les renseignent. Deux procédures ont été suivies :

- Après récupération et contrôle des questionnaires, les fiches anthropométriques sont distribuées aux élèves, sur lesquelles figurent leurs noms. Chaque élève vérifie sa date de naissance, recopiée à partir des listes, et la corrige si nécessaire. L'élève peut être mesuré.
- Chaque élève garde son questionnaire et le présente à l'enquêtrice avant de passer sur la balance. L'enquêtrice contrôle le questionnaire et note, au verso, les mensurations de l'élève, le type de vêtements et ses problèmes de santé. A la fin de la journée, ces informations, en plus de la date de réalisation des mesures, sont reportées sur les fiches anthropométriques.

Les élèves dont l'âge a dépassé 18 ans le jour de l'enquête n'ont pas été mesurés. Certaines classes de terminale ont jusqu'à 90 %, des effectifs, âgés de plus de 18 ans (2 classes au lycée Benboulaïd et 3 à Khaznadar).

Sur neuf établissements secondaires tirés au sort, cinq ont été visités. Les effectifs des élèves par classe sont présentés dans les tableaux 19 - 23 [Cf. Annexe 12].

### **1.6. Problèmes rencontrés**

Lors de la réalisation de notre enquête, nous avons rencontré plusieurs problèmes qui ont entravé son déroulement :

- L'accès aux données de l'éducation nationale nous a été refusé trois années consécutives. Ce refus a eu comme conséquence un retard dans l'élaboration des listes des établissements à visiter ;
- Manque de coopération de certains directeurs, enseignants de l'éducation sportive et personnels des collèges et lycées. Les séances de l'éducation sportive sont programmées tous les jours de la semaine (matin et après-midi). Le nombre de séances de prise de mesure a dû être augmenté ;
- Non disponibilité des élèves lors des périodes des examens ;
- Différentes grèves se sont déroulées au cours de la première année scolaire (2007/2008) de réalisation de notre étude (Grève des enseignants le 12 et 13/01, grève

de la fonction publique le 15/01 et 10–12/02, grève des élèves de terminal du 19 au 22/01). Ces grèves ont engendré des absences au sein des élèves et du corps enseignant.

Toutes ces contraintes avaient pour conséquences de prolonger notre étude à l'année scolaire suivante (2008/2009) avec un deuxième dépôt de demande, d'autorisation d'accès aux établissements scolaires, au niveau de la direction de l'ENWC.

## **2. CARACTERISTIQUES SOCIO-ECONOMIQUES DE LA POPULATION DE L'ETUDE**

### **2.1. Lieu de résidence**

Les enfants et adolescents tirés au sort se répartissent sur les dix secteurs urbains de la commune de Constantine [Cf. Tab. 14]. La majorité des sujets réside respectivement dans les secteurs des Muriers (15,8 %), Belle vue (14,7 %), 5 juillet et Ziadia (13,6% chacun). Les pourcentages des élèves résidants dans les secteurs de Sidi Rached et El Kantara sont plus faibles.

Tableau 14 : Répartition des effectifs et pourcentages des élèves selon le secteur urbain (Constantine, 2009)

<b>Secteur urbain</b>	<b>Filles</b>	<b>Garçons</b>	<b>Total</b>
<b>Muriers</b>	627 (14,7 %)	603 (17,2 %)	1 230 (15,8 %)
<b>Belle vue</b>	580 (13,6 %)	561 (16,0 %)	1 141 (14,7 %)
<b>5 juillet</b>	562 (13,2 %)	496 (14,1 %)	1 068 (13,6 %)
<b>Ziadia</b>	586 (13,7 %)	470 (13,4 %)	1 056 (13,6 %)
<b>Abdelmalek Kitouni</b>	405 (9,5 %)	323 (9,2 %)	728 (9,4 %)
<b>Sidi Mabrouk</b>	360 (8,4 %)	355 (10,1 %)	715 (9,2 %)
<b>El Gamas</b>	442 (10,4 %)	170 (4,8 %)	612 (7,9 %)
<b>Salah Boudraa</b>	365 (8,5 %)	219 (6,2 %)	584 (7,5 %)
<b>El Kantara</b>	179 (4,2 %)	186 (5,3 %)	365 (4,7 %)
<b>Sidi Rached</b>	161 (3,8 %)	122 (3,5 %)	283 (3,7 %)
<b>Total</b>	4 267 (100 %)	3 505(100 %)	7 772 (100,0 %)

### **2.2. Niveau d'instruction des parents**

Le tableau 15 présente la distribution des élèves selon le niveau d'instruction des parents. Sur 7 772 questionnaires, le pourcentage des élèves dont les informations sur le niveau d'instruction des parents étaient inexistantes a été de 0,6 % de la population des filles et 0,9 % des garçons. Ces élèves avaient soit des parents séparés ou bien l'un des deux parents décédé.

La majorité des parents des filles ont un niveau secondaire (28,1 % des pères et 33,1 % des mères). Plus du quart (27,2 %) des pères et près du tiers (31,6 %) des mères des garçons ont respectivement un niveau universitaire et secondaire.

Les pères et les mères analphabètes représentent respectivement 5,2 % et 9,6 % des parents. Aucune différence significative n'a été trouvée entre la proportion des pères des filles et des garçons ayant un niveau d'instruction primaire et moyen. La même constatation a été notée chez les mamans. Cependant, il existe une différence entre les proportions des parents de niveau universitaire.

Tableau 15 : Distribution (%) des élèves selon le niveau d'instruction des parents (Constantine, 2009)

Niveau d'instruction	Pères			Mères			Tous les élèves	
	Filles	Garçons	<i>p</i>	Filles	Garçons	<i>p</i>	Pères	Mères
<b>Analphabète</b>	5,3	5,0	0,555	9,9	9,2	0,230	5,2	9,5
<b>Primaire</b>	18,5	18,4	0,941	17,1	15,7	0,094	18,4	16,4
<b>Moyen</b>	24,4	23,6	0,352	23,8	24,0	0,847	23,9	23,8
<b>Secondaire</b>	28,1	25,7	0,016	33,1	31,6	0,126	26,9	32,2
<b>Universitaire</b>	23,6	27,2	0,001	16,1	19,5	0,000	25,1	17,5

### 2.3. Profession des parents

Pendant la période d'étude, 85,9 % des pères et 18,8 % des mères des élèves exerçaient une activité professionnelle. Les pères retraités et ceux sans profession représentaient 9,0 % et 1,2 % respectivement. La proportion des femmes à la retraite a été de 1,4 % alors que celles n'exerçant aucune profession a été de 79,1 %.

Le taux d'activité moyen au sein des ménages des élèves enquêtés est de 52,4 %. Pour le sexe masculin, ce taux a représenté 86,0 % alors que pour le sexe féminin, il a été de 18,8 %.

Les professions ont été classées selon la proposition de l'ONS (1998). La catégorie professionnelle prédominante chez les pères des élèves (quel que soit le sexe) a été « Personnel des services directs et des services de protection et de sécurité ». Elle a représenté 19,4 % de l'ensemble des fonctions professionnelles. Chez les mères, la catégorie « des professions intermédiaires » (35,8 %) a dominé [Cf. Tab. 16].

Un faible pourcentage des pères (0,3 %) et des mères (0,1 %) exerçaient les fonctions de « Profession de direction, de prise de décision, d'encadrement et d'orientation » et « Agriculteurs et ouvriers qualifiés de l'agriculture et de la pêche ».



Tableau 16 : Distribution (%) des élèves selon la profession des parents (Constantine, 2009)

Profession	Pères		Mères		Tous les élèves	
	Filles	Garçons	Filles	Garçons	Père	Mère
1	0,3	0,3	0,0	0,1	0,3	0,1
2	14,5	15,7	31,2	32,8	15,0	31,9
3	7,5	8,1	35,8	35,7	7,8	35,8
4	17,2	15,8	21,0	22,6	16,6	21,7
5	19,5	19,2	4,4	3,4	19,4	3,9
6	0,3	0,3	0,3	0,0	0,3	0,1
7	18,2	17,1	6,3	5,1	17,7	5,8
8	6,7	6,2	0,3	0,0	6,5	0,1
9	15,9	17,3	0,8	0,3	16,5	0,5

- 1 : Profession de direction, de prise de décision, d'encadrement et d'orientation
- 2 : Professions intellectuelles et scientifiques
- 3 : Professions intermédiaires
- 4 : Employés de type administratif
- 5 : Personnel des services directs aux particuliers et des services de protection et de sécurité
- 6 : Agriculteurs et ouvriers qualifiés de l'agriculture et de la pêche
- 7 : Artisans et ouvriers des métiers de type artisanal
- 8 : Conducteurs d'installation et de machines et ouvriers de l'assemblage
- 9 : Ouvriers et employés non qualifiés

#### 2.4. Ménage

Sur un total de 7 772 questionnaires, 6 élèves n'ont pas répondu à cette question. Les sujets habitant des immeubles et les maisons traditionnelles ont représenté les taux les plus élevés, 37,2 % et 30,6 respectivement [Cf. Fig. 13].

Les élèves, des deux sexes, résidant dans des habitats précaires ont représenté les taux les plus faibles. Quel que soit le type d'habitat, aucune différence significative n'a été trouvée entre les garçons et les filles habitant les maisons traditionnelles ( $p = 0,119$ ) ou individuelles ( $p = 0,716$ ).

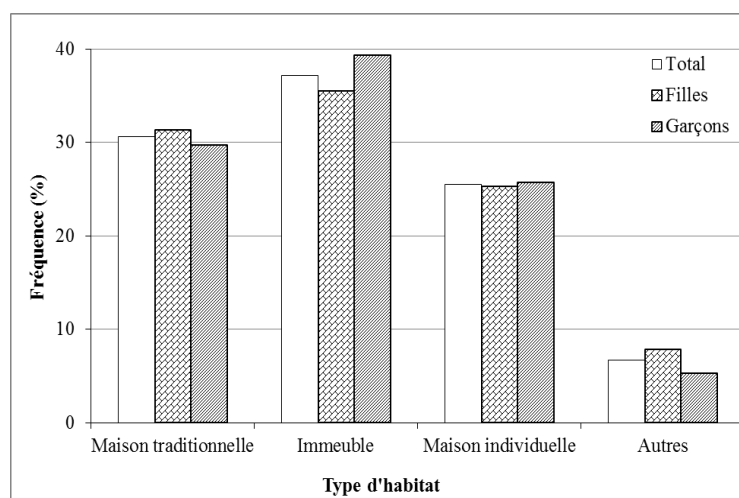


Figure 13 : Répartition des élèves par sexe selon le type de logement (Constantine, 2009)

Le nombre de pièces a été retenu parmi les caractéristiques des logements. Ce nombre a varié de 1 à 18 pièces avec une moyenne de  $3,4 \pm 1,9$  pièces pour toute la population enquêtée. Pour les filles, cette valeur a été de  $3,4 \pm 1,9$  pièces et pour les garçons de  $3,4 \pm 2,0$  pièces. Les logements se composaient, le plus fréquemment, de trois (34,3 %), deux (20,6 %) ou quatre (19,3 %) pièces [Cf. Fig. 14].

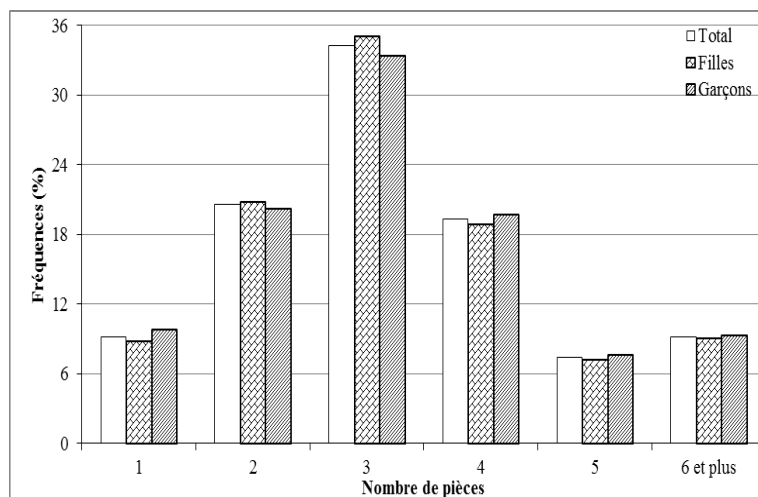


Figure 14 : Fréquence des élèves par sexe selon le nombre de pièces dans le ménage (Constantine, 2009)

Les habitats à plus de 6 pièces ont représenté 9,1 % et 9,3 % respectivement pour les filles et les garçons, ceux à une pièce ont représenté près du 1/10<sup>ème</sup>.

Lors de notre étude, nous nous sommes intéressées à quelques biens (Chauffe bain, climatiseur, Internet, lave-linge, ordinateur, voiture) que peuvent posséder les ménages enquêtés. Quelques-uns de ces biens ont été introduits par l'ONS lors du RGPH de 2008. Le taux de réponse des élèves à cette question a été de 99,9 % pour les filles et pour les garçons.

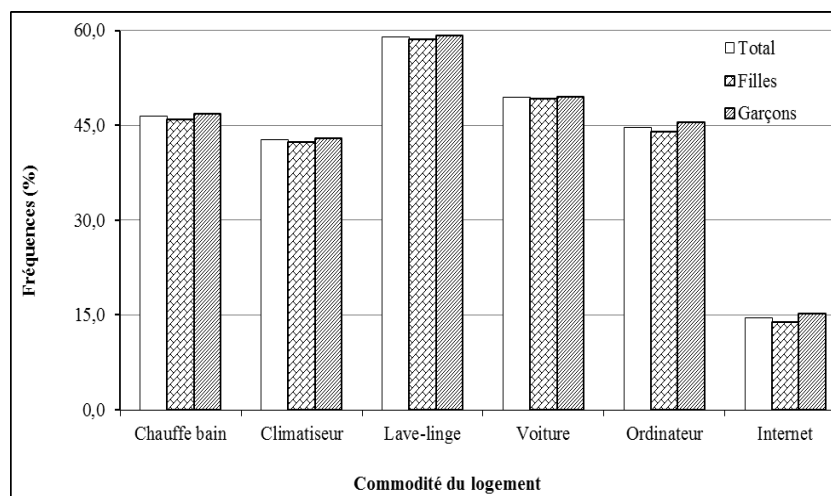


Figure 15 : Répartition des élèves selon les commodités du logement (Constantine, 2009)

Moins de 60 % des ménages enquêtés ont possédé les différentes commodités. Le lave-linge est retrouvé dans 59,0 % des ménages de la commune de Constantine suivi par la voiture (49,4 %) et le chauffe bain (46,5 %). L'accès à Internet n'a touché que 14,6 % de la population enquêtée [Cf. Fig. 15].

### 2.5. Structure de la famille

Cette partie présente une description de la structure des familles des élèves en visant : la taille du ménage, le nombre de personnes, le nombre de frères et sœurs et l'ordre dans la fratrie. A partir de ces descripteurs, nous avons calculé le Taux d'Occupation du Logement (TOL) ainsi que le Taux d'Occupation par Pièce (TOP).

Les élèves ayant répondu à la question portant sur le nombre de personne résidant dans le ménage ont représenté 99,9 %. Certaines familles se composaient des parents, des enfants ainsi que des grands parents.

La taille de la famille a varié de 2 à 17 personnes avec un TOL de 6,4 (6,5 pour les filles et 6,3 pour les garçons).

Nos résultats où il y a 2 personnes dans le ménage [Cf. Fig. 16] ont reflété 0,3 % de la population totale. Ils ont représenté des familles composées de la mère (divorcée ou père décédé) et de l'élève. Les familles à six membres ont constitué plus du quart et celles à cinq membres plus de 20 % de la population enquêtée.

Les élèves appartenant à des familles composées de plus de 9 membres ont représenté plus du 1/10<sup>ème</sup> de la population. Une différence significative, entre les filles et les garçons, a été trouvée pour une taille de ménage égale à 4 ( $p=0,001$ ), 8 ( $p=0,000$ ) et 9 membres et plus ( $p=0,005$ ).

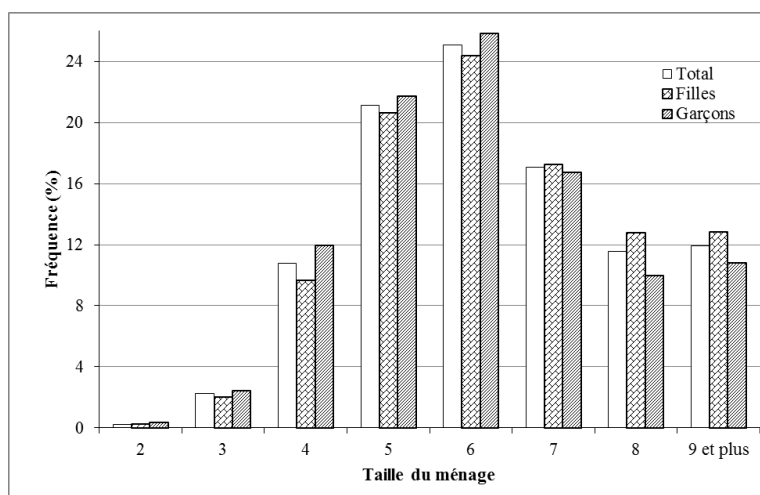


Figure 16 : Taille du ménage des élèves selon le sexe (Constantine, 2009)

Le taux d'occupation par pièce (TOP), calculé à partir de la taille du ménage et le nombre de pièce, a varié de 0,2 à 15 personnes par pièces (13 pour les filles et 15 pour les garçons). La valeur moyenne calculée du TOP a été de  $2,4 \pm 1,5$  personnes par pièce (valeurs identiques chez les filles et les garçons).

Les élèves ayant répondu à la question relative au nombre d'enfants dans le ménage (frères et sœurs, élève inclus) ont représenté 99,9 % du sexe féminin et 99,8 % du sexe masculin (une fille et 5 garçons n'ont pas répondu). Le nombre d'enfants par famille a varié de 1 (fille ou fils unique) à 15.

Le nombre moyen d'enfants a été de  $4,3 \pm 1,9$ . Pour les filles, cette valeur a été de  $4,4 \pm 1,9$  enfants et de  $4,2 \pm 1,9$  enfants pour les garçons. En moyenne, les familles sont composées des deux parents et de quatre enfants.

Les foyers composés de trois enfants ont représenté 23,3 % de la population enquêtée [Cf. Tab. 17] alors que ceux à cinq ont constitué plus de 16 %. Les familles comprenant une fille ou un fils unique ont représenté 2,7 % et celles à plus de 9 enfants 3,3 % (quel que soit le sexe).

Tableau 17 : Répartition des effectifs et des pourcentages des élèves, selon le sexe, et le nombre d'enfants dans le ménage (Constantine, 2009)

<b>Nombre d'enfants</b>	<b>Filles</b>	<b>Garçons</b>	<b>Total</b>
<b>1</b>	104 (2,4 %)	103 (2,9 %)	207 (2,7 %)
<b>2</b>	453 (10,6 %)	453 (12,9 %)	906 (11,7 %)
<b>3</b>	946 (22,2 %)	862 (24,6 %)	1 808 (23,3 %)
<b>4</b>	995 (23,3 %)	882 (25,2 %)	1 877 (24,2 %)
<b>5</b>	747 (17,5 %)	549 (15,7 %)	1 296 (16,7 %)
<b>6</b>	461 (10,8 %)	303 (8,7 %)	764 (9,8 %)
<b>7</b>	249 (5,8 %)	142 (4,1 %)	391 (5,0 %)
<b>8</b>	169 (4,0 %)	92 (2,6 %)	261 (3,4 %)
<b>9 et plus</b>	142 (3,3 %)	114 (3,3 %)	256 (3,3 %)
<b>Total</b>	4 266 (100 %)	3 500 (100 %)	7 766 (100 %)

Sur un ensemble de 7 772 élèves questionnés, 7 758 ont répondu à la question concernant leur ordre dans la fratrie qui variait de 1 à 14. Les aînés ont constitué plus du quart (27,5 %) de la population interrogée [Cf. Tab. 18]. Cependant, ceux occupant les rangs 8 et 9 et plus sont les moins représentés (respectivement 1,8 % et 1,9 %).

Tableau 18 : Distribution des effectifs et des pourcentages des élèves, selon le sexe et l'ordre dans la fratrie (Constantine, 2009)

Ordre dans la fratrie	Filles	Garçons	Total
1	1 099 (25,8 %)	1 030 (29,5 %)	2 129 (27,4 %)
2	989 (23,2 %)	848 (24,3 %)	1 837 (23,7 %)
3	795 (18,6 %)	611 (17,5 %)	1 406 (18,1 %)
4	505 (11,8 %)	411 (11,8 %)	916 (11,8 %)
5	385 (9,0 %)	237 (6,8 %)	622 (8,0 %)
6	197 (4,6 %)	145 (4,1 %)	342 (4,4 %)
7	134 (3,1 %)	90 (2,6 %)	224 (2,9 %)
8	86 (2,0 %)	50 (1,4 %)	136 (1,8 %)
9 et plus	73 (1,7 %)	73 (2,1 %)	146 (1,9 %)
<b>Total</b>	4 263 (100 %)	3 495 (100 %)	7 758 (100,0 %)

A la question « nombre de personnes actives dans le ménage », le taux de réponse a été de 99,9 % (une fille et 5 garçons n'ont pas répondu à cette question). Ce nombre a varié de 0 (aucune personne) à 10 par ménage [Cf. Tab. 19]. Un nombre de personne égal à 0 est synonyme de responsable de famille au chômage, à la retraite ou décédé. Parmi cette catégorie, il existe ceux ayant une source de revenu sans l'exercice d'une profession déterminée, bénéficiant d'une pension ou d'une aide d'un des membres de leur famille.

Tableau 19 : Distribution (effectifs, %) des élèves, selon le sexe et le nombre de personnes actives dans le ménage (Constantine, 2009)

Nombre de personnes actives	Filles	Garçons	Total
0	261 (6,1 %)	172 (4,9 %)	431 (5,6 %)
1	2 570 (60,2 %)	2 107 (60,2 %)	4 677 (60,2 %)
2	1 031 (24,2 %)	899 (25,7 %)	1 930 (24,8 %)
3	244 (5,7 %)	204 (5,8 %)	448 (5,8 %)
4	112 (2,6 %)	69 (2,0 %)	181 (2,4 %)
5	26 (0,6 %)	27 (0,8 %)	53 (0,7 %)
6	13 (0,3 %)	14 (0,4 %)	27 (0,3 %)
7	2 (0,0 %)	5 (0,1 %)	7 (0,1 %)
8	3 (0,1 %)	2 (0,0 %)	5 (0,1 %)
9	1 (0,0 %)	0 (0,0 %)	1 (0,0 %)
10	0 (0,0 %)	1 (0,0 %)	1 (0,0 %)
<b>Total</b>	4 266 (100 %)	3 500 (100 %)	7 766 (100 %)

Les familles n'ayant aucune personne exerçant une fonction ont représenté un pourcentage de 5,6 %. La majorité des familles avait une seule personne active au sein du foyer (60,2 %). Ce taux a été identique chez les filles et les garçons. Dans près du quart des cas (24,8 %), il y avait au moins deux personnes actives dans les ménages. Il s'agissait dans la moitié des cas

(54,3 %) de la mère. D'autres familles avaient plus de 3 personnes actives au sein du ménage mais leur pourcentage a été très faible (allant de 5,8 à 0,1 %).

### 3. DISTRIBUTION DES CARACTERISTIQUES ANTHROPOMETRIQUES

Avant d'exposer les résultats du poids des élèves, nous présentons l'estimation du poids moyen des vêtements des élèves selon le sexe et par classe d'âge [Cf. Tab. 20].

Tableau 20 : Poids moyen (kg) des vêtements des filles et des garçons par classe d'âge (Constantine, 2009)

Classe d'âge (ans)	Filles		Garçons	
	Moy ± ET	Min - Max	Moy ± ET	Min - Max
6,5	0,5 ± 0,07	0,3 - 0,7	0,5 ± 0,09	0,3 - 0,6
7,5	0,5 ± 0,08	0,3 - 0,6	0,6 ± 0,08	0,5 - 1,0
8,5	0,6 ± 0,06	0,3 - 0,8	0,6 ± 0,09	0,5 - 0,8
9,5	0,6 ± 0,12	0,2 - 0,7	0,6 ± 0,08	0,5 - 0,7
10,5	0,6 ± 0,06	0,4 - 0,8	0,6 ± 0,08	0,5 - 0,8
11,5	0,6 ± 0,04	0,5 - 0,8	0,7 ± 0,15	0,5 - 0,9
12,5	0,7 ± 0,12	0,5 - 1,1	0,7 ± 0,18	0,5 - 0,9
13,5	0,7 ± 0,18	0,5 - 0,9	0,7 ± 0,24	0,5 - 1,0
14,5	0,7 ± 0,18	0,5 - 0,9	0,7 ± 0,24	0,5 - 1,1
15,5	0,8 ± 0,23	0,5 - 1,3	0,7 ± 0,29	0,5 - 1,1
16,5	0,8 ± 0,23	0,5 - 1,0	0,8 ± 0,29	0,5 - 1,1
17,5	0,8 ± 0,19	0,5 - 0,9	0,8 ± 0,34	0,5 - 1,2
18,5	0,8 ± 0,19	0,5 - 1,2	0,8 ± 0,35	0,5 - 1,2

Le poids moyen des vêtements des élèves de sexe féminin a varié de 0,3 kg à 1,3 kg. Il a été identique dans les classes d'âge de 6,5 et 7,5 ans ( $p = 0,6427$ ), de 8,5 à 11,5 ans ( $p=0,13407$ ) et de 12,5 à 14,5 ans ( $p=0,13407$ ). Le poids moyen des vêtements des élèves des classes de 15,5 ans jusqu'à 18,5 ans a été le plus élevé.

Le poids moyen des vêtements pour garçons varie de 0,3 kg à 1,2 kg. Les élèves de la classe d'âge de 6,5 ans ont présenté le poids moyen de vêtements le plus faible et ceux des classes de 16,5 ans à 18,5 ans le poids moyen le plus élevé.

Les filles ont un poids moyen de vêtements identique à celui des garçons pour les classes d'âge de 8,5ans ( $p = 0,9494$ ), 12,5 ans ( $p = 0,3419$ ), 15,5 ans ( $p = 0,9508$ ) et 17,5 ans ( $p=0,3572$ ).

#### 3.1. Distribution du poids selon le sexe

Les résultats du test de Shapiro (pour tester la normalité de la distribution des données anthropométriques) sont présentés dans le tableau 21. D'après ce tableau, nous observons que toutes les valeurs sont inférieures à la valeur du risque d'erreur (0,05). Ceci signifie que le poids des filles et des garçons n'est pas distribué suivant une loi normale gaussienne.

Tableau 21 : Valeurs du test de Shapiro par classe d'âge et selon le sexe (Constantine, 2009)

Classe d'âge (ans)	<i>p</i> filles	<i>p</i> garçons
6,5	4,26e-07	2,827e-11
7,5	1,22e-11	4,354e-14
8,5	1,722e-13	2,551e-07
9,5	2,702e-13	7,093e-10
10,5	3,852e-11	7,858e-08
11,5	1,792e-11	2,091e-15
12,5	2,289e-08	7,472e-11
13,5	1,149e-07	1,293e-12
14,5	3,791e-11	9,629e-10
15,5	3,922e-13	2,689e-11
16,5	1,426e-07	2,827e-11
17,5	3,216e-13	1,319e-08
18,5	1,252e-11	2,063e-08

Ce résultat est vérifié par les valeurs du coefficient de symétrie (skewness) et du coefficient d'aplatissement (kurtosis) présentées dans le tableau 22. Ce tableau expose également les paramètres de distribution du poids des filles et des garçons par classe d'âge.

Pour toutes les classes d'âge, les valeurs positives de skewness [Cf. Tab. 22] observées chez les filles et les garçons sont synonymes d'une distribution de poids légèrement décalée vers la droite. Le kurtosis présente, pour les deux sexes et toutes les classes d'âge, des valeurs supérieures à 3, synonyme de courbe de poids aigue ou de distribution de type leptokurtique.

Le coefficient d'asymétrie et le coefficient d'aplatissement confirment que la distribution ne suit pas une loi normale gaussienne. Les données du poids nécessitent un traitement de lissage (par utilisation du logiciel LMS) pour la construction des courbes de poids.

Les valeurs du CV varient entre 14,2 % et 24,3 % pour les filles et de 14,6 % à 26,0 % chez les garçons. Ces valeurs sont observées chez les classes de 6,5 ans et 11,5 ans. Ceci est le reflet d'une distribution hétérogène des valeurs. Les étendues du poids des filles varient de 18,1 kg à 89,5 kg et chez les garçons de 24,4 kg à 89,8 kg.

Tableau 22 : Paramètres de distribution et de position du poids (kg) par classe d'âge et selon le sexe (Constantine, 2009)

Classe d'âge (ans)	Filles							Garçons							p
	Mod (kg)	Méd (kg)	Moy (kg)	C V (%)	Min – Max (kg)	Ske	Kur	Mod (kg)	Méd (kg)	Moy (kg)	C V (%)	Min – Max (kg)	Sku	Kur	
6,5	21,7	21,0	21,3	14,2	15,6 - 33,7	1,08	4,87	23,9	22,1	22,3	14,6	16,6 - 41,0	1,67	8,99	0,00035
7,5	21,8	23,2	24,1	18,7	15,9 - 45,6	1,36	5,86	22,2	24,0	24,5	17,5	16,8 - 47,1	1,77	8,51	0,09013
8,5	24,4	25,3	26,2	18,87	17,9 - 50,0	1,76	7,82	24,2	26,5	27,3	17,9	17,7 - 43,3	0,95	3,95	5,015e-06
9,5	24,0	28,6	30,0	22,6	19,4 - 58,5	1,53	5,53	26,5	29,5	30,9	19,4	21,1 - 58,7	1,29	5,26	0,02783
10,5	27,4	32,7	34,5	23,1	21,4 - 70,0	1,17	4,44	30,8	32,1	33,4	19,9	21,8 - 66,1	1,14	5,38	0,3646
11,5	34,2	36,5	38,8	24,3	23,8 - 76,4	1,21	4,55	31,2	34,6	37,4	26,0	24,1 - 81,8	1,67	6,16	0,01309
12,5	33,6	41,7	43,1	21,5	28,3 - 75,0	0,84	3,57	35,7	39,1	41,6	22,8	25,6 - 81,3	1,22	4,65	0,02212
13,5	43,5	46,6	48,2	21,3	26,0 - 90,0	0,86	4,07	41,9	43,7	45,8	23,5	27,9 - 105,4	1,61	8,02	0,000832
14,5	51,0	51,1	52,9	22,4	31,7 - 109,4	1,18	4,91	45,5	51,2	53,2	25,0	29,3 - 119,1	1,06	4,77	0,949
15,5	57,0	52,9	54,6	19,1	33,7 - 108,6	0,95	4,34	54,9	56,0	57,8	20,9	27,9 - 110,5	1,13	5,57	3,784e-05
16,5	45,9	54,4	55,8	18,1	35,4 - 99,8	1,08	4,87	53,3	59,4	60,3	18,6	32,7 - 109,4	1,67	8,99	7,077e-12
17,5	55,0	55,0	57,1	18,3	34,7 - 124,2	1,09	5,09	61,5	60,7	62,7	16,5	36,5 - 106,9	0,88	4,57	< 2,2e-16
18,5	52,1	55,3	57,3	17,6	39,0 - 96,0	1,06	4,33	60,3	63,8	65,2	16,1	46,1 - 111,8	1,12	5,21	< 2,2e-16

Mod : Mode

C V : Coefficient de variation

Ske : Skewness (coefficient d'asymétrie)

p : Seuil de significativité

Med : Médiane

Min : Valeur minimale

Kur : Kurtosis (coefficient d'aplatissement)

Moy : Moyenne

Max : Valeur maximale



Le poids médian des filles a varié de 21,0 kg à 55,3 kg. Ce poids a augmenté avec l'âge et a entraîné un gain total de 34,3 kg. La valeur la plus élevée a été enregistrée entre 9,5 ans et 13,5 ans (22,5 kg). Les valeurs les plus faibles sont observées vers la fin, entre les classes 16,5 ans à 18,5 ans (0,6 kg et 0,3 kg). Ces observations reflètent un ralentissement de la croissance en poids des filles.

Le poids médian des garçons a oscillé entre 22,1 kg et 63,8 kg. Comme pour les filles, il a augmenté régulièrement avec l'âge. Le gain total en poids a été de 41,7 kg dont 21,4 ont été acquis entre 11,5 ans et 15,5 ans. Au-delà de cette dernière classe, le gain a commencé à diminuer mais sans atteindre des valeurs basses (3,1 kg entre 17,5 ans et 18,5 ans) comparées à celles des filles. Ce ralentissement est synonyme d'une croissance qui est encore continue.

La comparaison du poids médian entre les deux sexes [Cf. Tab. 22] a montré que, pour les classes d'âge 6,5 ans à 9,5 ans et 15,5 ans à 18,5 ans, les garçons ont présenté un poids plus élevé que celui des filles qui les ont dépassées pour les classes de 11,5 ans à 13,5 ans. A 18,5 ans, la différence entre le poids médian des filles et des garçons a été de 8,5 kg.

### **3.2. Distribution de la taille selon le sexe**

Le tableau 23 illustre les résultats du test de Shapiro. Tous les degrés de signification mentionnés dans le tableau, quel que soit le sexe, sont supérieurs à la valeur du seuil de signification de 0,05 fixée dans notre étude. Ceci est synonyme d'une distribution qui suit une loi normale gaussienne. Ce résultat est vérifié par le calcul du coefficient d'asymétrie et du coefficient d'aplatissement exposés dans le tableau 24.

Tableau 23 : Valeurs du test de Shapiro par classe d'âge et selon le sexe  
(Constantine, 2009)

Classe d'âge (ans)	<i>p</i> filles	<i>p</i> garçons
6,5	0,5803	0,6935
7,5	0,8667	0,6475
8,5	0,8992	0,9444
9,5	0,3051	0,8546
10,5	0,524	0,2334
11,5	0,5895	0,4527
12,5	0,5066	0,8825
13,5	0,9311	0,8104
14,5	0,757	0,4432
15,5	0,5693	0,7621
16,5	0,5803	0,6935
17,5	0,8039	0,5738
18,5	0,7847	0,2745

Tableau 24 : Paramètres de distribution et de position de la taille (cm) par classe d'âge et selon le sexe (Constantine, 2009)

Classe d'âge	Filles						Garçons						p
	Moy (cm)	ET (cm)	C V (%)	Min – Max (cm)	Ske	Kur	Moy (cm)	ET (cm)	C V (%)	Min – Max (cm)	Sku	Kur	
6,5	117,3	4,5	3,80	107,3 - 130,0	0,19	2,68	118,8	4,6	3,88	106,7 - 130,2	0,17	2,68	0,00093
7,5	122,3	5,3	4,36	105,5 - 142,8	0,11	3,94	123,9	5,4	4,33	109,0 - 136,6	0,12	2,75	0,00043
8,5	127,8	5,4	4,25	113,9 - 143,8	0,20	2,94	128,9	5,9	4,62	109,6 - 149,5	0,10	3,49	0,04874
9,5	133,6	6,1	4,60	116,4 - 148,8	0,13	2,62	135,1	5,4	4,01	120,7 - 152,2	0,09	3,05	0,00569
10,5	140,3	6,5	4,65	125,0 - 160,3	0,38	3,03	139,7	6,4	4,57	122,7 - 153,8	0,12	2,33	0,3091
11,5	146,3	7,1	4,82	127,3 - 169,4	0,32	3,12	143,9	7,4	5,15	126,4 - 166,1	0,39	2,88	0,00022
12,5	151,9	6,2	4,12	136,2 - 172,5	0,04	2,78	149,6	7,2	4,81	130,0 - 171,2	0,21	3,29	0,00011
13,5	156,1	6,5	4,16	132,1 - 171,8	0,24	3,30	156,2	8,2	5,24	134,9 - 177,0	0,13	2,53	0,8597
14,5	159,0	5,7	3,59	136,9 - 173,5	0,25	3,37	163,2	8,3	5,11	140,4 - 184,4	0,10	2,62	< 2,2e-16
15,5	160,1	5,0	3,13	144,9 - 174,4	0,02	3,29	168,5	7,6	4,53	136,6 - 189,5	0,52	3,98	< 2,2e-16
16,5	160,7	5,7	3,56	140,6 - 181,1	0,19	2,68	171,7	6,8	3,99	142,2 - 188,0	0,17	2,68	< 2,2e-16
17,5	160,7	5,6	3,49	145,1 - 176,0	0,01	3,03	173,3	6,0	3,44	151,5 - 190,4	0,40	3,16	< 2,2e-16
18,5	160,0	5,2	3,27	145,1 - 173,9	0,05	3,01	174,6	5,9	3,39	156,9 - 193,7	0,28	3,36	< 2,2e-16

Moy : Moyenne

C V : Coefficient de variation

Ske : Skewness (coefficient d'asymétrie)

p : Seuil de significativité

ET : Ecart-type

Min : Valeur minimale

Kur : Kurtosis (coefficient d'aplatissement)

Max : Valeur maximale

Le coefficient d'asymétrie [Cf. Tab. 24] présente des valeurs se rapprochant de 0 symbolisant une symétrie de la distribution des variables autour de la moyenne. Le coefficient d'aplatissement a des valeurs se rapprochant de 3, synonyme d'une répartition mésokurtique des observations ou de type gaussien ou normal, c'est-à-dire que la courbe des fréquences a la forme d'une cloche. Ce résultat a confirmé que notre échantillon est tiré d'une population qui a une distribution normale de la variable.

Puisque la taille des élèves présente une distribution normale, nous nous sommes contentées de présenter, dans le tableau 24, que la valeur de la moyenne.

Le coefficient de variation calculé [Cf. Tab. 24], pour la taille des filles, a présenté des valeurs inférieures à 5 % (3,13 % - 4,82 %) alors que celui des garçons a été légèrement supérieur à 5 % (3,44 % - 5,24 %). C'est la caractéristique d'une distribution symétrique des données. Ceci a reflété un écart très faible entre la moyenne et les valeurs extrêmes.

La taille moyenne des filles a varié de  $117,3 \pm 4,46$  cm à  $160,7 \pm 5,6$  cm. Les écarts-types ont augmenté constamment jusqu'à atteindre un maximum à 11,5 ans. Le nombre total moyen de centimètres gagné entre 6,5 ans et 18,5 ans a été de 43,5 cm. Le gain le plus élevé a été acquis entre 9,5 ans et 12,5 ans. La taille des filles a augmenté avec l'âge mais un ralentissement a été observé à partir de la classe d'âge 15,5 ans. Cette variable a commencé à stagner à partir de 16,5 ans.

La stature des garçons est passée de  $118,8 \pm 4,61$  cm à  $174,6 \pm 5,92$  cm entre 6 et 18 ans. Les écarts-types ont augmenté régulièrement et ont passé par un maximum à 14,5 ans puis ont diminué pour revenir aux valeurs antérieures. Nous avons enregistré un gain de 55,8 cm dont la proportion la plus importante a été obtenue entre 11,5 ans et 15,5 ans (24,6 cm). La taille des garçons a augmenté avec l'âge, sans toutefois atteindre un palier.

Entre 10,5 ans et 13,5 ans, les filles étaient significativement plus grandes que les garçons ( $p=0,000$ ).

### **3.3. Distribution de l'indice de masse corporelle selon le sexe**

Pour vérifier si les données de l'IMC suivent ou non une distribution gaussienne, nous avons calculé le test de Shapiro dont les résultats sont présentés dans le tableau 25.

Toutes les valeurs du tableau sont inférieures au seuil de signification de 5 %. Ceci reflète une distribution non symétrique des données de l'IMC.

Tableau 25 : Valeurs du test de Shapiro par classe d'âge et selon le sexe (Constantine, 2009)

Classe d'âge (ans)	<i>p</i> filles	<i>p</i> garçons
6,5	6,798e-14	4,011e-10
7,5	< 2,2e-16	1,651e-13
8,5	6,184e-10	5,928e-13
9,5	2,156e-12	5,65e-14
10,5	2,464e-10	4,446e-11
11,5	3,751e-16	5,724e-11
12,5	1,639e-13	6,56e-11
13,5	3,611e-15	3,078e-12
14,5	1,075e-14	2,366e-11
15,5	1,53e-13	1,592e-12
16,5	< 2,2e-16	3,704e-15
17,5	6,098e-14	1,356e-14
18,5	1,468e-11	1,067e-13

La confirmation de la distribution non gaussienne des données est vérifiée par le calcul du coefficient d'asymétrie et du coefficient d'aplatissement [Cf. Tab. 26].

Quel que soit le sexe, le coefficient d'asymétrie a des valeurs positives reflétant une courbe ayant queue de droite plus longue ou allongée. Le kurtosis présente des valeurs supérieures à 3, synonyme d'une distribution très pointue.

La conclusion que nous avons tirée à partir du test de Shapiro, des valeurs des coefficients de skewness et du kurtosis a été que la distribution des données de l'IMC ne suivait pas une loi normale, nécessitant comme pour le poids, un traitement des données pour la construction des courbes de corpulence.

La valeur médiane de l'IMC a varié de 15,1 kg/m<sup>2</sup> à 21,4 kg/m<sup>2</sup>, chez les filles. Cette variable a commencé à stagner à 17,5 ans. Cela est dû à l'arrêt de croissance en poids et en taille.

Chez les garçons, l'IMC médian a varié de 15,4 kg/m<sup>2</sup> à 20,8 kg/m<sup>2</sup>. Ces valeurs ont été en augmentation, sans l'apparition de palier comme c'était le cas pour les filles. Ceci peut être expliqué par le fait que ces sujets sont encore en croissance (sans stagnation du poids ou de la taille).

A l'exception des classes 7,5 ans, et celles de 9,5 ans à 12,5 ans, l'IMC médian des filles a différé significativement de celui des garçons. A 6,5 ans et 8,5 ans, les garçons sont significativement ( $p < 0,05$ ) plus lourds que les filles alors que celles-ci les dépassent entre 13,5 ans et 18,5 ans.

Tableau 26 : Paramètres de distribution et de position de l'IMC (kg/m<sup>2</sup>) par classe d'âge et selon le sexe (Constantine, 2009)

Classe d'âge	Filles							Garçons							p
	Mod (kg)	Méd (kg)	Moy (kg)	C V (%)	Min – Max (kg)	Ske	Kur	Mod (kg)	Méd (kg)	Moy (kg)	C V (%)	Min – Max (kg)	Ske	Kur	
6,5	15,01	15,1	15,4	9,69	12,8 - 21,3	1,36	5,61	-	15,4	15,8	10,33	11,9 - 24,3	2,01	10,20	0,01172
7,5	15,58	15,5	16,0	13,21	12,4 - 25,8	1,52	6,10	16,35	15,5	15,9	11,98	12,8 - 27,4	2,32	12,34	0,9389
8,5	16,32	15,4	15,9	13,59	12,3 - 25,4	1,60	6,56	-	16,0	16,4	11,79	13,1 - 23,8	1,24	4,73	4,669 e-08
9,5	-	16,2	16,7	16,60	12,1 - 31,0	1,78	7,39	15,54	16,1	16,8	14,54	13,3 - 29,2	1,64	6,97	0,4139
10,5	-	16,7	17,3	16,87	12,6 - 29,0	1,16	4,27	13,92	16,2	17,0	14,24	12,2 - 28,7	1,49	6,65	0,3819
11,5	16,23	17,2	18,0	17,61	12,4 - 29,4	1,10	3,96	17,32	17,0	17,9	18,68	12,5 - 32,1	1,73	6,28	0,4606
12,5	-	18,0	18,6	17,77	13,5 - 31,5	1,09	4,13	-	17,7	18,4	17,00	13,2 - 31,6	1,58	6,02	0,7181
13,5	-	19,0	19,7	17,72	13,5 - 36,1	1,30	5,47	17,11	17,9	18,6	17,01	13,3 - 35,8	1,88	8,56	1,286 e-05
14,5	-	20,0	20,9	19,69	14,2 - 43,5	1,16	4,49	19,01	19,0	19,8	19,02	13,8 - 41,1	1,47	5,68	4,062 e-05
15,5	20,79	20,6	21,3	17,66	14,4 - 40,5	1,11	4,97	-	19,4	20,25	17,40	14,0 - 36,2	1,91	8,41	9,537 e-06
16,5	24,30	21,0	21,6	16,72	15,4 - 40,3	1,36	5,61	17,95	19,8	20,4	16,67	14,6 - 37,3	2,01	10,20	3,379 e-09
17,5	20,96	21,4	22,1	16,70	15,3 - 47,9	1,19	5,21	19,12	20,0	20,9	15,46	15,3 - 35,3	1,35	5,45	7,088 e-09
18,5	24,03	21,4	22,4	16,97	15,7 - 37,8	1,23	4,83	17,95	20,8	21,4	15,59	15,9 - 37,6	1,49	6,39	0,000993

- : Valeur non déterminée par le logiciel

Mod : Mode

C V : Coefficient de variation

Ske : Skewness (coefficient d'asymétrie)

p : Seuil de significativité

Med : Médiane

Min : Valeur minimale

Kur : Kurtosis (coefficient d'aplatissement)

Moy : Moyenne

Max : Valeur maximale

#### 4. COURBES DE CROISSANCE DES ENFANTS ET DES ADOLESCENTS

Les résultats des mesures anthropométriques (poids, taille et IMC) exprimés en valeurs du L, M, S lissées sont présentés pour des âges à intervalles de 12 mois. Les résultats englobent également 7 percentiles : 3<sup>ème</sup>, 10<sup>ème</sup>, 25<sup>ème</sup>, 50<sup>ème</sup>, 75<sup>ème</sup>, 90<sup>ème</sup> et 97<sup>ème</sup>.

##### 4.1. Courbes du poids selon le sexe

###### 4.1.1. Poids des filles (6 – 18 ans)

Le traitement des données avec le logiciel LMS a permis d'obtenir les résultats présentés dans le tableau 27.

Les courbes de la puissance de transformation (L), de la médiane (M), et du coefficient de variation (S) sont ajustées avec respectivement 03, 06 et 04 degrés de liberté option « rescaled » pour l'âge d'où la lettre « R » figurant sur le modèle choisi qui a été de L03M06S04R. D'après le tableau, les valeurs de L ont été inférieures à 1 (L<1) à tous les âges traduisant une asymétrie positive.

D'après les résultats du tableau, les valeurs de la puissance de transformation (L) et du coefficient de variation (S) augmentent avec l'âge jusqu'à 12 ans puis diminuent après. La distance entre la valeur médiane et celle du 97<sup>ème</sup> percentile a été près du double que celle entre la médiane et du 3<sup>ème</sup> percentile. Ceci est dû à l'effet combiné de l'asymétrie et de la variabilité individuelle.

Tableau 27 : Paramètres L, M, S et percentiles lissés du poids (kg) selon l'âge des filles (Constantine, 2009)

Age* (ans)	L	M	S	P03	P10	P25	P75	P90	P97
6	-1,637	19,5	0,12713	15,9	16,9	18,0	21,4	23,6	26,4
7	-1,568	21,9	0,14107	17,5	18,7	20,0	24,3	27,1	30,9
8	-1,496	24,3	0,1548	19,1	20,4	22,1	27,2	30,7	35,6
9	-1,409	26,9	0,16926	20,7	22,3	24,2	30,5	34,9	41,1
10	-1,287	30,4	0,18518	22,8	24,7	27,1	34,9	40,4	48,3
11	-1,131	34,7	0,19848	25,4	27,7	30,6	40,1	46,8	56,4
12	-0,969	39,3	0,20423	28,3	31,1	34,5	45,5	53,1	63,5
13	-0,85	44,1	0,20004	31,8	34,9	38,8	50,9	58,8	69,3
14	-0,812	48,5	0,18934	35,5	38,9	43,0	55,6	63,6	73,9
15	-0,824	51,8	0,17748	38,6	42,0	46,2	58,7	66,6	76,5
16	-0,846	53,8	0,16826	40,6	44,1	48,3	60,6	68,2	77,7
17	-0,864	55,0	0,16249	41,9	45,4	49,5	61,7	69,1	78,4
18	-0,874	55,6	0,15914	42,6	46,1	50,2	62,3	69,6	78,7

L : puissance Box Cox pour la transformation à la loi normale ; M : médiane (50<sup>ème</sup> percentile) ; S : coefficient de variation ; P03 : 3<sup>ème</sup> percentile ; P10 : 10<sup>ème</sup> percentile ; P25 : 25<sup>ème</sup> percentile ; P75 : 75<sup>ème</sup> percentile ; P90 : 90<sup>ème</sup> percentile ; P97 : 97<sup>ème</sup> percentile ; \* : A âge exact

Le choix du nombre d'équivalent de degré de liberté (ddl) approprié pour la modélisation est vérifié à l'aide du worm plot [Cf. Fig. 17]. Il apparaît que les worm plots se présentaient

sous forme de « S » pour les tranches d'âge : 6 ans - 7,2 ans ; 11,4 ans-12,4 ans synonyme d'aplatissement de la distribution. Pour les autres worm plots, la distance verticale entre "worm" et l'origine a été faible.

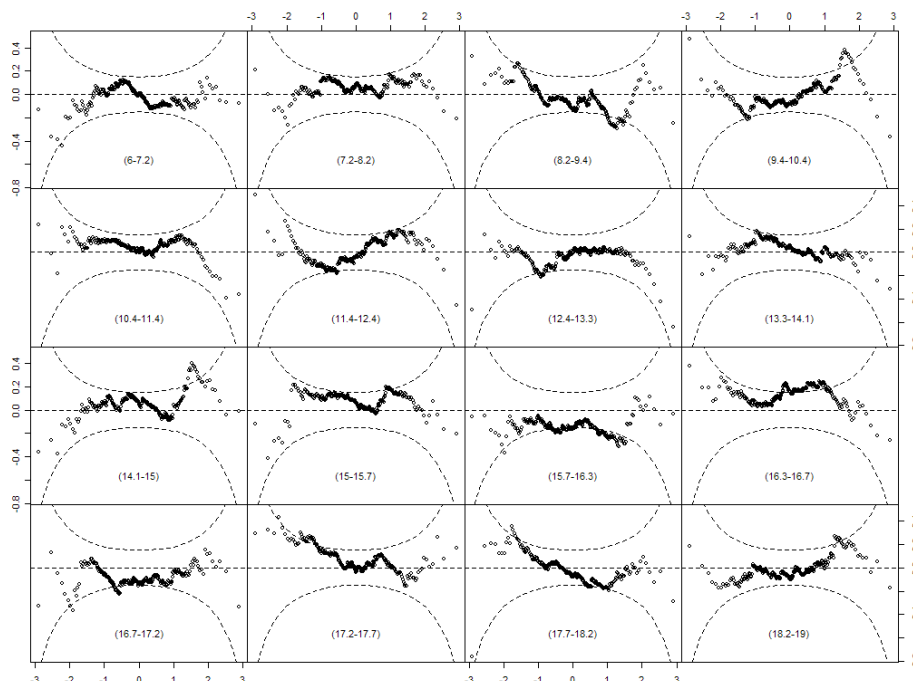


Figure 17 : Worm plot du poids des filles (modèle L03M06S04R) – Constantine, 2009

La figure 18-a a montré un rapprochement des faibles centiles de la médiane et l'éloignement des centiles supérieurs de cette dernière. Cette observation est expliquée par la dissymétrie de la distribution.

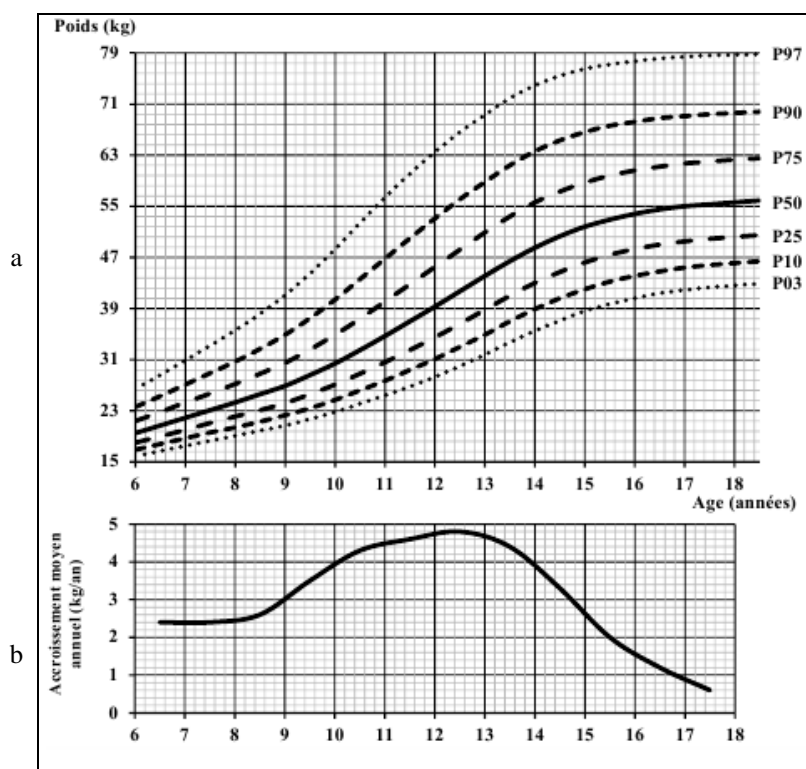


Figure 18 : Courbes percentiles (a) et accroissements moyens annuels (b) du poids (kg) des filles (Constantine, 2009)

La courbe médiane du poids [Cf. Fig. 18 –a] s’est présentée sous la forme de « S » incliné. Le poids semble avoir atteint un plateau à 17 ans. Nous avons observé une stabilité des valeurs des accroissements moyens du poids lors de la période pré-pubertaire entre 6 et 8 ans, puis une accélération pubertaire entre 9 et 12 ans, enfin une décélération post-pubertaire rapide [Cf. Fig. 18 –b]. Un pic de croissance a été enregistré entre 12 et 13 ans.

Le poids médian (50<sup>ème</sup> percentile) des filles varie de 19,5 kg à 55,6 kg. Le gain total au cours de cette période et de de 36,1 kg dont 4,8 kg sont acquis entre 12 ans et 13 ans.

#### 4.1.2. Poids des garçons (6 – 18 ans)

Le modèle choisi pour le lissage de la courbe du poids a été de L03M06S05R. Nous avons remarqué que, à tous les âges, les valeurs de L ont été inférieures à 1, synonyme d’asymétrie positive comme pour les filles [Cf. Tab. 28].

Tableau 28 : Paramètres L, M, S et percentiles lissés du poids (kg) selon l’âge des garçons (Constantine, 2009)

Age* (ans)	L	M	S	P03	P10	P25	P75	P90	P97
6	-1,739	20,8	0,12695	17,1	18,1	19,2	22,9	25,2	28,4
7	-1,679	22,6	0,13573	18,3	19,4	20,7	24,9	27,7	31,5
8	-1,602	24,9	0,14665	19,8	21,1	22,7	27,8	31,2	35,9
9	-1,507	27,9	0,15901	21,8	23,3	25,2	31,3	35,6	41,5
10	-1,402	30,9	0,17141	23,7	25,5	27,7	35,0	40,1	47,4
11	-1,283	33,9	0,18444	25,4	27,6	30,2	38,8	44,9	53,6
12	-1,127	37,4	0,19812	27,4	29,9	33	43,2	50,4	60,6
13	-0,928	41,8	0,20937	29,9	32,9	36,6	48,6	56,9	68,2
14	-0,726	47,2	0,21421	33,2	36,8	41,2	55,0	64,2	76,1
15	-0,584	52,9	0,20507	37,4	41,4	46,3	61,1	70,4	81,9
16	-0,521	57,4	0,18555	41,7	45,9	50,9	65,4	74,0	84,4
17	-0,502	60,5	0,16871	45,1	49,3	54,2	68,1	76,1	85,5
18	-0,499	62,9	0,15578	47,9	52,0	56,8	70,1	77,7	86,4

L : puissance Box Cox pour la transformation à la loi normale ; M : médiane (50<sup>ème</sup> percentile) ; S : coefficient de variation ; P03 : 3<sup>ème</sup> percentile ; P10 : 10<sup>ème</sup> percentile ; P25 : 25<sup>ème</sup> percentile ; P75 : 75<sup>ème</sup> percentile ; P90 : 90<sup>ème</sup> percentile ; P97 : 97<sup>ème</sup> percentile ; \* : A âge exact

Les valeurs de S ont atteint un maximum à 14 ans, ce n’est pas le cas pour les valeurs de L, où elles ont continué d’augmenter avec l’âge [Cf. Tab. 28].

Le bon choix des ddl a été vérifié par le worm plot [Cf. Fig. 19]. Ces graphes montrent une sélection appropriée des ddl comparée au modèle des filles. Nous observons des worm plots sous forme de « S » (15,6 ans - 16,2 ans) se référant à un aplatissement de la distribution. Les autres worm plot ont été proches de l'origine, indiquant un ajustement raisonnable.



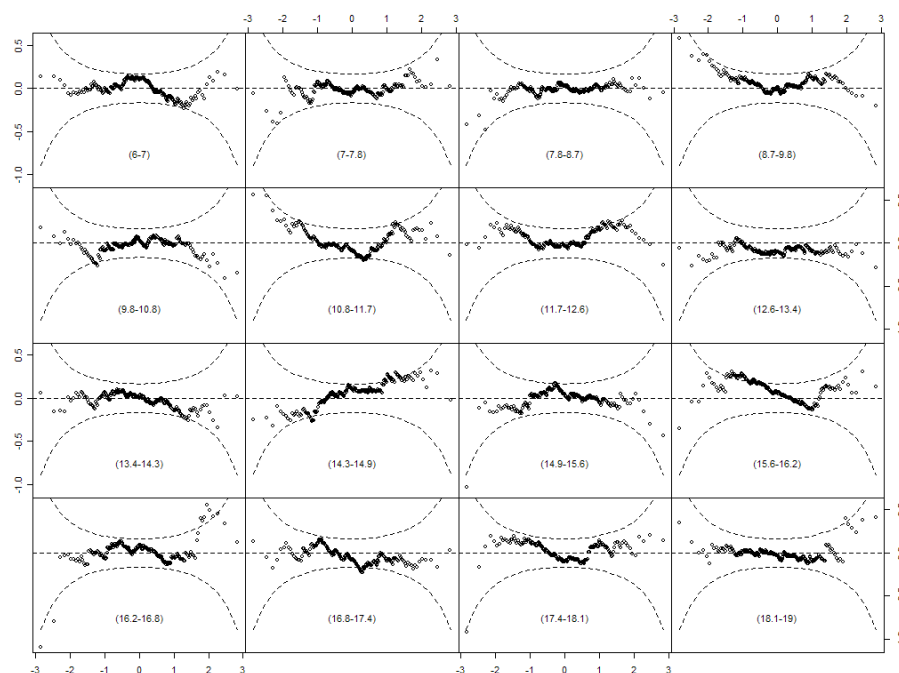


Figure 19 : Worm plot du poids des garçons (modèle L03M06S05R)- Constantine, 2009

Le décalage de la distribution asymétrique vers la droite a entraîné l'éloignement des percentiles supérieurs de la médiane [Cf. Fig. 20-a]. Plus les valeurs de ces percentiles sont éloignées de la valeur centrale plus les distances entre elles ont augmenté progressivement. Cependant, les distances entre les percentiles inférieurs ont diminué progressivement ce qui a fait leur rapprochement du 50<sup>ème</sup> percentile.

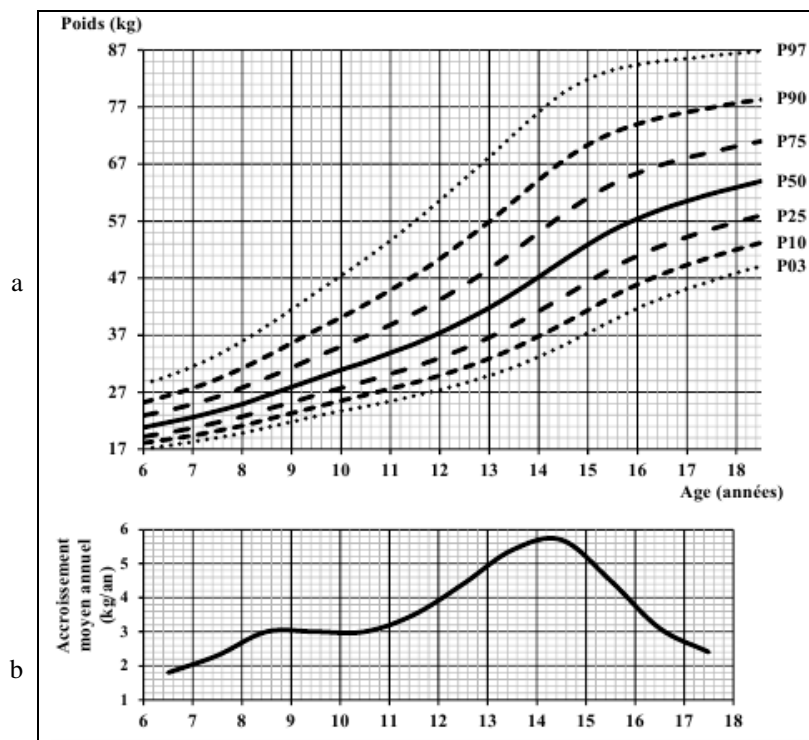


Figure 20 : Courbes percentiles (a) et accroissements moyens annuels (b) du poids (kg) des garçons (Constantine, 2009)

L'allure de la courbe médiane du poids [Cf. Fig. 20-a] est semblable à celle des filles, à la différence que le poids a continué d'augmenter et n'a pas atteint un plateau. Nous avons observé une légère augmentation des accroissements moyens de poids lors de la période prépubertaire entre 6 et 10 ans, puis une accélération pubertaire entre 11 ans et 14 ans environ, enfin une décélération post-pubertaire. Le pic de croissance pubertaire est observé entre 14 et 15 ans [Cf. Fig. 20-b].

Le poids médian des garçons a varié de 20,8 kg à 62,9 kg. Au cours de ces 13 ans, le gain total du poids a été de 42,1 kg et le pic (5,7 kg) est obtenu entre 14 ans et 15 ans.

## 4.2. Courbes de la taille selon le sexe

### 4.2.1. Taille des filles (6 – 18 ans)

Les courbes de référence chez les filles ont été modélisées sans asymétrie :  $ddl = 0$  et  $L$  a été fixée à 1 [Cf. Tab. 29]. Le modèle choisi est  $L00(L = 1)M05S04R$ . Dans ce cas, la valeur du 50<sup>ème</sup> percentile a correspondu à la moyenne.

Tableau 29 : Paramètres L, M, S et percentiles lissés de la taille (cm) selon l'âge des filles (Constantine, 2009)

Age* (ans)	L	M	S	ET	P03	P10	P25	P75	P90	P97
6	1	114,1	0,03526	4,02	106,5	109,0	111,4	116,8	119,3	121,7
7	1	119,6	0,03816	4,56	111,0	113,7	116,5	122,6	125,4	128,1
8	1	125,1	0,04089	5,12	115,5	118,5	121,7	128,6	131,7	134,7
9	1	130,8	0,04327	5,66	120,1	123,5	127,0	134,6	138,0	141,4
10	1	136,9	0,04488	6,14	125,4	129,0	132,8	141,1	144,8	148,5
11	1	143,4	0,04496	6,45	131,2	135,1	139,0	147,7	151,6	155,5
12	1	149,4	0,04324	6,46	137,2	141,1	145,0	153,7	157,6	161,5
13	1	154,2	0,04027	6,21	142,5	146,2	150,0	158,4	162,1	165,9
14	1	157,5	0,03734	5,88	146,4	150,0	153,5	161,5	165,0	168,6
15	1	159,4	0,03533	5,63	148,8	152,2	155,6	163,2	166,7	170,0
16	1	160,3	0,03437	5,51	150,0	153,3	156,6	164,1	167,4	170,7
17	1	160,6	0,03413	5,48	150,3	153,5	156,9	164,3	167,6	170,9
18	1	160,7	0,03400	5,46	150,4	153,7	157,0	164,4	167,7	171,0

L : puissance Box Cox pour la transformation à la loi normale ; M : médiane (50<sup>ème</sup> percentile) ; S : coefficient de variation ; P03 : 3<sup>ème</sup> percentile ; P10 : 10<sup>ème</sup> percentile ; P25 : 25<sup>ème</sup> percentile ; ET : Ecart-type ; P75 : 75<sup>ème</sup> percentile ; P90 : 90<sup>ème</sup> percentile ; P97 : 97<sup>ème</sup> percentile ; \* : A âge exact

A partir des valeurs de S et des moyennes, nous avons calculé les écart-types (ET). Ces paramètres statistiques (S et ET) augmentent avec l'âge jusqu'à atteindre un maximum à 11,0 ans et 12,0 ans respectivement pour S et ET. La taille moyenne des filles a varié de  $114,1 \pm 4,02$  cm à  $160,7 \pm 5,46$  cm avec un gain total de 46,6 cm. La valeur la plus élevée (6,50 cm) est enregistrée entre 10 et 11 ans.

Le choix adéquat des ddl est vérifié par le worm plot [Cf. Fig. 21]. Pour toutes les tranches d'âges, sauf 15,0 ans – 15,7 ans, les graphes du worm plots ont été presque plats et se

sont alignés presque le long de l'axe horizontal. Pour la tranche d'âge citée ci-dessus, le graphe a présenté une pente négative reflétant une modélisation non parfaite. Cependant, elle n'a pas eu d'effet sur la modélisation de l'ensemble des données.

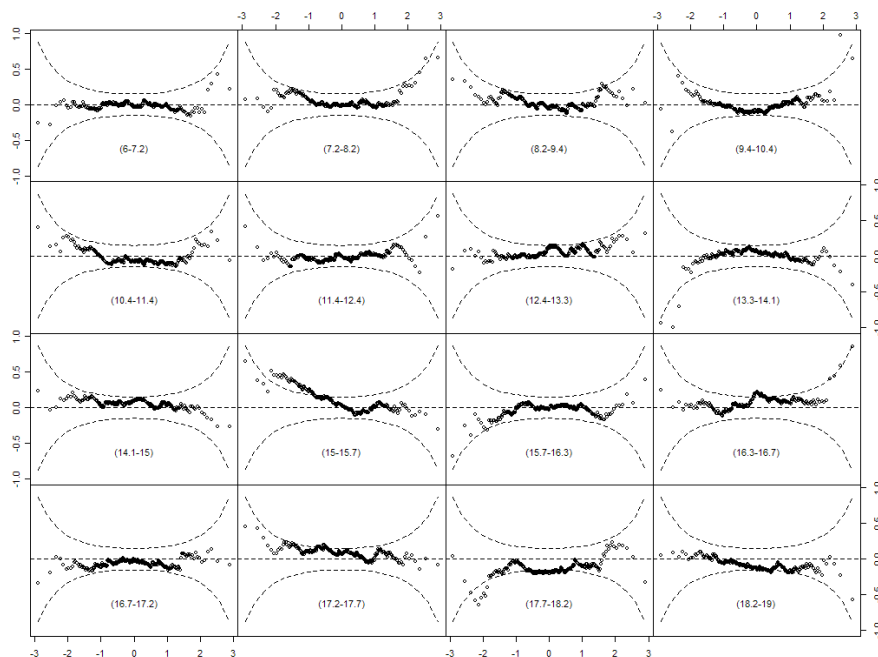


Figure 21 : Worm plot de la taille des filles (modèle L00(L = 1)M05S04R) -Constantine, 2009

Les courbes percentiles et d'accroissements moyens annuels de la taille des filles sont présentées par la figure 22.

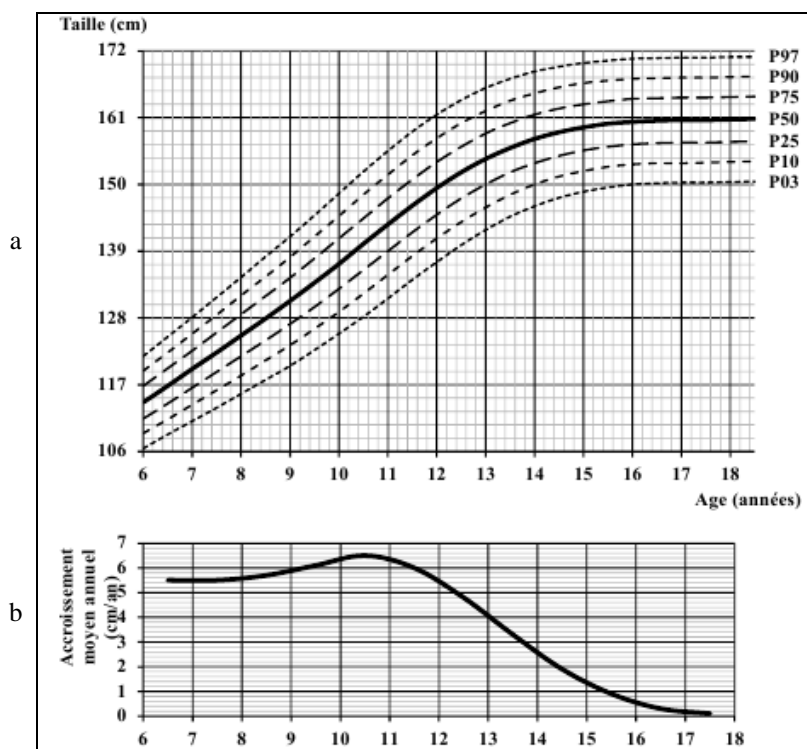


Figure 22 : Courbes percentiles (a) et accroissements moyens annuels (b) de la taille (cm) des filles (Constantine, 2009)

Etant donné que la distribution des données est normale, les différences entre les valeurs des percentiles adjacents (par exemple entre 75<sup>ème</sup> et 97<sup>ème</sup>) ont été constantes pour un âge donné mais varient pour des âges différents [Cf. Fig. 22-a].

La courbe moyenne de la taille pouvait être divisée en trois phases : croissance progressive, accélérée et décélérée. La première s'est étalée de 6 à 9,5 ans, la deuxième s'est étendue jusqu'à 13 ans. Au cours de cette dernière phase, nous avons observé un ralentissement et un début de formation d'un palier à partir de 16 ans. Le pic de la croissance pubertaire s'est situé entre 10 et 11 ans [Cf. Fig. 22-b].

Les courbes de croissance en poids et en taille des filles sont présentées par la figure 23.

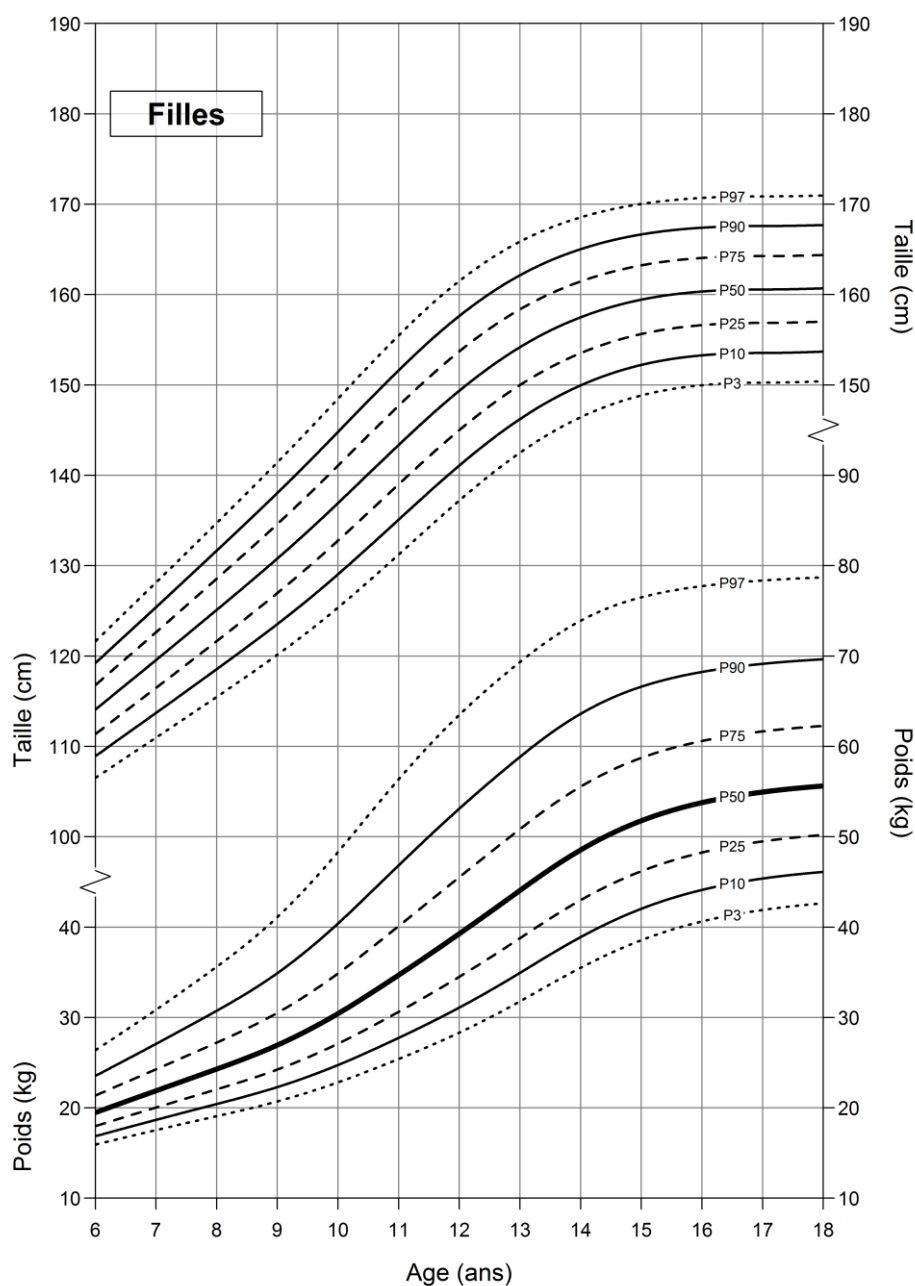


Figure 23 : Courbe de croissance en poids (kg) et en taille (cm) des filles (Constantine, 2009)

4.2.2. Taille des garçons (6 – 18 ans)

Pour la taille, la valeur de L est fixée à 1, synonyme d'une distribution normale. Le modèle choisi est L00(L = 1)M06S05R [Cf. Tab. 30].

Tableau 30 : Paramètres L, M, S et percentiles lissés de la taille (cm) selon l'âge des garçons (Constantine, 2009)

Age* (ans)	L	M	S	E T	P03	P10	P25	P75	P90	P97
6	1	116,1	0,03726	4,33	108	110,6	113,2	119,1	121,7	124,3
7	1	121,0	0,03986	4,82	112	114,8	117,8	124,3	127,2	130,1
8	1	126,4	0,04168	5,27	116,5	119,6	122,8	129,9	133,1	136,3
9	1	131,9	0,04231	5,58	121,4	124,8	128,2	135,7	139,1	142,4
10	1	137,1	0,04329	5,94	125,9	129,5	133,1	141,1	144,7	148,3
11	1	141,8	0,04541	6,44	129,7	133,6	137,5	146,2	150,1	153,9
12	1	146,8	0,0481	7,06	133,6	137,8	142,1	151,6	155,9	160,1
13	1	152,9	0,05029	7,69	138,4	143,0	147,7	158,1	162,8	167,4
14	1	159,8	0,05015	8,01	144,7	149,5	154,4	165,2	170,0	174,8
15	1	165,8	0,04652	7,71	151,3	156,0	160,6	171,0	175,7	180,3
16	1	170,1	0,0412	7,01	157,0	161,2	165,4	174,9	179,1	183,3
17	1	172,7	0,03729	6,44	160,6	164,4	168,3	177,0	180,9	184,8
18	1	174,1	0,03487	6,07	162,7	166,4	170,0	178,2	181,9	185,6

L : puissance Box Cox pour la transformation à la loi normale ; M : médiane (50<sup>ème</sup> percentile) ; S : coefficient de variation ; P03 : 3<sup>ème</sup> percentile ; P10 : 10<sup>ème</sup> percentile ; P25 : 25<sup>ème</sup> percentile ; E T : Ecart-type ; P75 : 75<sup>ème</sup> percentile ; P90 : 90<sup>ème</sup> percentile ; P97 : 97<sup>ème</sup> percentile ; \* : A âge exact

Nous avons calculé l'ET à partir de la moyenne (égale au 50<sup>ème</sup> percentile) et du S. Nous avons remarqué que les valeurs de S et ET ont augmenté avec l'âge jusqu'à 13 et 14 ans respectivement puis ont diminué après ces âges.

La taille moyenne des garçons est passée de 116,1 ± 4,33 cm à 174,1 ± 6,07 cm avec un gain total de 58 cm. Les garçons ont gagné 6,9 cm entre 13 et 14 ans.

Les worm plots ont été proches et alignés à l'origine [Cf. Fig. 24], indiquant un ajustement raisonnable. Les tranches d'âges 14,9 -15,6 ans et 16,8 - 17, 4 ans ont présenté des graphes en parabole (sous forme de « U » inversé), reflétant une asymétrie à droite. Cette dernière n'a pas eu d'effet sur la modélisation.

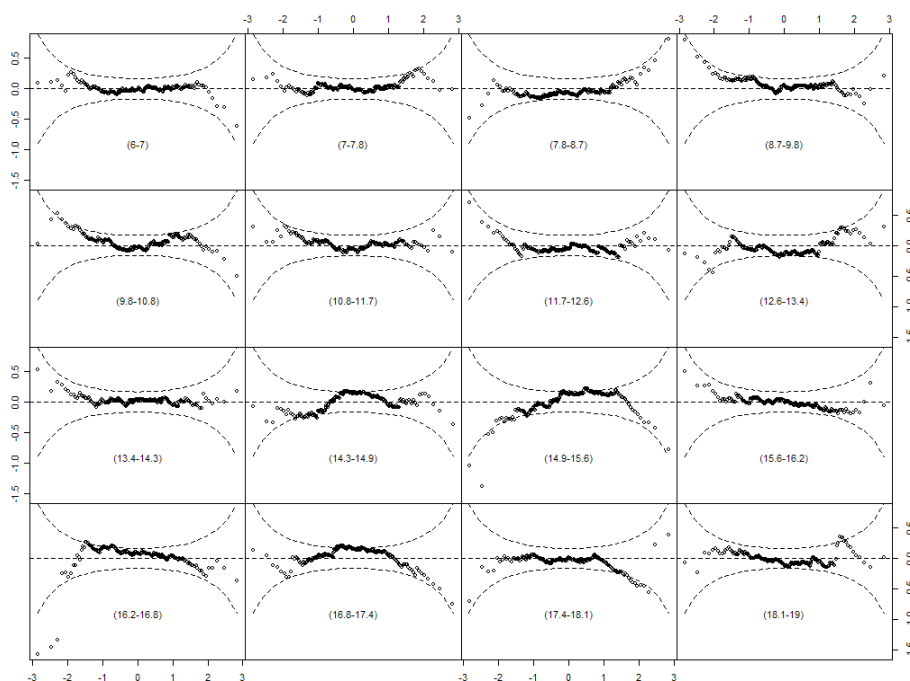


Figure 24 : Worm plot de la taille des garçons (modèle L00(L = 1)M06S05R)-Constantine, 2009

Les percentiles inférieurs et supérieurs sont positionnés autour de la valeur centrale avec des écarts égaux [Cf. Fig. 25-a]. La courbe moyenne de la taille des garçons peut être subdivisée, comme celle des filles, en trois parties décrivant chacune une allure différente.

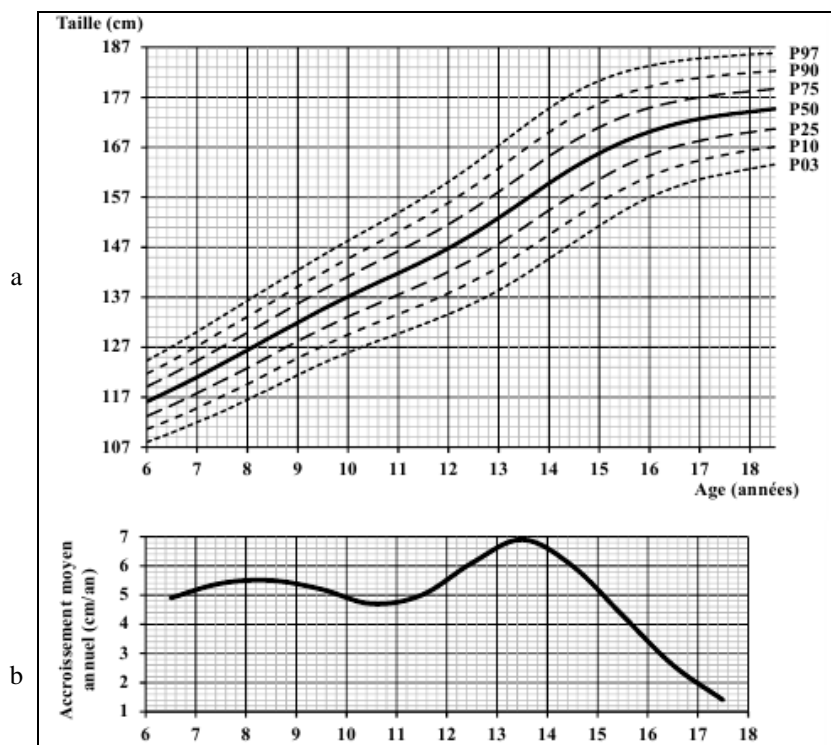


Figure 25 : Courbes percentiles (a) et accroissements moyens annuels (b) de la taille (cm) des garçons (Constantine, 2009)

Au cours de la phase centrale, allant de 13 à 15 ans, nous avons observé une accélération de croissance. Au-delà de cette partie, un décroissement a été noté sans arrêt avec apparition de palier. A ce stade, un pic de croissance a été noté [Cf. Fig. 25-b] entre 13 et 14 ans. Nous avons observé un accroissement minimal de la croissance après l'âge de 10 ans. Les courbes de croissance en poids et en taille des garçons sont présentées par la figure 26.

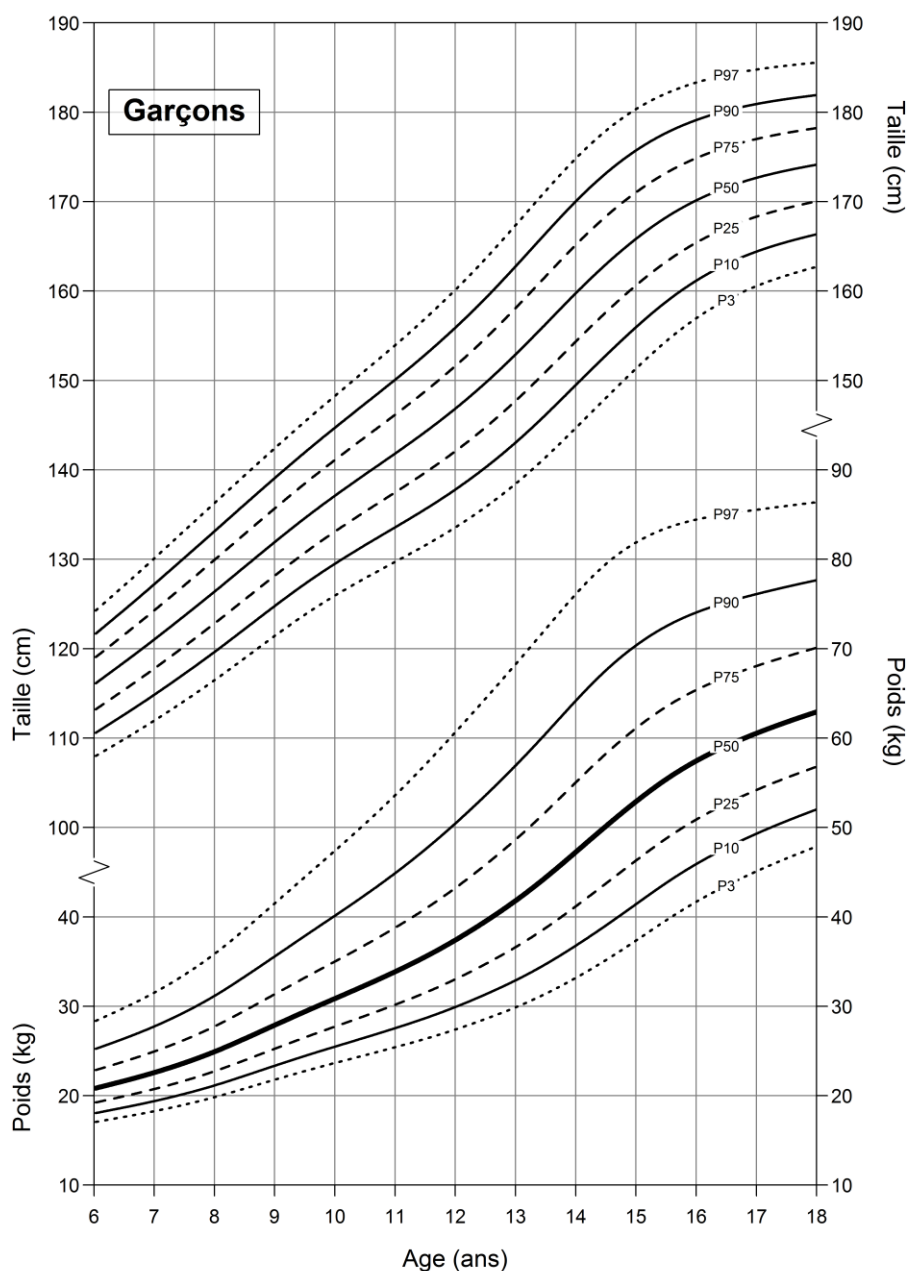


Figure 26 : Courbe de croissance en poids (kg) et en taille (cm) des garçons (Constantine, 2009)

### 4.3. Courbe de l'indice de masse corporelle selon le sexe

#### 4.3.1. Indice de masse corporelle des filles (6 – 18 ans)

Le modèle choisi pour les données de l'IMC est L03M05S04R. L'option « rescaled age » a été choisie à la place de « transformed » puisque cette dernière option n'avait pas d'impact sur la forme de la courbe « M ».

Les valeurs de la puissance de transformation ont été inférieures à 1 [Cf. Tab. 31] reflétant une dissymétrie positive. Comparé au poids, l'IMC a montré plus d'asymétrie positive mais des valeurs de coefficient de variation plus faibles. Cette dissymétrie positive a entraîné un éloignement des percentiles supérieurs et un rapprochement des percentiles inférieurs. Le coefficient de variation a enregistré une valeur maximale à 13 ans.

Tableau 31 : Paramètres L, M, S et percentiles lissés de l'IMC (kg/m<sup>2</sup>) selon l'âge des filles (Constantine, 2009)

Age* (ans)	L	M	S	P03	P10	P25	P75	P90	P97
6	-2,81	15,12	0,08897	13,2	13,7	14,3	16,1	17,3	19
7	-2,687	15,35	0,09808	13,2	13,8	14,4	16,5	17,9	19,8
8	-2,567	15,58	0,10682	13,2	13,9	14,6	16,9	18,4	20,7
9	-2,421	15,86	0,117	13,3	14,0	14,8	17,3	19,1	21,7
10	-2,222	16,31	0,12983	13,4	14,2	15,1	18,0	20,1	23,2
11	-1,988	16,91	0,14269	13,6	14,5	15,5	18,8	21,2	24,8
12	-1,753	17,64	0,1523	14,0	14,9	16,1	19,8	22,4	26,3
13	-1,554	18,53	0,15656	14,5	15,6	16,8	20,8	23,6	27,5
14	-1,424	19,47	0,15638	15,2	16,3	17,6	21,8	24,7	28,5
15	-1,363	20,25	0,15335	15,9	17,0	18,4	22,6	25,5	29,2
16	-1,357	20,82	0,14925	16,4	17,6	18,9	23,2	26,0	29,6
17	-1,377	21,24	0,14591	16,8	18,0	19,4	23,6	26,4	30,0
18	-1,401	21,56	0,14365	17,1	18,3	19,7	23,9	26,7	30,3

L : puissance Box Cox pour la transformation à la loi normale ; M : médiane (50<sup>ème</sup> percentile) ;  
 S : coefficient de variation ; P03 : 3<sup>ème</sup> percentile ; P10 : 10<sup>ème</sup> percentile ; P25 : 25<sup>ème</sup> percentile ;  
 P75 : 75<sup>ème</sup> percentile ; P90 : 90<sup>ème</sup> percentile ; P97 : 97<sup>ème</sup> percentile ; \* : A âge exact

La vérification du bon choix des ddl à l'aide du worm plot a montré que pour la totalité des tranches d'âge la distribution des valeurs de l'IMC a été asymétrique [Cf. Fig. 27]. Les différents modèles du worm plot existent : parabolique (exemple tranche 16,3 ans – 16,7 ans), pente (exemple tranche 17,2 ans – 17,7 ans) et « S » (exemple tranche 7,2 ans – 8,2 ans).



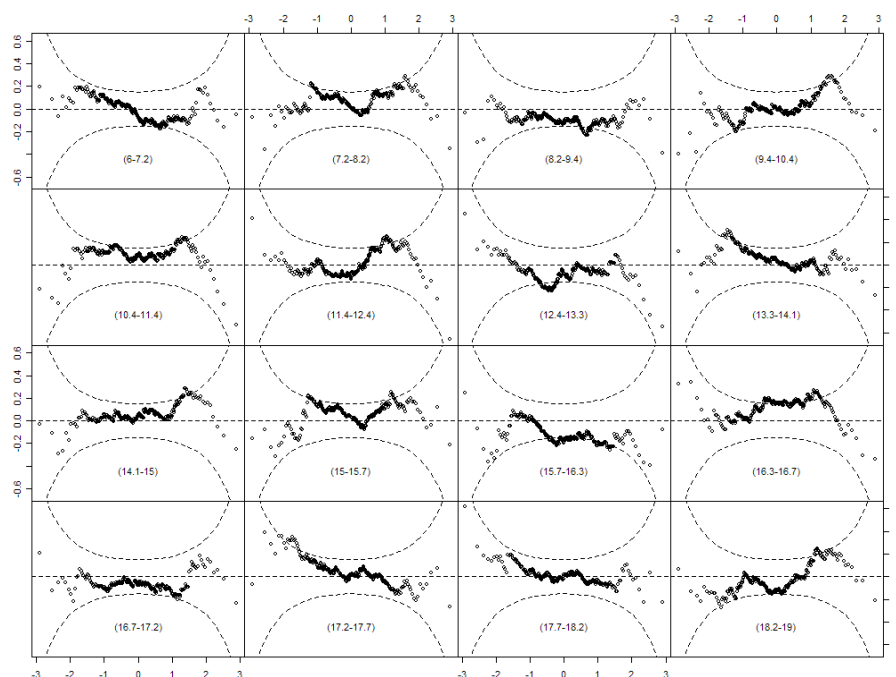


Figure 27 : Worm plot de l'IMC des filles (modèle L03M05S04R) – Constantine, 2009

Les courbes de l'IMC ont été traitées de deux manières : sous forme de percentiles et sous forme de seuils IOTF (les seuils du surpoids et de l'obésité sont constitués par les courbes de centiles atteignant respectivement les valeurs 25 et 30 kg/m<sup>2</sup> à 18 ans) et de Cole et coll. (pour les trois degrés de minceur). La figure 28 montre les deux représentations des courbes de l'IMC. La corpulence médiane des filles a augmenté avec l'âge. Cependant, nous avons observé un ralentissement après l'âge de 14 ans mais sans stagnation.

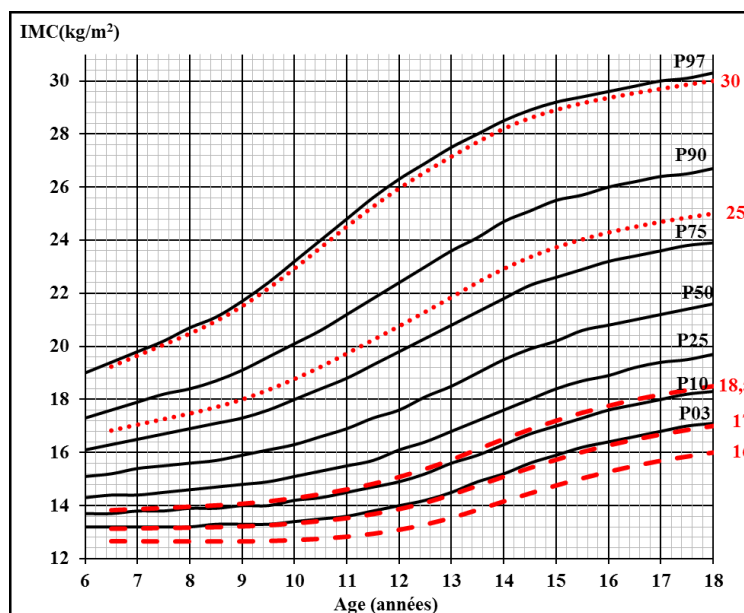


Figure 28 : Courbes percentiles lissés (—) et seuils de l'IOTF (....) et Cole et coll. (- -) de l'IMC (kg/m<sup>2</sup>) des filles (Constantine, 2009)

Les courbes percentiles 3<sup>ème</sup> et 90<sup>ème</sup> ont été comprises entre le seuil 16 de Cole et coll. et IOTF-30. Nous avons remarqué un chevauchement des seuils 17, 18,5 de Cole et coll. et IOTF-30 avec le 3<sup>ème</sup>, 10<sup>ème</sup> et 97<sup>ème</sup> percentiles respectivement [Cf. Fig. 28].

A 18,5 ans, les seuils de Cole et coll. et de l'IOTF (16, 17, 18,5, 25 et 30) ont coïncidé respectivement avec les 0,5<sup>ème</sup>, 2,5<sup>ème</sup>, 11,7<sup>ème</sup>, 82,4<sup>ème</sup> et 96,7<sup>ème</sup> percentiles.

La figure 29 présente la courbe de l'IMC des filles.

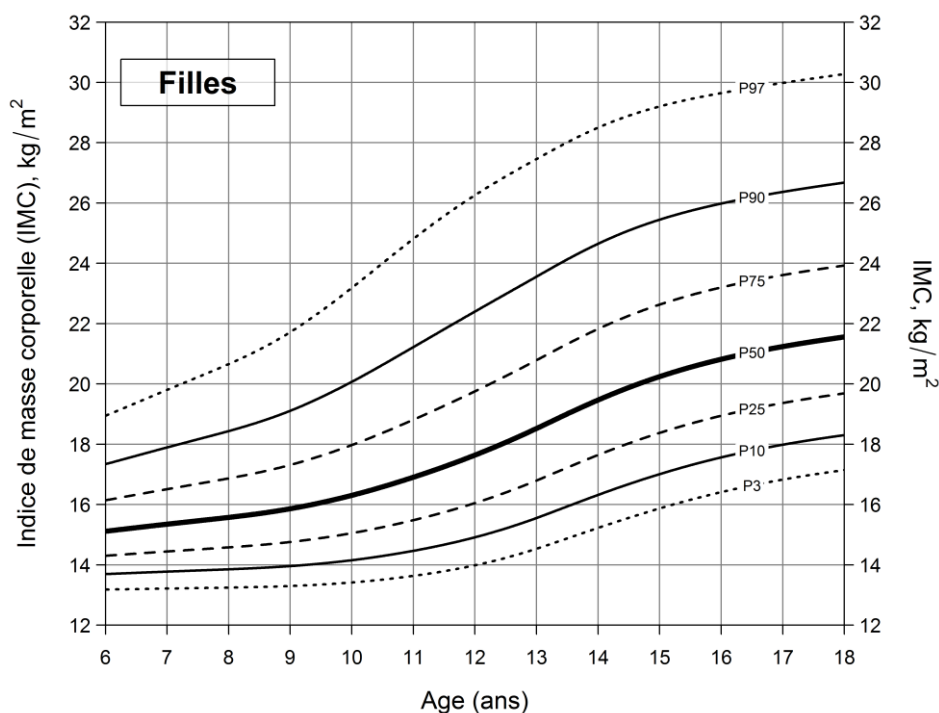


Figure 29 : Courbe de l'IMC (kg/m<sup>2</sup>) des filles (Constantine, 2009)

#### 4.3.2. Indice de masse corporelle des garçons (6 – 18 ans)

Le modèle choisi est L03M05S04R. Les valeurs de la puissance de transformation (L) sont inférieures à 1, synonyme d'asymétrie positive. Cette asymétrie a entraîné un rapprochement des faibles percentiles et un éloignement des autres percentiles. Les valeurs faibles du coefficient de variation ont augmenté avec l'âge jusqu'à atteindre un pic à 14 ans. Au contraire, les valeurs de L s'accroissent jusqu'à l'âge de 18 ans [Cf. Tab. 32].

Tableau 32 : Paramètres L, M, S et percentiles lissés de l'IMC (kg/m<sup>2</sup>) selon l'âge des garçons (Constantine, 2009)

Age* (ans)	L	M	S	P03	P10	P25	P75	P90	P97
6	-2,966	15,35	0,08485	13,5	14,0	14,6	16,3	17,5	19
7	-2,906	15,53	0,09034	13,5	14,1	14,7	16,6	17,9	19,6
8	-2,829	15,77	0,09727	13,6	14,2	14,9	17,0	18,4	20,4
9	-2,731	16,08	0,10582	13,7	14,3	15,1	17,4	19,1	21,4
10	-2,619	16,43	0,11492	13,8	14,5	15,3	17,9	19,8	22,6
11	-2,49	16,83	0,12424	14,0	14,7	15,6	18,5	20,6	23,9
12	-2,346	17,31	0,13267	14,2	15,0	16,0	19,1	21,5	25,2
13	-2,203	17,85	0,13857	14,5	15,4	16,4	19,8	22,4	26,3
14	-2,089	18,44	0,14158	14,9	15,8	16,9	20,5	23,2	27,2
15	-2,019	19,08	0,14116	15,4	16,4	17,5	21,2	23,9	27,9
16	-1,99	19,65	0,138	15,9	16,9	18,0	21,8	24,4	28,3
17	-1,98	20,10	0,13458	16,4	17,3	18,5	22,2	24,8	28,6
18	-1,971	20,51	0,13169	16,8	17,7	18,9	22,6	25,2	28,8

L : puissance Box Cox pour la transformation à la loi normale ; M : médiane (50<sup>ème</sup> percentile) ; S : coefficient de variation ; P03 : 3<sup>ème</sup> percentile ; P10 : 10<sup>ème</sup> percentile ; P25 : 25<sup>ème</sup> percentile ; P75 : 75<sup>ème</sup> percentile ; P90 : 90<sup>ème</sup> percentile ; P97 : 97<sup>ème</sup> percentile ; \* : A âge exact

Le bon choix des ddl est vérifié à l'aide du worm plot [Cf. Fig. 30]. Les graphes ont montré les différentes formes du worm plots (« S », pente et parabolique) ainsi qu'un rapprochement du worm de la ligne d'origine. La présence des différentes formes a affirmé la distribution asymétrique des données de l'IMC.

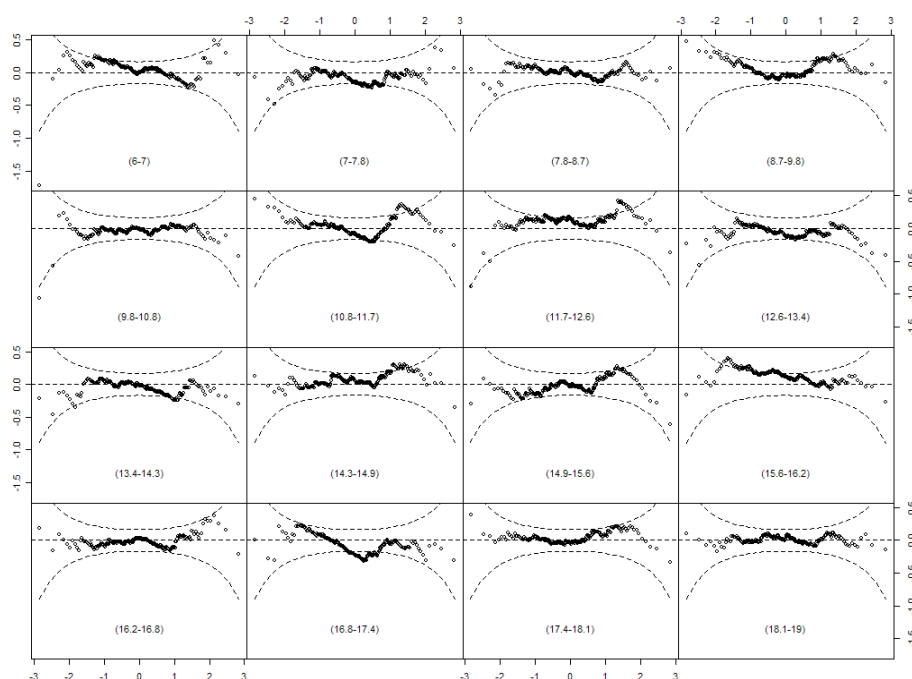


Figure 30 : Worm plot de l'IMC des garçons (modèle L03M05S04R)-Constantine, 2009

La figure 31 montre les deux représentations des courbes de l'IMC (percentiles et seuils IOTF). La corpulence médiane, des garçons, a augmenté avec l'âge avec un ralentissement mais sans stagnation des valeurs. Ceci peut être expliqué par le fait que la croissance des garçons en poids et en taille n'est pas encore arrêtée.

Les courbes percentiles de notre population sont comprises entre le seuil 16 de Cole et coll. et IOTF-30. Le seuil 18,5 se rapproche du 25<sup>ème</sup> percentile. Nous avons remarqué un rapprochement entre le 3<sup>ème</sup> et 90<sup>ème</sup> percentiles avec respectivement les seuils 17 et 25 de Cole et coll. et IOTF.

Les différents seuils IOTF se synchronisent avec 0,74<sup>ème</sup>, 4,2<sup>ème</sup>, 19,2<sup>ème</sup>, 89,3<sup>ème</sup> et 97,9<sup>ème</sup> percentiles.

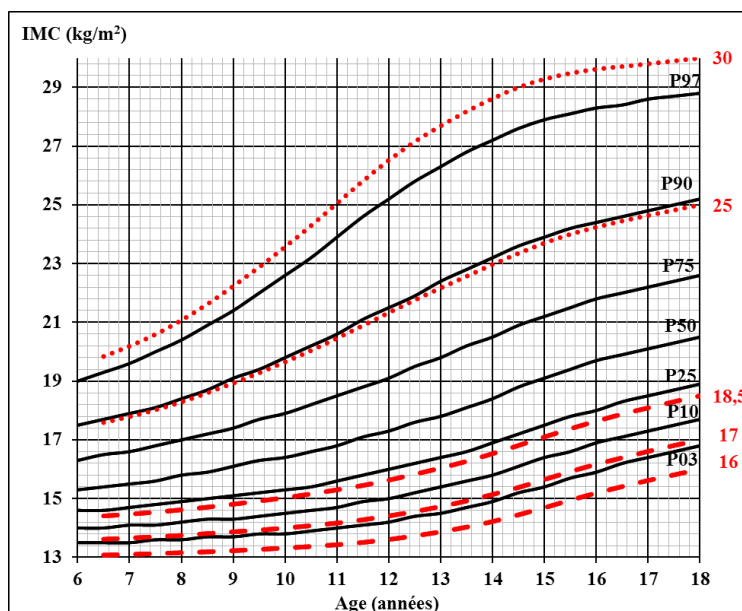


Figure 31 : Courbes percentiles lissées (—) et seuils de l'IOTF (...), Cole et coll. (- -) de l'IMC lissé (kg/m<sup>2</sup>) des garçons (Constantine, 2009)

La figure 32 présente la courbe de l'IMC des garçons de Constantine.

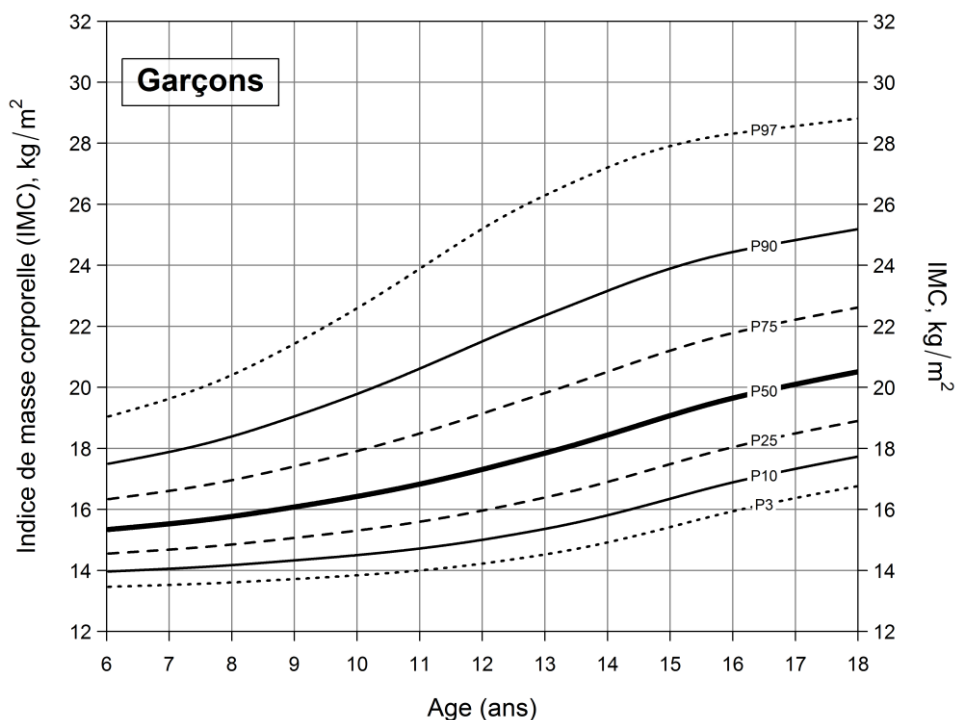


Figure 32 : Courbe de l'IMC (kg/m<sup>2</sup>) des garçons (Constantine, 2009)

## 5. COMPARAISON DE LA CROISSANCE DES FILLES ET DES GARÇONS DE L'ETUDE

### 5.1. Comparaison du poids

La comparaison du poids médian des filles et des garçons est illustrée par la figure 33. Nous avons remarqué que, à 10,5 ans et 14,5 ans, le poids médian des filles se superposait à celui des garçons. Avant 10,5 ans, la courbe du 50<sup>ème</sup> percentile des garçons est située au-dessus de celle des filles. A six ans, la différence entre les deux poids a été de 1,3 kg. Cette différence a diminué progressivement jusqu'à 10,5 ans. Après 14,5 ans, la courbe médiane du poids des élèves de sexe masculin se localisait au-dessus de celle des filles. Si nous nous référons aux valeurs médianes, l'écart de poids entre les deux sexes à l'âge de 18,5 ans a été de 8,1 kg. Entre 10,5 et 14,5 ans, les filles ont pesé plus lourd que les garçons en raison du développement pubertaire au cours duquel les filles gagnent plus de poids.

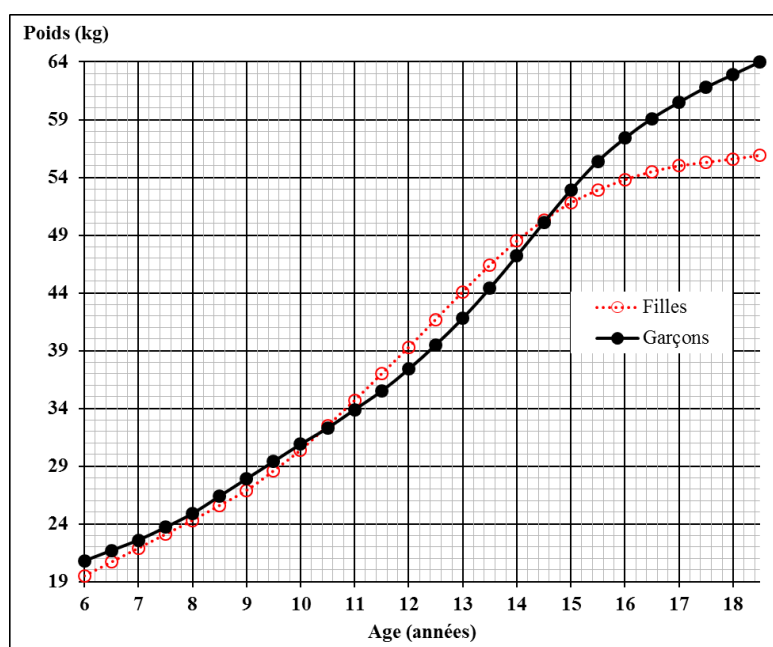


Figure 33 : Courbes médianes du poids (kg) des filles et des garçons (Constantine, 2009)

### 5.2. Comparaison de la taille

La disposition des courbes moyennes de la taille des filles et des garçons a été différente tout le long de la période de croissance. Les filles ont été plus grandes que les garçons entre l'âge de 10 et 13,5 ans. Après cette période, les garçons les ont rattrapé puis les ont dépassé [Cf. Fig. 34].

La taille moyenne des garçons a augmenté avec l'âge alors que celle des filles a commencé à stagner à l'âge de 17 ans. La différence de taille, à 18,5 ans, entre les deux sexes a été de 13,9 cm, différence la plus importante de tous les âges.

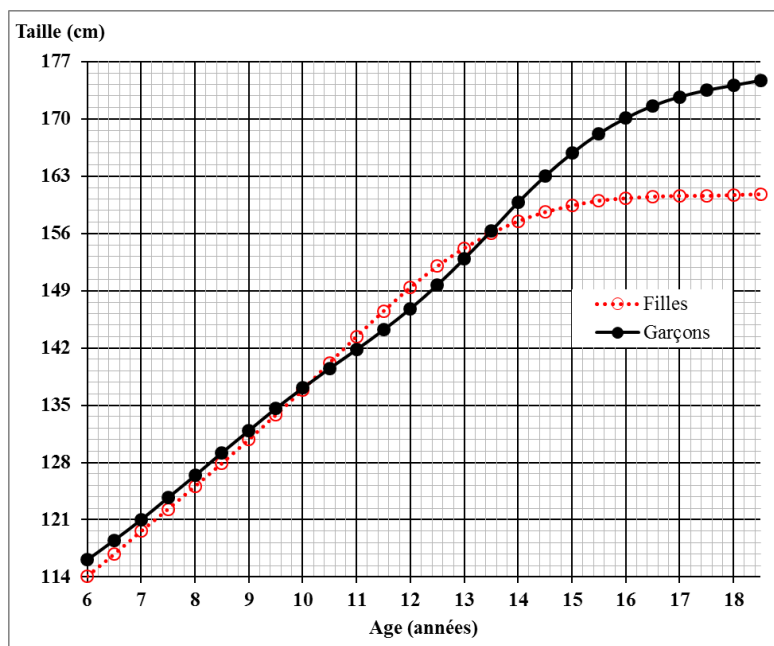


Figure 34 : Courbes médianes de la taille (cm) des filles et des garçons (Constantine, 2009)

### 5.3. Comparaison de l'indice de masse corporelle

Après l'âge de 10,5 ans, la courbe médiane de l'IMC des élèves de sexe féminin s'est située au-dessus de celle de sexe masculin et ce jusqu'à 18 ans [Cf. Fig. 35]. A cet âge, l'écart entre les valeurs médianes de l'IMC a été de  $1,1 \text{ kg/m}^2$ . Cette différence a été observée depuis l'âge de 14 ans. Entre 6 ans et 10,5 ans, la différence moyenne a été de  $0,2 \text{ kg/m}^2$ .

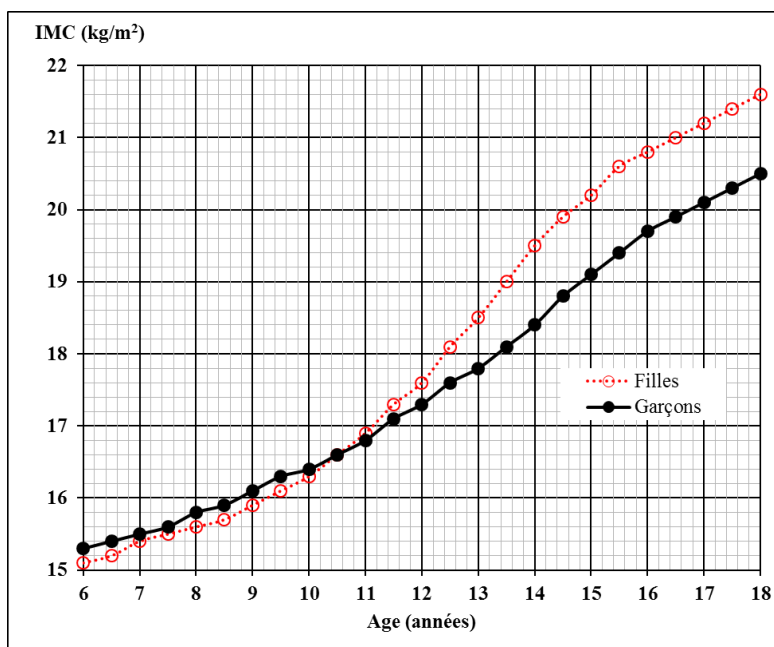


Figure 35 : Courbes médianes de l'IMC ( $\text{kg/m}^2$ ) des filles et des garçons (Constantine, 2009)

## **6. COMPARAISON DE LA CROISSANCE DE LA POPULATION D'ETUDE AVEC D'AUTRES DONNEES**

Le choix des études (algériennes, arabes, Europe du Sud, IOTF et OMS 2007) auxquelles notre population est comparée repose sur plusieurs critères :

- Population de filles et de garçons âgée de 6 à 18 ans ;
- Références du poids et IMC médians (distribution non asymétrique) et de taille moyenne (distribution gaussienne) ;
- Valeurs du poids, de la taille et de l'IMC présentées à âge fixe. Lorsque ces données sont exprimées pour une tranche d'âge, ces valeurs sont considérées comme une moyenne reflétant la croissance en poids, en taille ou en corpulence de toute la population appartenant à cette tranche d'âge ;
- Valeurs obtenues après traitement à l'aide de la méthode LMS.

Cette dernière condition n'a pas été appliquée pour le choix des données à partir d'études algériennes. Aucune enquête menée à travers le pays n'a fait appel à la méthode LMS pour le traitement des données à l'exception de celle réalisée par **Benmohammed (2009)**.

### **6.1. Données algériennes**

Les valeurs médianes du poids, de la taille et de l'IMC des sujets des deux sexes de notre population sont comparées aux valeurs moyennes des élèves des communes de la wilaya de Constantine :

- Constantine (secteur urbain El Kantara), enquêtés entre 1998 et 2002 [**Boudjada, 2010**, Cf. Tab. 15, annexe 1] ;
- Constantine (commune), enquête en 2004 [**Bouzenada et coll.**, Cf. Tab. 1, annexe 10] ;
- El Khroub (commune), enquête en 2002 [**Mekhancha-Dahel, 2005**, Cf. Tab. 2, annexe 10] ;
- Constantine (commune), enquête en 2007 [**Benmohammed, 2009**, Cf. Tab. 14, annexe 1].

Les données anthropométriques des élèves d'autres communes à travers le territoire national ont été utilisées pour la comparaison :

- Batna, données des UDS de 2008/09 [**Abdelkrim et Boussaha, 2009**, Cf. Tab. 3, annexe 10] ;
- Bou Saâda (Wilaya de M'sila), données des UDS de 2008/09 [**Abdelkrim et Boussaha, 2009**, Cf. Tab. 4, annexe 10] ;
- Médéa, données des UDS de 2008/09 [**Gasri, 2009**, Cf. Tab. 5, annexe 10] ;

- Redjas (Wilaya de Mila), données des UDS de 2013/14 [Bousbia, 2014, Cf. Tab. 6, annexe 10].

Ces élèves sont âgés entre 6 et 18 ans sauf pour les études de **Abdelkrim et Boussaha (2009)**, **Boudjada (2010)** où les âges ont varié de 6 à 17 ans. Dans l'étude de **Benmohammed (2009)**, l'âge a varié de 12 à 18 ans.

#### 6.1.1. Croissance des filles

**Poids** : La comparaison graphique des valeurs du poids a montré que les filles de notre étude ont présenté des courbes qui se situaient au-dessus de celles de El Khroub (entre 12,5 ans et 14 ans) et de Constantine 2004 (jusqu'à 15,5 ans) [Cf. Fig. 36-a]. Jusqu'à l'âge de 12 ans, les élèves du secteur urbain El Kantara ont des valeurs médianes se situant au-dessus de celles de notre étude. Une superposition de la courbe médiane du poids de notre étude avec les valeurs moyennes des élèves de Batna [Cf. Fig. 37 -a] a été notée. Entre 6 et 18 ans, les filles de Constantine 2009 ont présenté un poids moyen supérieur à celui des filles de Redjas et Bou Saâda [Cf. Fig. 37 -a].

**Taille** : Nous avons observé, qu'après l'âge de 12 ans, un décalage vers le haut des courbes médianes des sujets d'El Khroub comparées à celles de notre étude [Cf. Fig. 36-b]. Les filles de notre étude ont été plus grandes que les sujets des autres communes à l'exception de Batna [Cf. Fig. 37 -b]. Avant l'âge 10 ans, les sujets de Batna et du secteur urbain avaient une taille médiane supérieure [Cf. Fig. 36-b].

**IMC** : Après l'âge de 14 ans, les filles d'El Khroub et celles de l'étude de Bouzenada et coll. avaient une corpulence plus importante que celles de notre étude [Cf. Fig. 36 -c]. La courbe médiane de l'IMC de notre étude se trouvait entre les valeurs moyennes des autres communes [Cf. Fig. 37 -c].

#### 6.1.2. Croissance des garçons

**Poids** : Nous avons observé une superposition (de 6 ans jusqu'à l'âge de 14 ans) des courbes médianes du poids de Constantine 2009 et de l'étude de Boudjada (2010) [Cf. Fig. 36-a]. Jusqu'à l'âge de 12,5 ans, les élèves de la commune d'El Khroub [Cf. Fig. 36 -a] ont été plus lourds que ceux de l'étude Constantine 2009. Comparés aux données collectées en 2004 dans la ville de Constantine [Cf. Fig. 36 -a] ainsi que dans les autres communes algériennes [Cf. Fig. 37-a], les élèves de notre enquête avaient une courbe médiane de poids décalée vers le haut.



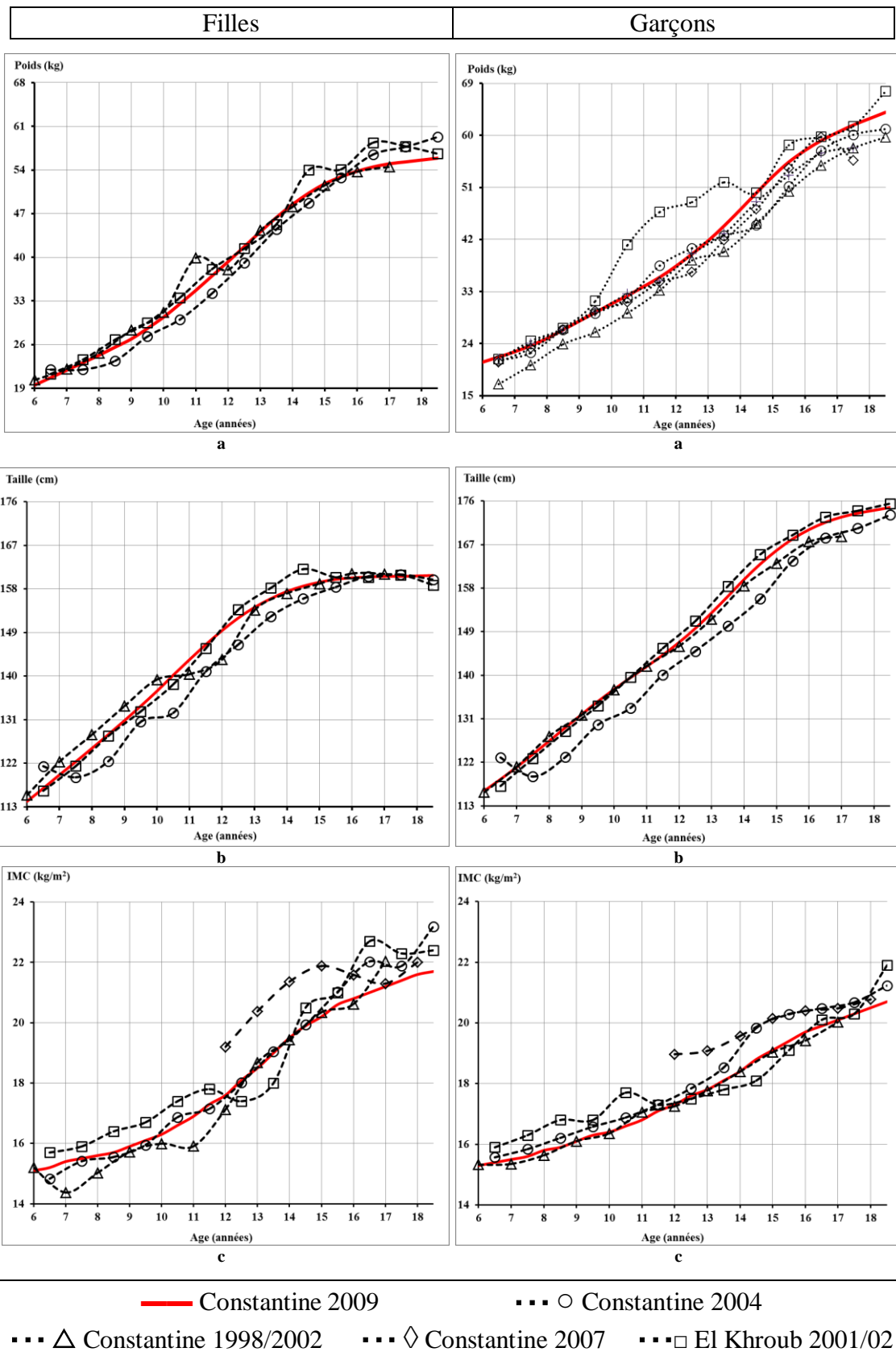


Figure 36 : Valeurs médianes ou moyennes du poids (a) de la taille (b) de l'IMC (c) des filles et des garçons de Constantine 2009, Constantine 2004, Constantine 1998/2002 et El Khroub 2001/02

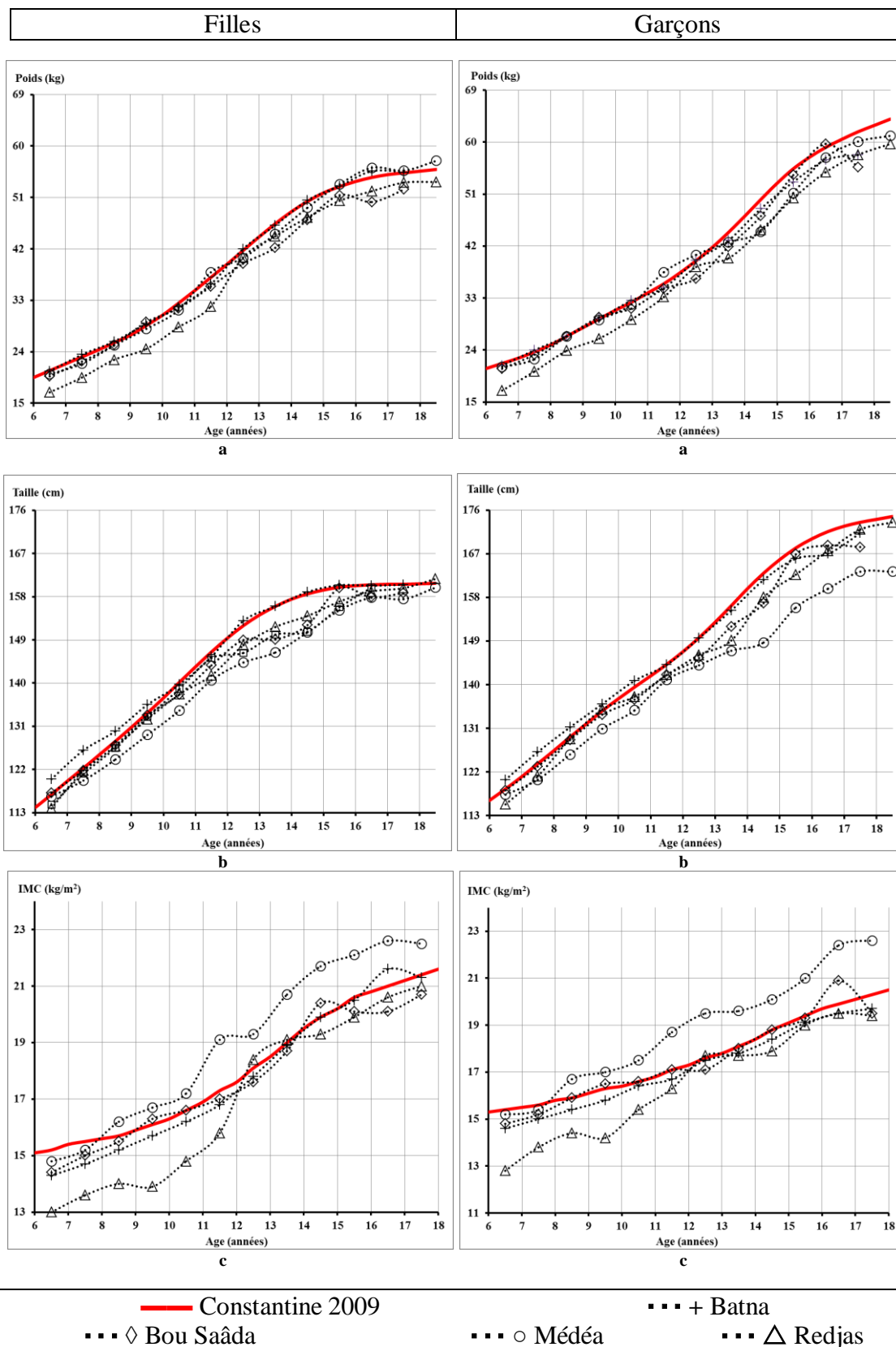


Figure 37 : Valeurs médianes ou moyennes du poids (a), de la taille (b) et de l'IMC (c) des filles et des garçons de Constantine 2009, Batna, Bou Saâda, Médéa et Redjas

Taille : Les élèves de notre étude ont présenté une taille supérieure à celles des enquêtes menées dans la wilaya de Constantine [Cf. Fig. 36 –b] et dans les autres communes du pays [Cf. Fig. 37 –b] à l'exception de celle d'El Khroub et de Batna. Après l'âge de 11,5 ans, les élèves d'El Khroub avaient une courbe moyenne décalée vers le haut.

IMC : Les courbes médianes de l'IMC de l'étude Constantine 2009 sont situées au-dessus des autres courbes moyennes, elles sont dépassées par celle de Constantine 2007 [Cf. Fig. 36 –c] et de Médéa [Cf. Fig. 37 –c], à tous les âges et d'El Khroub jusqu'à l'âge de 12 ans [Cf. Fig. 36 –c]. Nous avons noté une superposition entre les courbes médianes des élèves du secteur urbain El Kantara et de notre étude.

## **6.2. Références locales de pays arabes**

Les valeurs médianes du poids et de l'IMC et les valeurs moyennes de la taille des filles et des garçons de notre population sont comparées à celles de l'Arabie Saoudite [Cf. Tab. 1-2, annexe 1], les Emirats Arabes Unies [Cf. Tab. 3, annexe 1], le Qatar [Cf. Tab. 4, annexe 1], l'Egypte [Cf. Tab. 1, annexe 11] et des marocains vivants aux Pays Bas [Cf. Tab. 2, annexe 11].

### **6.2.1. Croissance des filles**

Poids : La comparaison graphique a montré que le poids médian des filles algériennes [Cf. Fig. 38 –a] a été inférieur à celui des Egyptiennes et des Marocaines. Les Qataries ont été plus lourdes que les Algériennes entre 8 et 11,5 ans. Les Algériennes avaient un poids supérieur aux Emiraties et aux Saoudiennes.

Taille : A 18 ans, les Algériennes avaient une taille moyenne supérieure à celle des Egyptiennes, Emiraties, Qataries et Saoudiennes [Cf. Fig. 38 – b]. Cette différence a varié de 2 cm avec les références du Qatar et de l'Egypte à plus de 4 cm avec les références de l'Arabie Saoudite et les Emirats arabes Unies. Les courbes moyennes des filles algériennes et des marocaines ont été très proches. Jusqu'à l'âge de 13,5 ans, les Egyptiennes ont présenté des courbes moyennes de taille légèrement au-dessus de celles des Algériennes.

IMC : Les courbes médianes de l'IMC des sujets algériens se situaient en dessous de celles des autres pays. Avant l'âge de 8,5 ans et 9,5ans, les valeurs médianes de l'IMC des Algériennes ont été supérieures à celles des Qataries et des Saoudiennes [Cf. Fig. 38 –c].

### **6.2.2. Croissance des garçons**

Poids : La courbe du poids médian des Algériens s'est située en dessous de celle des garçons égyptiens, qataris et marocains [Cf. Fig. 38 –a].

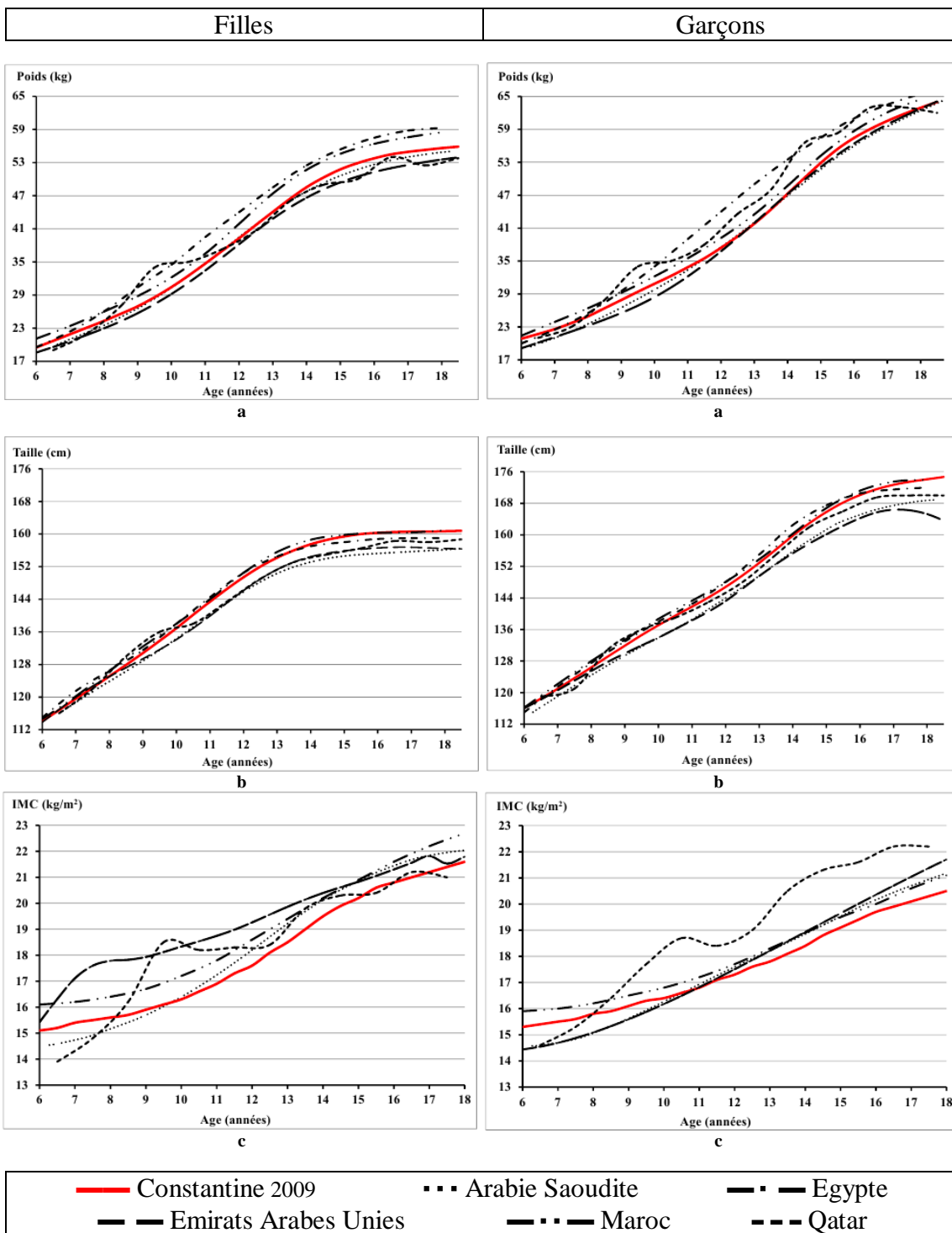


Figure 38 : Valeurs médianes du poids (a), de la taille (b) et de l'IMC (c) des filles et des garçons de Constantine, Arabie Saoudite, Egypte, Emirats Arabes Unies, Maroc et Qatar

A part une superposition des valeurs médianes entre 11,5 ans – 14 ans et 12,5 ans – 14,5 ans respectivement avec les références de l'Arabie Saoudite et des Emirats Arabes Unies, les garçons algériens avaient un poids médian supérieur. A 18 ans, ils avaient le même poids.

Taille : Notre population a présenté une taille moyenne supérieure, à tous les âges, à celle des Emiratis, et Saoudiens et à partir de 8 ans à celle des Qataris. Comparés aux Algériens, les Egyptiens ont présenté une courbe moyenne légèrement supérieure entre 6,5 ans et 16 ans alors que les Marocains avaient des courbes superposables à celle de notre population [Cf. Fig. 38 –b].

IMC : A 18 ans, la valeur médiane de l'IMC des algériens s'est située en dessous de celles des autres pays. Avant l'âge de 8,5 ans et 11 ans, la courbe médiane des Algériens a été respectivement supérieure à celles des Qataris et des Saoudiens et des Emiratis [Cf. Fig. 38–c].

### **6.3. Références locales de pays de l'Europe du Sud**

Les valeurs médianes du poids et de l'IMC et moyennes de la taille des enfants et adolescents français [Cf. Tab. 5, annexe 1], italiens [Cf. Tab. 6, annexe 1], espagnoles [Cf. Tab. 7, annexe 1], grecques [Cf. Tab. 8, annexe 1] et de l'Europe du Sud [Cf. Tab. 3, annexe 11] ont été comparées à celles de Constantine 2009.

#### **6.3.1. Croissance des filles**

Poids : Les valeurs des Z-scores du poids ont varié entre -0,4 et 1 [Cf. Fig. 39 –a]. Ces valeurs, pour les références espagnoles, italiennes et grecques, ont été supérieures aux données algériennes. Au-delà de 15 ans, les différences entre ces références et celle algérienne ont été inférieures à 0,3 Z-scores. Les filles des références françaises avaient des poids plus faibles à tous les âges.

Taille : Les valeurs des Z-scores de la taille changent de -0,5 à 0,7 [Cf. Fig. 39 –b]. Les Françaises ont été plus petites entre 6 et 13 ans. A partir de 15 ans, les Italiennes présentent des valeurs de Z-scores se rapprochant de zéro. Au-delà de cet âge, la différence de taille entre les deux références a été de 0,1 cm. Les Espagnoles et les Européennes du Sud avaient des valeurs de Z-scores plus élevées.

IMC : Les valeurs des Z-scores de l'IMC ont varié de -0,4 à 0,8 [Cf. Fig. 39 –d]. Les références françaises ont présenté une valeur de Z-score nulle à 6 ans et négative ensuite. Les données italiennes, espagnoles et grecques ont présenté des valeurs positives atteignant un maximum à 9 ans puis elles ont diminué par la suite pour atteindre des valeurs inférieures à 0,07 Z-scores.

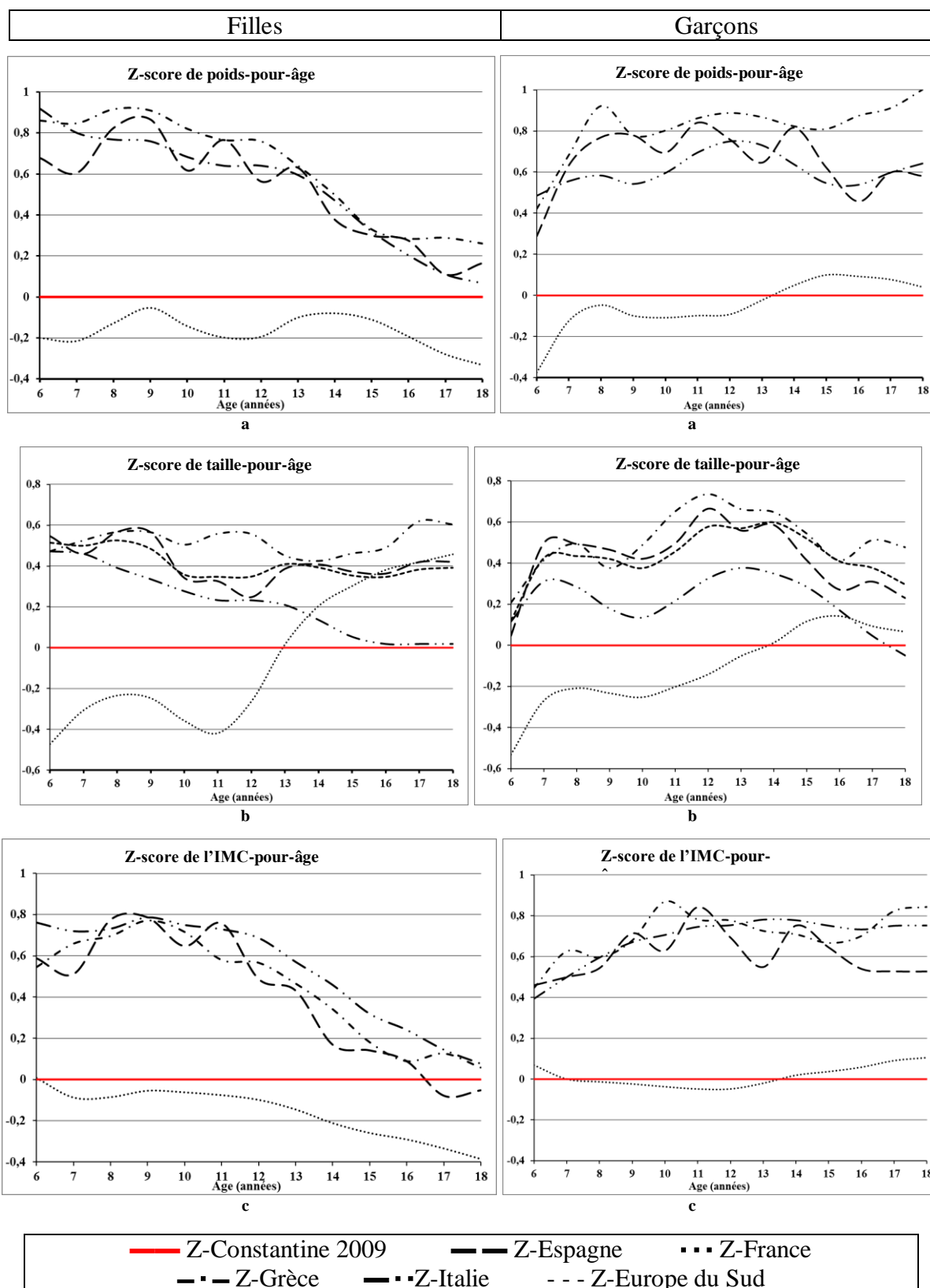


Figure 39 : Z-scores du poids (a), taille (b) et IMC (c) des références espagnoles, françaises, italiennes, grecques et européennes du sud (filles « F » et garçons « G ») établis sur la base des données algériennes (Constantine, 2009)

### 6.3.2. Croissance des garçons

Poids : Les valeurs des Z-scores des références italiennes, grecques et espagnoles ont été supérieures à celles des Algériens. Les références françaises ont présenté un poids supérieur à partir de 13 ans et des valeurs de Z-scores avoisinant le zéro entre 8 et 18 ans [Cf. Fig. 39 –a].

Taille : Les Espagnols, Européens du Sud, Grecs et Italiens avaient une taille supérieure à celle des garçons algériens [Cf. Fig. 39 –b]. Ce n'est qu'après l'âge de 17 ans, que les algériens deviennent plus grands que les italiens. Les références françaises n'ont présenté des valeurs positives de Z-scores qu'après l'âge de 13 ans.

IMC : Entre 7 et 13 ans, les valeurs de Z-scores de l'IMC des références françaises ont été négatives et avoisinant zéro. Pour les autres données de références (Espagne, Italie et Grèce), les valeurs de Z-scores ont été supérieures à celles des sujets algériens quel que soit l'âge [Cf. Fig. 39 –c].

## 6.4. Références internationales OMS 2007

La figure 40 illustre la comparaison du 3<sup>ème</sup>, 50<sup>ème</sup> et 97<sup>ème</sup> percentile du poids, de la taille et de l'IMC des filles et des garçons avec ceux de la référence internationale OMS 2007.

### 6.4.1. Croissance des filles

Poids : Jusqu'à l'âge de 8 ans, les valeurs du 50<sup>ème</sup> percentile du poids pour âge de notre référence ont été proches de celles de l'OMS 2007. Après cet âge, les sujets de la référence internationale ont été légèrement plus lourds. A 17 ans, l'écart entre les deux références diminue, pour atteindre 0,3 kg à 18 ans. Nous avons noté un rapprochement entre les courbes des 3<sup>èmes</sup> percentiles et 97<sup>èmes</sup> percentiles des deux références [Cf. Fig. 40 –a].

Taille : L'écart entre les courbes du 50<sup>ème</sup> des deux références a été de 1 cm à 6 ans. Cet écart a augmenté avec l'âge pour atteindre 2,4 cm à 18 ans [Cf. Fig. 40 –b]. Nous avons remarqué une superposition des courbes du 3<sup>ème</sup> percentile.

IMC : La comparaison, des courbes du 50<sup>ème</sup> percentile de l'IMC, a montré que les valeurs médianes de nos références ont été proches de celles de l'OMS 2007 [Cf. Fig. 40 –c]. Un écart de 0,1 kg/m<sup>2</sup> a été observé à 6 ans entre les courbes du 97<sup>ème</sup> percentile des deux références. Cet écart a augmenté pour arriver à une valeur de 1,4 kg/m<sup>2</sup> à 18 ans. Les valeurs du 3<sup>ème</sup> percentile des données algériennes sont élevées entre 9 et 16 ans.

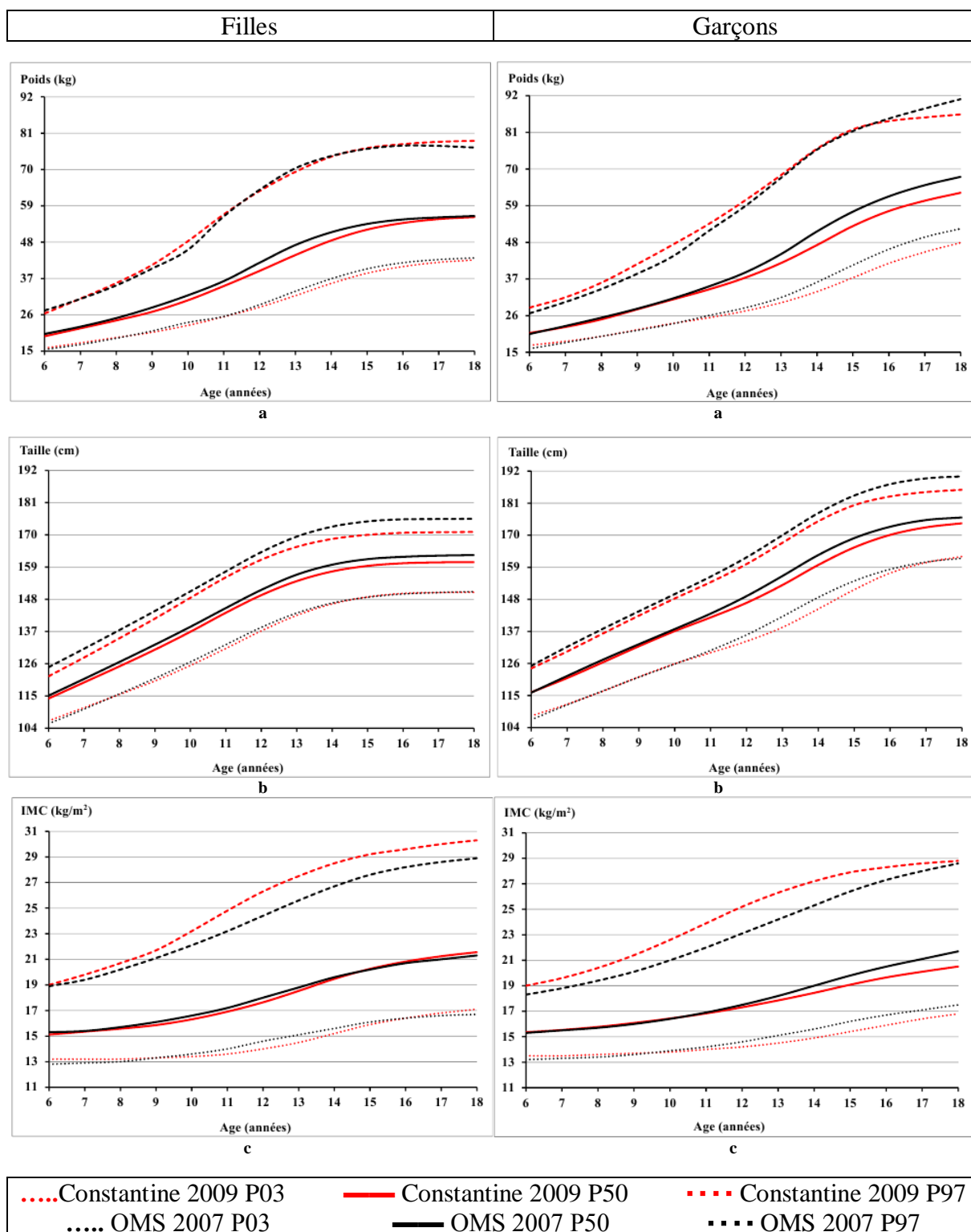


Figure 40 : Comparaison des 3<sup>ème</sup>, 50<sup>ème</sup> et 97<sup>ème</sup> percentiles du poids (a), taille (b) et IMC (c) des filles et de garçons des références algériennes (Constantine, 2009) et de l'OMS 2007



#### 6.4.2. Croissance des garçons

Poids : Avant l'âge de 11 ans, nous avons observé que les courbes du 3<sup>ème</sup> et 50<sup>ème</sup> percentiles des deux références sont très proches. Au-delà de cet âge, les écarts ont augmentés au fur et à mesure jusqu'à atteindre plus de 4 kg à 18 ans pour l'OMS 2007 [Cf. Fig. 40 –a].

Taille : Jusqu'à l'âge de 10 ans, la différence entre les valeurs moyennes n'a pas dépassé 1 cm. A 6 ans, l'écart a été de 0,1 cm [Cf. Fig. 40 –b]. La courbe du 97<sup>ème</sup> percentile de la référence internationale a été généralement supérieure à celle des garçons algériens. Entre 11 et 16 ans, le 3<sup>ème</sup> percentile des Algériens se situait en dessous de celui de la référence internationale.

IMC : A 6 ans, une différence de 0,05 kg/m<sup>2</sup> a été notée entre les valeurs du 50<sup>ème</sup> percentile des deux références. Nous avons remarqué une superposition des courbes médianes de l'IMC jusqu'à l'âge de 11 ans. Après cet âge, l'écart a augmenté graduellement avec des valeurs de l'OMS supérieures à celles des algériens, jusqu'à atteindre une différence de 1,2 kg/m<sup>2</sup>. La courbe du 97<sup>ème</sup> percentile des garçons algériens est située au-dessus de la référence internationale [Cf. Fig. 40 –c].

#### 6.5. Références internationales IOTF

Les centiles définissant les degrés 3 (I16), 2 (I17), 1 (I18,5) de la minceur, le surpoids (I25) et l'obésité (I30) selon Cole et coll. (2000, 2007) ont été superposés à ceux de notre étude : percentiles 3<sup>ème</sup>, 10<sup>ème</sup>, 25<sup>ème</sup>, 90<sup>ème</sup> et 97<sup>ème</sup> [Cf. Fig. 41 –a, b].

Chez les garçons, le seuil I17 et le 3<sup>ème</sup> percentile sont superposés de 6 jusqu'à 18 ans et de 12 ans jusqu'à 18 ans respectivement chez les filles et chez garçons. La même observation a été notée entre 6 et 10 ans chez les filles et entre 6 et 12 ans chez les garçons pour le seuil I25 et 90<sup>ème</sup> percentile. Chez les garçons, le seuil I30 s'est situé au-dessus du 90<sup>ème</sup> percentile alors que chez les filles une superposition a été observée entre 14 et 18 ans.

Le seuil I18,5 se superpose au 10<sup>ème</sup> percentile entre 6 et 10 ans chez les garçons.

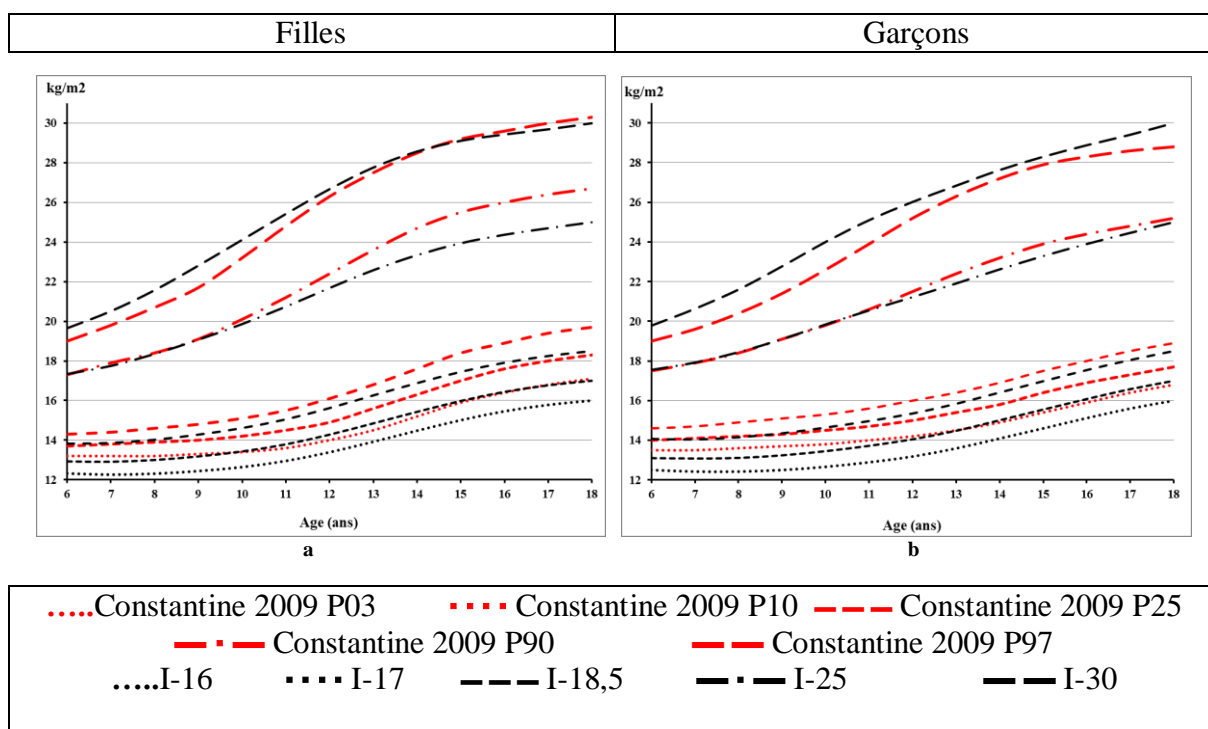


Figure 41 : Comparaison des 3<sup>ème</sup>, 10<sup>ème</sup>, 25<sup>ème</sup>, 90<sup>ème</sup> et 97<sup>ème</sup> percentiles de l'IMC des données algériennes (Constantine, 2009) avec les seuils 16 (I-16), 17 (I-17), 18,5 (I-18,5), 25 (I-25) et 30 (I-30) de Cole et coll. (2007) et IOTF

## 7. CROISSANCE SECLAIRE DES ENFANTS ET ADOLESCENTS DE L'ETUDE

L'étude de l'évolution (ou tendance) séculaire de la croissance a nécessité l'utilisation de données ayant la même présentation statistique. Les valeurs moyennes de la taille collectées en 1971 par **Chamla et Demoulin (1976)** [Cf. Tab. 9 ; Annexe 1] et en 1983 par **Dekkar (1986)** [Cf. Tab. 11 ; Annexe 1] sont présentées par classes d'âge dont le centre varie de 6,5 ans à 18,5 ans.

La figure 42-a et 42-b représente l'évolution de la taille moyenne des filles et des garçons entre 1971 et 2009. La comparaison des valeurs moyennes des trois études a bien démontré le phénomène de tendance séculaire. Les courbes de la taille des enfants examinés en 1983 et en 2008/09 sont éloignées l'une de l'autre démontrant une accélération du taux de croissance. Les trois courbes ont avancées presque parallèlement.

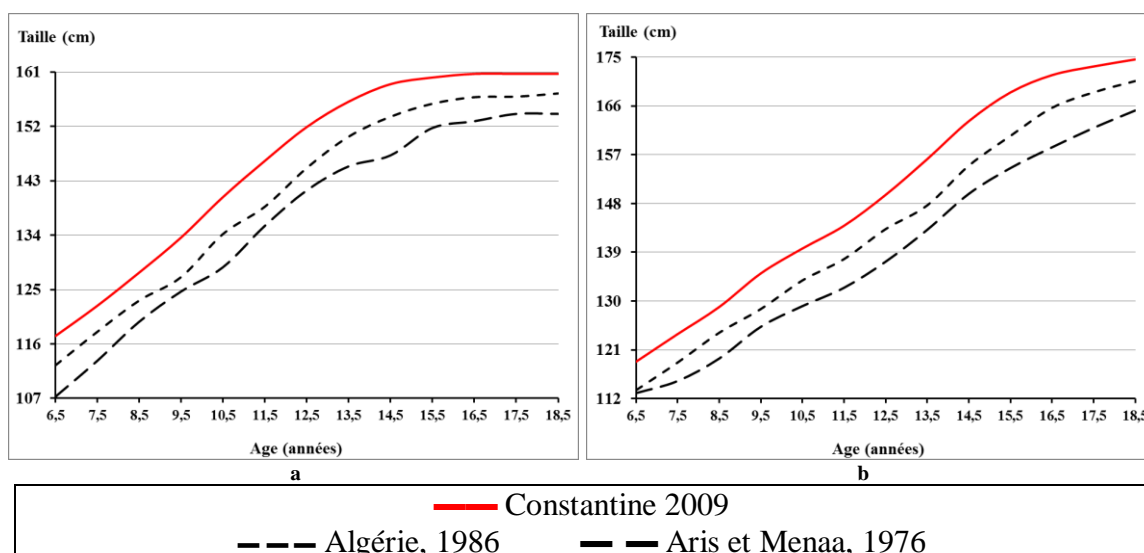


Figure 42 : Croissance séculaire des filles (a) et des garçons (b) algériens entre 1976 et 2009

Les différences entre les moyennes de notre étude (Constantine 2009) et celle de **Dekkar (1986)** sont moins grandes [Cf. Tab. 33]. Nous avons noté que, pour les deux sexes, la différence de taille a été plus importante entre 1971 - 1983 qu'entre 1983 - 2008. Cette dernière période (1983 - 2009) a été marquée par une différence élevée en taille entre 9,5 - 13,5 ans pour les filles et 11,5 - 15,5 ans pour les garçons.

Tableau 33 : Différences de taille (cm/décennie) par classe d'âge et selon le sexe des élèves entre 1971, 1983 et 2009

Classe d'âge (années)	Filles		Garçons	
	1971 - 1983	1983 - 2008	1971 - 1983	1983 - 2008
6,5	4,3	1,9	0,4	2,1
7,5	4,0	1,7	2,8	2,1
8,5	2,9	1,9	4,0	1,9
9,5	2,0	2,6	2,7	2,6
10,5	4,6	2,4	4,0	2,4
11,5	2,6	3,0	4,4	2,5
12,5	3,1	2,7	5,0	2,5
13,5	4,1	2,3	3,8	3,4
14,5	5,3	2,2	4,3	3,3
15,5	3,3	1,7	5,0	3,2
16,5	3,3	1,5	6,1	2,4
17,5	2,4	1,5	5,5	1,9
18,5		1,3	4,5	1,6

## 8. ETAT NUTRITIONNEL DES ENFANTS ET DES ADOLESCENTS DE L'ETUDE

L'état nutritionnel de la population d'étude a été estimé en calculant la prévalence du retard de croissance, de la minceur, surpoids et obésité selon les références de **Cole et coll. (2001 ; 2007)**, l'OMS 2007 [**de Onis et coll., 2007**] et de **Rolland-Cachera et coll. (1991)**.

### 8.1. Selon les références internationales OMS 2007

#### 8.1.1. Prévalence du retard de croissance

Le retard de croissance a touché 2,8 % de la population enquêtée. Les garçons ont été plus concernés que les filles ( $p=0,0232$ ). Les classes d'âge les plus touchées par ce problème de malnutrition par carence ont été celles de 14,5 ans et 11,5 ans respectivement pour les garçons et les filles [Cf. Tab. 34].

Tableau 34 : Prévalence (%) du retard de croissance selon l'OMS 2007 (Constantine, 2009)

Classe d'âge (ans)	Filles (%)	Garçons (%)	Total (%)
6,5	0,5	1,3	0,9
7,5	2,5	1,8	2,2
8,5	2,0	1,9	2,0
9,5	3,4	0,0 <sup>a</sup>	1,8
10,5	1,5	1,0	1,3
11,5	4,1	3,8	4,0
12,5	2,8	4,5	3,6
13,5	3,2	4,7	3,9
14,5	2,3	8,6 <sup>a</sup>	5,5
15,5	1,9	4,7 <sup>b</sup>	3,2
16,5	2,2	3,6	2,7
17,5	2,5	2,9	2,7
18,5	2,6	0,8	2,0
<b>Total</b>	<b>2,4</b>	<b>3,3<sup>b</sup></b>	<b>2,8</b>

a :  $p < 0,001$       b :  $p < 0,05$

Aucun cas de retard de croissance n'a été observé chez le sexe masculin de la classe de 9,5 ans.

#### 8.1.2. Prévalence de la minceur

Selon les références OMS 2007, la minceur a touché 3,3 % de la population enquêtée [Cf. Tab. 35]. Les garçons ont été les plus concernés que les filles (2,4 % vs 4,4 %,  $p < 0,05$ ). Les classes d'âge les plus concernées ont été celles de 12,5 ans et 15,5 ans respectivement chez les filles et les garçons.

Tableau 35 : Prévalence (%) de la minceur selon l’OMS 2007 (Constantine, 2009)

Classe d’âge (ans)	Filles (%)	Garçons (%)	Total (%)
6,5	0,0	0,9	0,5
7,5	1,1	2,1	1,6
8,5	2,5	1,0	1,8
9,5	2,6	1,0	1,8
10,5	3,4	2,5	3,0
11,5	4,1	5,3	4,7
12,5	5,9	3,6	4,9
13,5	3,2	6,5	4,7
14,5	3,7	7,0	5,4
15,5	2,7	7,1 <sup>a</sup>	4,8
16,5	2,6	5,6 <sup>b</sup>	3,7
17,5	0,2	5,5 <sup>a</sup>	2,3
18,5	1,1	5,1 <sup>a</sup>	2,6
<b>Total</b>	<b>2,4</b>	<b>4,4<sup>b</sup></b>	<b>3,3</b>

a :  $p < 0,000001$

b :  $p < 0,05$

### 8.1.3. Prévalence du surpoids (obésité non incluse)

La prévalence du surpoids (obésité non incluse) a été de 12 % au sein de la population d’élèves. Le surpoids a touché beaucoup plus les filles âgées de plus de 13 ans [Cf. Tab. 36].

Tableau 36 : Prévalence (%) du surpoids (obésité non incluse) selon l’OMS 2007 (Constantine, 2009)

Classe d’âge (ans)	Filles (%)	Garçons (%)	Total (%)
6,5	8,3	13,8	10,9
7,5	10,9	13,4	12,2
8,5	11,1	11	11,0
9,5	9,0	15,5 <sup>b</sup>	12,0
10,5	12	12,8	12,3
11,5	14,1	9,2	11,7
12,5	11,8	12,5	12,2
13,5	14,6 <sup>b</sup>	8,7 <sup>b</sup>	11,9
14,5	12,6	11,5	12,0
15,5	13,8	10,7	12,3
16,5	13,9	9,7	12,4
17,5	14,1	9,5 <sup>b</sup>	12,3
18,5	13,2	10,2 <sup>b</sup>	12,0
<b>Total</b>	<b>12,7</b>	<b>11,2</b>	<b>12,0</b>

b :  $p < 0,05$

### 8.1.4. Prévalence de l’obésité

Au sein de la population enquêtée, l’obésité a touché 4,9 %. Chez les garçons, la prévalence a oscillé entre 2,5 % et 10,3 % correspondant respectivement aux classes d’âge de 18,5 ans et 11,5 ans [Cf. Tab. 37]. Chez les filles, les classes d’âge concernées ont été celles

de 17,5 ans et 9,5 ans avec une étendue de 3,3 % - 6,4 %. Les garçons de la classe 11,5 ans ont été deux fois plus atteints d'obésité que les filles [Cf. Tab. 36].

Tableau 37 : Prévalence (%) de l'obésité selon l'OMS 2007 (Constantine, 2009)

Classe d'âge (ans)	Filles (%)	Garçons (%)	Total (%)
6,5	3,4	3,6	3,5
7,5	6,2	4,3	5,2
8,5	3,7	7,1	5,3
9,5	6,4	7,7	7,0
10,5	6,0	3,9	5,1
11,5	4,9	10,3 <sup>b</sup>	7,5
12,5	4,5	6,5	5,4
13,5	4,8	4,0	4,4
14,5	6,3	6,1	6,2
15,5	5,0	5,3	5,2
16,5	3,5	3,1	3,3
17,5	3,3	2,6	3,0
18,5	6,1	2,5	4,7
<b>Total</b>	<b>4,8</b>	<b>5,0</b>	<b>4,9</b>

b :  $p < 0,05$

## 8.2. Selon les références internationales IOTF

### 8.2.1. Prévalence de la minceur

Selon les références de **Cole et coll. (2007)**, la prévalence de la minceur a été de 13,8 % [Cf. Tab. 38]. Elle a oscillé entre 8,3 % et 21,5 % chez les filles et 8,2 % et 17,9 % chez les garçons. Ces derniers ont présenté une prévalence identique à celle des filles ( $p > 0,05$ ).

Tableau 38 : Prévalence (%) de la minceur selon Cole et coll. (2007) – (Constantine, 2009)

Classe d'âge (ans)	Filles (%)	Garçons (%)	Total (%)
6,5	8,3	8,5	8,4
7,5	12,4	9,6	11,0
8,5	14,3	8,6	11,7
9,5	15,0	8,2 <sup>b</sup>	11,8
10,5	17,3	15,2	16,4
11,5	15,7	14,1	14,9
12,5	21,5	12,6 <sup>a</sup>	17,4
13,5	15,9	15,9	15,9
14,5	13,3	16,3	14,8
15,5	11,1	16,6 <sup>b</sup>	13,7
16,5	12,9	17,3	14,5
17,5	11,0	17,9 <sup>a</sup>	13,8
18,5	10,3	17,4 <sup>a</sup>	13,0
<b>Total</b>	<b>13,5</b>	<b>14,2</b>	<b>13,8</b>

a :  $p < 0,001$

b :  $p < 0,05$

La minceur a été surtout présente chez les filles des classes d'âge de 9,5 ans ( $p < 0,05$ ), 12,5 ans ( $p < 0,001$ ) et chez les garçons des classes de 15,5 ans ( $p < 0,05$ ), 17,5 ans ( $p < 0,001$ ) et 18,5 ans ( $p < 0,001$ ).

### 8.2.2. Prévalence du surpoids (obésité non incluse)

Les élèves de sexe féminin sont plus touchées ( $p < 0,001$ ) par le surpoids obésité non incluse [Cf. Tab. 39]. Les valeurs ont été de 11,8 % et 9,2 %, respectivement chez les filles et les garçons ( $p < 0,001$ ). La classe d'âge la plus affectée a été celle de 14,5 ans et 16,5 ans respectivement chez les élèves de sexe masculin et féminin.

Tableau 39 : Prévalence (%) du surpoids (obésité non incluse) selon IOTF (Constantine, 2009)

Classe d'âge (ans)	Filles	Garçons	Tous les élèves
6,5	6,3	4,5	5,4
7,5	10,2	7,4	8,8
8,5	6,9	10	8,3
9,5	7,7	12,6	10
10,5	11,7	6,8 <sup>b</sup>	9,6
11,5	13,8	9,9	11,9
12,5	10,7	8,9	9,9
13,5	12,1	7,6	10
14,5	12,6	12,8	12,7
15,5	12,7	11	11,9
16,5 <sup>b</sup>	14,1	8 <sup>b</sup>	11,8
17,5 <sup>b</sup>	13,5	8,7 <sup>b</sup>	11,6
18,5	14	10,6	12,7
<b>Total<sup>a</sup></b>	<b>11,8</b>	<b>9,2<sup>a</sup></b>	<b>10,7</b>

a :  $p < 0,001$       b :  $p < 0,05$

### 8.2.3. Prévalence de l'obésité

La prévalence de l'obésité au sein de la population a été de 3,0 % [Cf. Tab. 40]. Elle a été plus élevée chez les filles que chez les garçons ( $p < 0,001$ ). Les prévalences ont varié de 2,0 % à 4,2 %. Quel que soit la classe d'âge, aucune différence significative n'a été observée entre les deux sexes.

Tableau 40 : Prévalence (%) de l'obésité selon IOTF (Constantine, 2009)

Classe d'âge (ans)	Filles (%)	Garçons (%)	Total (%)
6,5	2,4	2,2	2,3
7,5	3,6	1,8	2,7
8,5	2,5	1,4	2,0
9,5	4,7	1,4	3,2
10,5	3,0	1,5	2,3
11,5	2,2	5,0	3,6
12,5	2,1	3,2	2,6
13,5	2,9	2,5	2,7
14,5	4,3	3,2	3,7
15,5	4,5	3,8	4,2
16,5	2,5	3,1	2,7
17,5	2,7	2,0	2,4
18,5	5,3	2,5	4,2
<b>Total</b>	<b>3,3</b>	<b>2,7<sup>a</sup></b>	<b>3,0</b>

a :  $p < 0,001$

### 8.3. Selon les références françaises

#### 8.3.1. Prévalence de la minceur

La minceur n'a concerné que 3,2 % des garçons et 2,3 % des filles et 2,7 % de la population totale [Cf. Tab. 41]. Les élèves de sexe masculin ont été les plus touchés ( $p=0,0172$ ). Les classes d'âge les plus affectées ont été celles 13,5 ans chez les garçons et 12,5 ans chez les filles.

Tableau 41 : Prévalence (%) de la minceur selon Rolland-Cachera et coll. (1991) (Constantine, 2009)

Classe d'âge (ans)	Filles (%)	Garçons (%)	Total (%)
6,5	1,5	1,3	1,4
7,5	1,5	2,8	2,2
8,5	2,5	1,9	2,2
9,5	3,0	1,0	2,0
10,5	2,6	1,5	2,1
11,5	3,7	3,1	3,4
12,5	3,8	1,2	2,6
13,5	2,5	5,8	4,1
14,5	2,3	3,5	2,9
15,5	2,9	5,3	4,1
16,5	2,6	3,9	3,1
17,5	1,0	3,7 <sup>a</sup>	2,1
18,5	1,1	4,2 <sup>b</sup>	2,3
<b>Total</b>	<b>2,3</b>	<b>3,2<sup>b</sup></b>	<b>2,7</b>

a :  $p < 0,001$

b :  $p < 0,05$



8.3.2. Prévalence du surpoids (obésité incluse)

Le surpoids (obésité incluse) a été plus présent au sein des filles (12,3 % vs 10,4 %,  $p=0,0100$ ). Quel que soit le sexe, la classe d'âge des 11,5 ans a été la plus touchée [Cf. Tab. 42].

Tableau 42 : Prévalence (%) du surpoids (obésité incluse) selon Rolland-Cachera et coll. (1991) - Constantine, 2009

Classe d'âge (ans)	Filles (%)	Garçons (%)	Total (%)
6,5	6,8	5,4	6,0
7,5	13,5	7,4 <sup>b</sup>	10,4
8,5	9,8	11,0	10,4
9,5	12,8	13,0	12,9
10,5	15,0	8,8 <sup>b</sup>	12,3
11,5	16,0	15,3	15,7
12,5	12,8	12,6	12,7
13,5	13,1	10,1	11,7
14,5	14,3	13,4	13,8
15,5	12,5	11,5	12,0
16,5	11,6	8,6	10,5
17,5	9,2	8,9	9,1
18,5	14,0	9,7	12,4
<b>Total</b>	<b>12,3<sup>b</sup></b>	<b>10,4</b>	<b>11,5</b>

b :  $p < 0,05$

**8.4. Conclusion**

La figure 43 présente les prévalences des différentes formes de malnutrition au sein de notre population d'élèves selon ces différentes références [OMS 2007 ; Cole et coll., 2001, 2007 et Rolland-Cachera et coll., 1991].

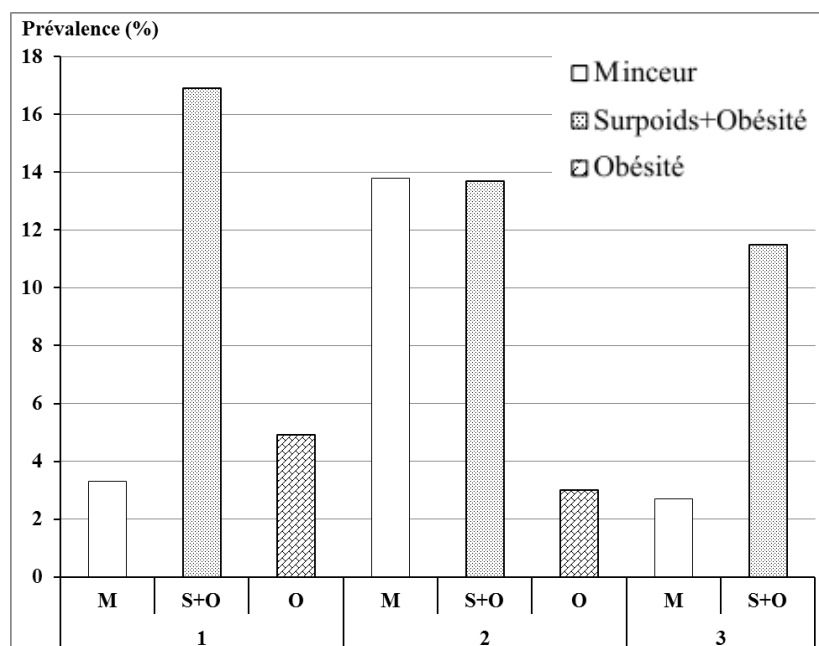


Figure 43 : Prévalence de la minceur, surpoids (obésité incluse) et obésité selon les différentes références (Constantine, 2009)

1 : OMS 2007

2 : Cole et coll. (2001 ; 2007)

3 : Rolland-Cachera et coll. (1991)

D’après nos résultats, les prévalences de la malnutrition par excès, obtenues selon les références OMS 2007, ont été significativement les plus élevées ( $p < 0,000001$ ). La prévalence de l’obésité selon les références françaises a été la plus faible comparée à celles obtenues d’après les deux autres références [Cf. Tab. 43].

La coexistence de malnutrition par carence et par excès est synonyme de transition épidémiologique que traverse notre pays.

Tableau 43 : Prévalence (%) des différentes formes de malnutrition selon trois références internationales (Constantine, 2009)

Type de malnutrition		OMS 2007	Cole et coll. (2001 ; 2007)	Rolland-Cachera et coll. (1991)
Minceur (%)	Filles	2,4	13,5	2,3
	Garçons	4,4	14,2	3,2
	Total	3,3	13,8	2,7
Surpoids obésité incluse (%)	Filles	17,5	15,1	12,3
	Garçons	16,2	11,9	10,4
	Total	16,9	13,7	11,5
Obésité (%)	Filles	4,8	3,3	/
	Garçons	5,0	2,7	/
	Total	4,9	3,0	/

/ : pas de valeurs

# **DISCUSSION**

## 1. Enquête

Notre étude a pour objectif principal la conception des courbes de croissance et de corpulence pour la population algérienne âgée de 6 à 18 ans. Elle est basée sur les critères édictés par **Waterlow et coll. (1977)** et recommandés par l'**OMS (1995)** pour la construction des courbes de croissance comme présentés dans notre méthodologie.

La discussion du respect des recommandations édictées par l'OMS pour l'acceptation de nos données comme référence a été traité par le travail de magister de **Badis (2014)**. Il ressort de cette étude que la méthodologie de notre enquête (Constantine 2009) a suivi les recommandations de l'OMS à toutes les étapes. Néanmoins, selon cet auteur, l'élaboration de courbes de croissance est un travail laborieux qui ne peut être réalisé sans de grands moyens humains et matériels. Parmi les propositions avancées par **Badis (2014)**, il y avait : Sélection d'une population bien nourrie en effectuant des enquêtes de santé, alimentaire et socio-économique, le recrutement suffisant et la formation des enquêteurs ainsi que l'implication des médecins de la santé scolaire affectés aux unités de dépistage et de suivi (UDS). L'UDS est le moyen infra structurel à mettre en place dans le cadre des actions à mener afin d'améliorer les conditions de la visite médicale systématique de dépistage (Instruction interministérielle n° 02 du 27/04/1995). L'intervention des médecins des UDS est primordiale pour dépister les élèves malades [**Badis, 2014**]. Les UDS peuvent, en intégrant dans leurs actions le suivi de l'état nutritionnel des enfants, constituer un observatoire de la situation sanitaire des élèves [**Mekhancha-Dahel, 2005**]. L'utilisation des locaux des UDS est à recommander, car ils sont les plus appropriés pour le déroulement des enquêtes anthropométriques. Les locaux de ces structures comportent, selon les directives de l'instruction interministérielle n° 02 du 27/04/1995, un cabinet médical normalisé (chauffé, bien éclairé, avec deux vestiaires), une salle paramédicale (bien éclairée, abritant secrétariat et documents), une salle d'attente avec accès aux vestiaires, un bloc sanitaire à proximité. Les locaux sont affectés de mobilier, de matériel médical et d'instrumentation.

Notre étude a été de type transversal, c'est-à-dire réalisée à partir de mesures uniques prises chez des sujets différents à chaque âge. Ce choix a été dicté tout d'abord par les objectifs que nous nous sommes fixés même si ce critère n'est plus considéré comme essentiel par l'**OMS (1995)**. Cette organisation considère que des données longitudinales peuvent être présentées de façon transversale avec des ajustements mineurs. Les études de type transversal présentent des limites : elles ne permettent pas d'analyser la dynamique du processus de croissance individuel. Elles sont statiques et leur caractère moyen atténue les caractéristiques de la poussée de croissance pubertaire [**Sempé et coll., 1976**]. Dans la courbe d'accroissement

des moyennes (il ne s'agit donc pas d'une vitesse), la hauteur du pic de croissance pubertaire est réduite, et la poussée de croissance pubertaire est beaucoup plus étalée [**Hauspie, 2002**]. Cette constatation a été observée dans notre étude. Les études transversales présentent également des avantages. D'après **Tanner (1986)**, elles sont limitées dans le temps, moins coûteuses, ne nécessitent qu'un personnel réduit et leurs résultats sont rapidement utilisables. La majorité des études de croissance sont en fait transversales. Les résultats de ce type d'étude peuvent être intéressants également, car ils permettent d'estimer la tendance centrale d'une population et la variation de données de croissance à chaque âge. C'est aussi à partir de données transversales que des courbes de percentiles (ou normes de croissance ou courbes de référence) sont établies, illustrant la croissance « moyenne » et les limites de la variation « normale » dans une population. Ces études transversales de la croissance sont donc intéressantes au niveau épidémiologique et au niveau de l'analyse de l'influence des facteurs génétiques et mésologiques [**INSERM, 2007**]. Les études longitudinales permettent difficilement d'éviter un effet de génération d'une part et un effet de sélection d'autre part qui affaiblissent la précision des résultats au moment de l'adolescence. De plus, il est difficile de constituer un échantillon représentatif car l'effectif d'une cohorte est forcément limité [**Pierson et coll., 1993**].

Notre enquête qui a conduit à la création des courbes de croissance et de corpulence a suivi cinq étapes :

- Préparation ;
- Formation des enquêteurs ;
- Collecte des données (anthropométriques et socio-économiques) ;
- Saisie et contrôle des données ;
- Traitement de l'information.

Chaque phase peut être entachée de biais. D'après **Dekkar (1987)**, dans ce type d'étude, les biais de sélection, de mesure et d'exploitation (interprétation) peuvent être cités. Nous avons essayé de réduire ces biais lors de la réalisation de notre enquête.

### **1.1. Biais de sélection**

Un biais de sélection est une erreur systématique induite dans une étude à cause des méthodes adoptées pour choisir les participants à l'étude [**Porta, 2014**]. Ces biais affectent la constitution de l'échantillon d'enquête. Lorsqu'un échantillon n'est pas représentatif, il fournit des données et des paramètres biaisés [**Ancelle, 2002**].

Les biais de sélection possibles dans notre enquête ont été les suivants :

- Population d'étude ;
- Type d'échantillonnage ;

- Refus de participation ;
- Critères d'exclusion et d'inclusion.

### 1.1.1. Population d'étude

Pour notre étude, la population cible a été âgée de 6 à 18 ans. Cette population peut être rencontrée en majorité dans les établissements scolaires. De ce fait, ces établissements ont constitué un lieu d'enquête favorable. Plusieurs études dont le but est la réalisation des courbes de croissance ont été menées au niveau des établissements scolaires de différents pays : Italie [**Cacciari et coll., 2002**], Grèce [**Chiotis et coll., 2003**], Turquie [**Neyzi et coll., 2006**], Emirats Arabes Unis [**Abdulrazzaq, 2008**], Belgique [**Roelants et coll., 2009**], Norvège [**Julusson et coll., 2013**], Portugal [**Chaves et coll., 2015**] et Pérou [**Bustamante et coll., 2015**].

Selon l'ONS (2008), le taux de scolarisation pour la tranche d'âge 6 - 15 ans dans la commune de Constantine a été de 94,5 % et a été plus élevé chez les filles (95,2 %) que chez les garçons (94,9 %). Ce taux est peut-être plus faible dans les tranches d'âge supérieures en raison de l'échec scolaire. Ce point sera considéré comme une limite dans notre étude, vu l'impossibilité de tirer au sort un échantillon représentatif au sein des classes d'âges supérieures.

Dans notre étude, les maladies suivantes : anémie, thyroïde, asthme, néphropathie et cardiopathie ont concerné respectivement 0,15 %, 0,02 %, 0,12 %, 0,06 % et 0,30 % de la population enquêtée. Ces chiffres étaient semblables ( $p>0,05$ ) à ceux trouvés par les médecins des UDS lors des visites systématiques qui ont été de 0,13 % d'anémie, 0,02 % de goitre, 0,23 % d'asthme, 0,098 % de néphropathie et 0,76 % de cardiopathie [**SEMEP 2007-2008, données non publiées**]. La population cible a présenté un taux de vaccination de 97 %.

Au sein de la population d'étude, il existait 38 couples de jumeaux. Cet échantillon n'a pas été exclu de l'étude. Des travaux ont montré que le poids et la taille des jumeaux ne sont pas différents de ceux de naissance simple. Dans le projet de conception des courbes de référence du NCHS, **Hamill et coll. (1977)** ont affirmé que les mesures anthropométriques des jumeaux enquêtés ne sont pas significativement différentes de celles des autres enfants. Cette constatation a été confirmée par **Bodzsar et coll. (2004)**. Ces auteurs ont observé que le poids des jumeaux rejoint celui des naissances simples à l'âge de 2 ans et la taille à 3 ans. Dans leur étude concernant la proposition de courbes de référence locales pour la population allemande, **Schaffrath Rosario et coll. (2011)** ont retenu le critère « naissance gémellaire » comme critère d'inclusion alors qu'au départ ils l'ont considéré comme critère d'exclusion.

Selon ces auteurs, l'exclusion de ces sujets n'a pas conduit à des différences dans les courbes de taille.

### 1.1.2. Critères d'exclusion et d'inclusion.

Après tirage au sort et enquête sur terrain, nous avons recensé 8 921 élèves. Un effectif de 532 élèves a été absent les jours de l'enquête. Un échantillon de 617 élèves (6,9 %) a été écarté car ne répondant pas aux critères d'inclusion et d'exclusion que nous avons fixé :

- 93 élèves habitant hors commune de Constantine ;
- 15 élèves avec âge inférieur à 6 ans ;
- 452 élèves avec âge supérieur à 18 ans ;
- 49 élèves souffrant de maladies influençant leur croissance ;
- 6 élèves ayant une date de naissance imprécise.

Une taille d'échantillon de 7 772 élèves a répondu à la recommandation de l'**OMS (1995)** concernant le nombre d'au moins 200 sujets par sexe et par âge.

### 1.1.3. Type d'échantillonnage

Dans notre étude, l'échantillonnage a été réalisé à l'aide d'un sondage en grappe à un degré. La grappe a été représentée par les établissements scolaires. Le choix des unités pédagogiques en tant que grappes nous a amené à supposer que l'appartenance à un même établissement induirait de grandes ressemblances entre les individus. Ce type d'échantillonnage a été appliqué par des études dont celles du Qatar [**Bener et Kamal, 2005**], de la Pologne [**Kulaga et coll., 2011**], de l'Iran [**Mansourian et coll., 2012**] et du Brésil [**Campos et coll., 2015**].

Il faut noter que lors de l'échantillonnage, les établissements tirés ont été localisés dans 8 secteurs urbains sur dix. La distribution des élèves retenus pour l'étude (7 772) selon leur lieu de résidence a montré qu'ils se répartissaient sur les dix secteurs de la ville de Constantine. Les secteurs les moins représentés ont été ceux d'El Kantara (4,7 %) et Sidi Rached (3,7 %) alors que respectivement 16 % et 12 % des établissements tirés au sort ont été localisés dans ces secteurs.

### 1.1.4. Refus de participation

Lors du déroulement de notre enquête, 5 élèves ont refusé de participer aux séances de prise de mesures anthropométriques, dont la volonté a été respectée. Ce refus a été considéré comme biais qui peut altérer les résultats. Le pourcentage de refus a été de 0,0006 %, très inférieur à 10 %, valeur en-dessous de laquelle ce biais peut être négligé [**Dekkar, 1987**]. **López-Siguero et coll. (2008)**, dans leur étude sur le développement des références de poids, taille et IMC pour la population âgée de 3 à 18 ans en Andalousie (Espagne), ont noté un

pourcentage de refus de 0,6 %, représentant des élèves souffrant de surpoids. **López-Siguero et coll. (2008)** ont émis l'hypothèse que ces écartés peuvent influencer la participation de leurs camarades à l'étude en leur faisant adopter la même attitude.

## **1.2. Biais de mesures**

Les biais de mesures regroupent toutes les erreurs possibles dans la prise de mesure des variables incluses dans l'étude. Ils peuvent être dus à des problèmes de matériel de mesure ou à la subjectivité de l'enquêteur ou de l'enquêté [**Mueller et Martorell, 1988**].

### 1.2.1. Matériel de mesure

Les balances et toises utilisées dans notre étude sont de marque SECA, matériel recommandé par l'OMS [**Cogill, 2003**]. Il a été étalonné et contrôlé tout au long du déroulement de l'enquête. Ces opérations permettront de vérifier que le matériel a été bien étalonné et de réaliser des corrections si nécessaire. Selon **Biehl et coll. (2013)**, un matériel non calibré et contrôlé peut entraîner une surestimation des prévalences du surpoids et de l'obésité qui peuvent passer de 16,7 % à 21,6 %.

### 1.2.2. Enquêtrices

Dans notre étude, la réalisation des mesures anthropométriques a été réalisée par deux enquêtrices formées, sélectionnées et évaluées. Cette dernière opération a été programmée tout au long du déroulement de l'étude avec une durée de 1,5 mois entre la 1<sup>ère</sup> et la 2<sup>ème</sup> évaluation et de 10 jours entre la 2<sup>ème</sup> et la 3<sup>ème</sup> évaluation et sur un échantillon allant de 28 à 38 élèves des deux sexes. En comparaison à l'étude multicentrique de l'OMS sur la référence de croissance (EMRC), l'évaluation des enquêteurs a été programmée tous les deux mois sur des échantillons composés de 25 sujets [**de Onis et coll., 2004b**]. Si l'évaluation montre des différences entre enquêteurs par rapport aux directives concernant la prise de mesures anthropométriques, ces enquêteurs peuvent subir de nouveau l'étape de l'entraînement. Le recours à un personnel formé et contrôlé est justifié par l'étude de **Ahmed et coll. (1990)**. Ces auteurs ont conclu que les mesures anthropométriques réalisées par un personnel, ayant subi une brève formation sur la prise de mesure, ne peuvent être utilisées que pour des examens de routine. D'après **Ahmed et coll. (1990)**, pour des études demandant plus de précision, la collecte des données peut être améliorée par une formation plus poussée du personnel. **Mekhancha-Dahel (2005)** a noté une différence de précision dans la prise de mesures anthropométriques par deux groupes d'enquêteurs. Cet auteur a expliqué ce résultat par des différences de méthodes (prises de mesures, personnel, formation) et de matériel (qualité, précision, réglage, contrôle). Des erreurs dans la prise des mesures anthropométriques peut



entraîner une sous- ou surestimation des prévalences de la malnutrition tel que montrés par l'étude de **Grellety et Golden (2016)**.

Au cours de notre projet et dans le souci d'obtenir des données fiables, nous avons eu recours au contrôle des mesures anthropométriques obtenues par les deux enquêtrices. Nous avons fait appel au test de variabilité inter –enquêtrices qui consiste en une comparaison des résultats des mesures prises par chacune des enquêtrices sur une même population [**Mueller et Martorell, 1988**]. La comparaison entre les résultats de mesure entre enquêtrices n'a montré aucune différence significative. Dans les études du EMRC de l'OMS [**WHO Multicentre Growth Reference Study Group, 2006a**], de **Juliusson et coll. (2013)** dont le but est la construction des courbes de référence pour les Norvégiens (0 - 19 ans), de **Chaves et coll. (2015)** pour les Portugais (7 -17 ans), de **Bustamante et coll. (2015)** pour les Péruviens (4 -17 ans), l'évaluation des enquêteurs a fait appel à l'«*erreur technique de mesure (Technical error of measurement) ou TEM*». **Roelants (2013)** a considéré que l'une des limites de leur étude sur les références belges pour les 0 – 21 ans a été le manque de données sur le TEM. D'après cet auteur, des informations sur le TEM devraient faire partie de chaque étude, comme une mesure de la qualité des données. Dans notre étude, nous n'avons pas fait appel au TEM pour évaluer la variabilité.

Nous avons appliqué un autre test pour vérifier la qualité de nos données collectées. Nous avons utilisé le logiciel « WhoAnthroPlus » version 1.0.4 [**WHO, 2011**] qui permet de calculer les différents indices anthropométriques exprimés en Z-scores et d'estimer une valeur aberrante «flag» dont le rôle est d'indiquer si un résultat de mesure est imprécis. Ce « flag » permet d'identifier toutes les valeurs Z-scores extrêmes (-6 et +5 pour P/A, -6 et +6 pour T/A, -5 et +5 pour IMC/A) correspondant à des sujets qui sont extrêmement petits, grands, minces, ou lourd, même si les mesures sont correctes [**WHO, 2009**]. Cette variable correspond à une erreur (ou plus) liée (s) aux données anthropométriques (âge, sexe, poids, taille) à savoir : résultat de mesures incorrectes, erreurs de codage, âge incorrect [**Kevin et coll., 1999**]. Une étude menée par **Mekhancha-Dahel (2005)** a touché les enfants et les adolescents scolarisés dans la commune d'El Khroub en 1996/97 et 1999/00. Les données anthropométriques ont été recopiées à partir des registres des UDS et ont concerné 14 878 élèves la première année et 9 084 la deuxième année. Le traitement des données a montré que 54,2 % et 42 % des données sont aberrantes (flaguées) respectivement en 1996/97 et 1999/00. L'étude a dévoilé que le nombre d'élèves examinés variait d'une UDS à l'autre et pour la même UDS, d'un jour à l'autre et le rythme des visites peut aller d'une classe à 5 par jour, avec parfois jusqu'à

200 élèves examinés. Aucune valeur aberrante « flag » n'a été trouvée lors du traitement de nos données avec WhoAnthroPlus.

### 1.2.3. Variations saisonnière et diurne des mesures anthropométriques

La période de déroulement de notre étude a été de janvier 2008 à janvier 2009 incluant deux saisons : l'hiver et le printemps. La prise de mesures anthropométriques a été programmée dans des salles chauffées. Il était impossible de programmer la collecte des données sur d'autre mois car l'année scolaire a été entravée des périodes d'examens en plus des grèves (qu'a connu l'année scolaire 2007/08). D'après **Kato et coll. (2014)**, l'influence des différentes saisons sur la variation des mesures anthropométriques est considérée comme un biais. Des avis contradictoires ont été trouvés quant à l'effet de la saison sur la croissance. Les études de **Marshall (1971)**, **Xu et coll. (2001)** et **Shulman et coll. (2013)** ont montré que la vitesse de croissance varie en fonction de la saison. Selon **Marshall (1971)**, le maximum du taux de croissance a été noté mi-hiver et le minima mi-été. **Xu et coll. (2001)** ont trouvé que la croissance en taille est plus rapide au printemps et en été alors que celle du poids et de l'IMC l'a été en automne et en hiver. Pour **Shulman et coll. (2013)**, le pic a été enregistré pendant les mois d'été. **Kato et coll. (2014)** ont rapporté que le poids diminue vers la fin de la saison chaude en raison de la diminution de l'appétit. **Ikeda et Watanabe (1985)** n'ont pas identifié de variations saisonnières sur la croissance d'une population d'élèves japonais (6–11 ans). Ces auteurs ont attribué cette constatation à l'utilisation de systèmes de chauffage domestique moderne. En se référant à ces études, nous pouvons conclure que notre enquête s'est déroulée au cours des saisons présentant le moins d'influence sur le taux de croissance en poids et en taille.

Pour notre enquête, la prise des mesures anthropométriques a été programmée matin et après-midi. Plusieurs auteurs ont données des avis contradictoire quant à l'effet des changements diurnes sur la croissance. Certaines études ont affirmé la survenue chez les enfants du changement diurne de taille. Cette variable peut diminuée significativement de  $0,47 \pm 0,05$  cm [**Siklar et coll., 2005**] jusqu'à  $1,95 \pm 0,28$  cm [**Krishan et Vij, 2007**]. L'étude de **Siklar et coll. (2005)** a conclu qu'il n'y a aucune relation entre la diminution diurne de la taille et l'âge. **Krishan et Vij (2007)** ont trouvé que la diminution diurne la plus importante survient après deux heures du réveil alors que **Tillmann et Clayton (2001)** ont noté une durée de 6 heures. Ces auteurs ont conseillé que la prise de mesures anthropométriques doit être réalisée entre 18h et 21h, heures où la variation diurne est la plus petite. Une étude a été réalisée sur une population d'enfants et d'adolescents (9 – 16 ans) pour vérifier la variation diurne (entre 7h et 9h et entre 12h et 14h) de la taille [**Goon et coll., 2012**]. Les auteurs ont

observé que la variation moyenne était de  $0,03 \pm 1,05$  cm reflétant une différence non significative entre les mesures de taille. Il n'y avait aucune différence significative entre sexe et entre groupe d'âge. En se référant à cette dernière étude, nous pouvons dire que la procédure suivie dans notre étude (mesure anthropométriques matin et après-midi) ne va, peut-être, pas engendrer de variation diurne de taille.

#### 1.2.4. Poids des vêtements

Au cours de la prise des mesures anthropométriques, nous avons pesé les élèves avec le minimum possible de vêtements. Dans l'impossibilité de peser les élèves nus, nous avons estimé le poids de leurs vêtements que nous avons soustrait de leur poids brut. Nous avons supposé que l'estimation du poids des vêtements (couramment portés) est une procédure qui permettra d'obtenir une valeur qui se rapprochera du poids réel du sujet. Les valeurs trouvées ont été de 0,5 à 0,8 kg pour les deux sexes. Dans les études de **Foster et coll. (1977)** et **Hamill et coll. (1977)**, une procédure différente a été appliquée. Elle consiste à soustraire une valeur fixe pour les vêtements standardisés avec lesquels les sujets ont été pesés. Dans l'étude de **Foster et coll. (1977)** dont la population a été âgée de 5 à 14 ans, le poids des vêtements « standard » d'examen varie de 0,2 à 0,4 kg. **Hamill et coll. (1977)** ont soustrait une valeur de 0,11 à 0,30 kg pour une population âgée de 6 à 18 ans. Nous considérons que soustraire le même poids de vêtements ne prend pas en compte les variations de type de vêtements en fonction de l'âge du sujet et de son sexe.

#### 1.2.5. Saisie des données

Le contrôle de la saisie de nos données est une étape primordiale avant tout traitement de données. Il permet de déceler les erreurs de saisie et de les corriger. Nous avons effectué 3 contrôles de saisie ; deux sur l'ensemble des données et le troisième sur uniquement 25 %. Le contrôle a consisté à vérifier les variables saisies sur le tableur et à calculer des fréquences et des « means » à l'aide du logiciel EpiInfo 2000 version 3.3.2. [**Dean et coll., 2000**]. Au cours de chaque étape, un certain nombre d'erreurs (dont la fréquence va en diminuant) a été détecté. Le dernier contrôle n'a décelé qu'une seule erreur. Nous considérons que le contrôle portant sur la totalité des données saisies sinon un nombre de contrôle de saisie plus élevé (supérieur à 3) entraînerait un nombre d'erreur moins important.

### 1.3. Biais d'exploration des données

L'exploration des données a concerné leur analyse et ainsi la procédure de lissage. Nous avons choisi la méthode LMS [**Cole et Green, 1992**] pour la construction des courbes percentiles de poids, taille et IMC. La méthode LMS est l'une des techniques statistiques les

plus proposées pour la construction de courbes de référence. Elle a été utilisée pour la construction des courbes : Royaume-Uni [Cole et coll., 1998], Etats-Unis [Kuczmarski et coll., 2002], Italie [Cacciari et coll., 2002], Turquie [Neyzy et coll., 2006], Inde [Khadikar et coll., 2009], Belgique [Roelants et coll., 2009], Allemagne [Schaffrath Rosario et coll., 2011], Malaisie [Bong et coll., 2012].

Puisque la taille présente une distribution gaussienne, les différents percentiles peuvent être obtenus grâce à des formules faisant appel à la moyenne et l'écart-type. En dépit de leur adéquation, la moyenne et l'écart-type ne sont pas appropriés pour d'autres mesures anthropométriques (exemple poids et IMC) dont l'exigence d'une distribution gaussienne n'est pas satisfaite [Roelants, 2013]. Borghi et coll. (2006) ont recensé plus de 30 méthodes existantes qui pourraient potentiellement être utilisées pour le traitement des données des études longitudinale et transversale pour la construction des standards de l'OMS. D'après WHO Multicentre Growth Reference Study Group (2006b), sur ces 30 méthodes, uniquement cinq ont été retenues, parmi elles celle de Cole et Green (1992). Frainer et coll. (2008) ont inventorié, entre 2002 et 2007, 31 publications utilisant la méthode LMS pour la construction des courbes percentiles de référence.

Le traitement des données pour l'obtention des standards par LMS a été appliqué pour l'obtention des nouvelles standards (OMS 2006) et références de l'OMS [de Onis et coll., 2007]. Les raisons avancées pour ce choix ont été que c'est l'une des méthodes qui utilise la transformation Box-Cox, technique de lissage utilisée pour l'ajustement [Borghi et coll., 2006]. Les références internationales OMS 2006 et OMS 2007 ont utilisé le LMS pour l'exclusion des valeurs extrêmes (+3 et -3 ET) de l'indice P/T ou P/longueur

Malgré ses avantages, la méthode LMS présente également quelques inconvénients. Selon Borghi et coll. (2006), elle ne modélise pas l'aplatissement (*kurtosis*). Ce problème a été mis en évidence par plusieurs auteurs [Wright et Royston, 1997 ; Van Buuren et Fredriks, 2001]. Lors du traitement de nos données, ce problème a été résolu en incluant le Q-test de Royston et Wright (2000) et le warm plot de Van Buuren et Fredriks (2001) pour confirmer l'hypothèse de normalité.

## **2. CARACTERISTIQUES SOCIO-ECONOMIQUES DE LA POPULATION D'ETUDE**

Notre étude a été menée dans la commune de Constantine, l'une des métropoles du pays.

Dans les pays en voie de développement, l'enquête pour la proposition de courbes de référence, devra selon Sénécal (1961) avoir lieu de préférence dans une ville. D'après cet

auteur, ceci facilite le recrutement et assure l’homogénéité de la population d’étude, il s’agit alors d’un milieu dont les variations du niveau de vie sont minimales. La croissance des enfants vivant dans les zones urbaines est différente de celle des enfants des zones rurales. Quelques études ont démontré que la taille est significativement plus grande [Reyes et coll., 2003 ; Łaska-Mierzejewska et Olszewska, 2004 ; Luo et coll. 2009 ; Liu et coll., 2013] et l’état nutritionnel est meilleur [Van de Poel et coll., 2007] chez les enfants des régions urbaines que rurales. Les améliorations de la santé publique, de la nutrition, des conditions de vie (socio-environnementales) associées à l’urbanisation peuvent expliquer ces différences entre les deux zones [Oyhanart et coll., 2008, Zheng et coll., 2016]. Les différences de croissance en taille entre les deux zones (urbaine–rurale) persistent à l’âge adulte [Bieliński, 1986]. Plusieurs pays ont proposé des courbes de référence dont la conception a été menée dans une seule ville ou région, c’est le cas de la France [Sempé et coll., 1979], la Turquie [Neyzi et coll., 2006], le Brésil [Campos et coll., 2015], le Portugal [Chaves et coll., 2015], la Norvège [Juliusson et coll., 2013] et l’Iran [Mansourian et coll., 2012].

La commune de Constantine se caractérisait par un taux de scolarisation, pour les 6 - 15 ans, des plus élevés sur le territoire national : 94,5 vs 91,8 % [ONS, 2009]. Dans notre étude, l’analphabétisme a touché respectivement 5,2 % et 9,6 des pères et des mères des élèves [Cf. Tab. 43]. Ces valeurs représentent la moitié des valeurs trouvées dans la commune en 2008. La majorité des parents des filles avait un niveau secondaire (28,1 % des pères et 33,1 % des mères). Plus du quart (27,2 %) des pères et près du tiers (31,6 %) des mères des garçons avaient respectivement un niveau universitaire et secondaire.

Tableau 44 : Quelques caractéristiques socio-économiques de la population de notre étude (Constantine 2009)

Paramètres	Commune de Constantine	Notre étude
<b>Taux d’analphabétisation :</b>		
<b>Père</b>	10,3 %*	5,2 %
<b>Mère</b>	18,4 %*	9,6 %
<b>Taux d’activité</b>	30,01 %**	52,4 %
<b>Taux d’occupation du logement (TOL)</b>	5,7 personnes *	6,4 personnes
<b>Taux d’occupation par pièce (TOP)</b>	2,2 personnes**	2,4 personnes

\* : ONS (2009)

\*\* : ONS (2011)

La population des parents d’élèves dans notre étude, a présenté un taux d’activité (population active rapportée à la population totale) se rapprochant du double de celui à l’échelle nationale [Cf. Tab. 43]. Le secteur d’activité prédominant a été celui du commerce et service. Ce constat a rejoint celui trouvé par ONS (2011).

Les résultats du 5<sup>ème</sup> RGPH ont révélé un TOL de 6,4 à l'échelle nationale [ONS, 2008] et 5,7 au niveau de la commune [ONS, 2009]. Dans notre étude, le TOL a été de 6,4 [Cf. Tab. 44]. La valeur moyenne calculée du TOP est de  $2,4 \pm 1,5$  personnes par pièce (valeurs identiques chez les filles et les garçons). Un TOP de 2,2 a été trouvé dans la commune de Constantine [ONS, 2009]. Ces deux indices sont identiques dans notre échantillon et dans la population cible.

L'accès à Internet n'a touché que 14,6 % de la population enquêtée. Les pourcentages trouvés dans notre étude ont représenté près du double de ceux du RGPH [ONS, 2009].

Une comparaison de nos résultats avec ceux du 5<sup>ème</sup> RGPH de la commune de Constantine a montré que les caractéristiques socio-économiques en rapport avec le taux d'activité et l'analphabétisme sont plus élevés au sein de notre échantillon. Concernant les caractéristiques du logement, les résultats sont similaires entre notre étude et ceux de la commune. Les différences peuvent être expliquées par l'exclusion des élèves dont les parents ont été délogés des quartiers précaires vers les nouvelles villes de Massinissa et Ali Mendjeli.

### **3. INTERET DES COURBES DE CROISSANCE DE NOTRE ETUDE**

Notre étude a abouti à la construction de courbes de croissance (poids et taille) et de corpulence (IMC) pour la population algérienne âgée de 6 à 18 ans. Notre enquête n'a pas été la seule à aboutir à la proposition de courbes de croissance. Des études ont été menées dans notre pays par **Chamla et Demoulin (1976)**, puis **Graba (1984)**, **Dekkar (1986)**, **Benmohammed (2009)** et **Boudjada (2010)** avec objectif de construire des courbes de référence [Cf. Tab. 45]. Les trois premières études sont devenues obsolètes en raison des tendances séculaires et ne proposaient pas de courbes d'IMC à l'inverse de celle de Benmohammed et Boudjada. Ces deux dernières études ont été réalisées sur des effectifs trop faibles ne répondant pas aux recommandations de l'OMS d'une part et d'autre part elles ont été réalisées sur une tranche d'âge restreinte de la population d'enfants et d'adolescents (respectivement 6 – 17 ans et 12 – 18 ans).

L'étude de Boudjada a montré que les valeurs médianes de l'IMC des filles et des garçons ont présenté une inflexion à l'âge de 16 ans témoin d'un gain en poids et non en taille. Selon l'auteur, à cet âge, la croissance en taille des deux sexes s'est arrêtée.

**Dop et coll. (1984)** ont réalisé une comparaison des mesures anthropométriques des enfants et adolescents algériens du Tell (ville d'Alger et un village rural au sud-ouest d'Alger) et de l'Ahaggar. Ils ont observé que les sujets du Tell avaient une croissance similaire alors qu'ils étaient plus grands et plus lourds que ceux du Sahara. Ces différences sont dues, selon

les auteurs, au niveau socio-économique plus favorable et à une meilleure surveillance médicale dans la région nord.

Tableau 45 : Caractéristiques des études sur les courbes de croissance algériennes

Référence	Etude	Années de réalisation	Population	Courbes	Quelques résultats* (poids, taille, IMC)
<b>Chamala et Demoulin (1976)</b>	Transversale	1971 - 1974	780 sujets (F : 6 – 17 ans) (G : 6 – 18 ans) Arris/Menaa	Poids Taille	F : 154,08 cm 52,06 kg G : 165,18 cm 52,07 kg
<b>Graba (1984)</b>	Transversale	1979 - 1980	19 039 sujets (0 – 19 ans) Algérie	Poids, Taille P crânien P brachial Pli tricipital	F : 154 cm 53,8 kg G : 165 cm 57,0 kg
<b>Dekkar (1986)</b>	Transversale	1983	10 960 élèves (5 – 20 ans) Algérie	Poids, Taille Plis sous-scapulaire, supra-iliaque, tricipital, bicipital	F : 157,46 cm 54,64 kg G : 170,61 cm 58,35 kg
<b>Benmohammed (2009)</b>	Transversale	2007	1 100 élèves (12 – 18 ans) Ville de Constantine	Poids, Taille Tour de taille Tour des hanches	F : 159,92cm 59,3kg 22,003kg/m <sup>2</sup> G : 173,5cm 63,5kg 20,776kg/m <sup>2</sup>
<b>Boudjada (2010)</b>	Semi-Longitudinale	1998 –2002	4 659 élèves (6 – 17 ans) 1 Secteur urbain (Constantine)	Poids Taille	F : 1,6 m 53 kg 22,041kg/m <sup>2</sup> G : 1,68 m 58 kg 20,029kg/m <sup>2</sup>

\* : Valeurs moyennes

F : Filles

G : Garçons

#### 4. CROISSANCE DES FILLES ET DES GARÇONS DE CONSTANTINE

Les différences de croissance entre les filles et les garçons sont bien connues et ont été rapportées dans la plupart des études sur l'élaboration de courbes de croissance distinctes [Haschke et Van't Hof, 2000 ; Kuczmarski et coll., 2002].

Entre 11 et 14 ans, les filles de notre étude étaient plus grandes et leur poids a été plus élevé que celui des garçons. Leur taille et poids ont commencé à se stabiliser à 16 ans alors que pour les garçons ces paramètres ont continué d'augmenter avec l'âge. Les valeurs médianes d'IMC des filles et des garçons ont augmenté avec l'âge. Avant 10 ans, la corpulence des filles était inférieure à celle des garçons, puis supérieure ensuite.

##### 4.1. Poids des filles et des garçons

Le traitement de nos données présentait un coefficient de variation (S) montrant des valeurs quatre fois plus élevées que celles de la taille. Cette augmentation a été expliquée par l'hétérogénéité de la croissance des individus [Cole, 2002]. Le coefficient de variation a

montré un pic à 12 ans chez les filles et à 14 ans chez les garçons synonyme d'une variabilité qui diminue après ces âges chez les deux sexes.

L'analyse du paramètre de puissance  $L$ , de nos données, a montré que le poids est asymétrique à droite, en faveur des valeurs élevées. La même tendance a été observée pour les percentiles du poids qui ont été positivement asymétriques autour de la ligne médiane dans les deux sexes tout au long de la croissance. **Roelants et coll. (2009)** expliquent cet état, qui a été observé dans diverses études sur les courbes de croissance, par une augmentation du poids comparée aux années précédant la réalisation de ces courbes.

La comparaison graphique des percentiles 50 de la croissance pondérale des filles et des garçons a montré des différences peu prononcées pendant l'enfance mais s'est accentuées pendant l'adolescence. Les garçons étaient en moyenne plus lourds que les filles, excepté entre 10,5 ans et 14,5 ans, où les tendances se sont inversées. Le poids moyen des garçons à 18 ans a été de l'ordre de 62,9 kg, celui des filles a été de 55,6 kg. La précocité de la puberté chez les filles leur a permis d'avoir un poids moyen supérieur à celui des garçons entre 10,5 et 14,5 ans. A 18 ans, la situation s'est inversée en faveur des garçons dépassant les filles de plus 7 kg. Une croissance en poids plus élevée chez les garçons a été expliquée par **Buckler et Wild (1987)** par le fait que les filles se développent plus tôt ; durant une courte période, et leur croissance se ralentit et s'arrête en moyenne deux ans avant les garçons.

La puberté est une période dynamique de développement marquée par des changements rapides de dimensions, de forme et de composition corporelle avec l'accentuation du dimorphisme sexuel [**Malina et coll., 1988**]. D'après **Hauspie (2002)**, le dimorphisme sexuel peut être décomposé en : différence d'accroissement pubertaire entre les deux sexes, différence de croissance pré-pubertaire et différence de croissance due à la croissance pubertaire plus tardive des garçons. Le début de la puberté est annoncé par une accélération brusque et rapide de croissance. Au cours de cette phase, d'importants gains de poids corporel sont enregistrés pour les deux sexes. Cependant, il existe un dimorphisme sexuel en ce qui concerne les composants pondéraux. Chez les garçons, l'augmentation de poids pendant la phase pubertaire est fortement conditionnée par le développement musculaire, tandis que chez les filles il s'agit surtout d'un développement de graisse [**Heude et coll., 2006**]. Ce caractère de dimorphisme s'accroît pendant la période pubertaire du fait de l'action différente des œstrogènes et de la testostérone [**Johnston, 2000**].

#### **4.2. Taille des filles et des garçons**

Les examens périodiques des enfants et des adolescents font partie des programmes préventifs de santé de l'enfant dans de nombreux pays [**Pierson et coll., 1993**] dont l'Algérie



[Circulaire interministérielle n° 01 du 06/04/1994]. A l'examen d'un enfant, la taille et le poids sont à mesurer. Examiner la taille des enfants semble être rentable en détectant des désordres qui lui sont liés ainsi que d'autres affections non diagnostiquées [**Fayter et coll., 2008**].

Dans notre étude, l'analyse du paramètre de puissance a montré que la distribution de la taille est supposée normale. Ce résultat, déjà observé dans certaines études sur des références nationales [**Roelants et coll., 2009 ; Juliusson et coll., 2013**], provient du fait que la taille présente une asymétrie très modérée et un coefficient de variation très faible (quatre fois moins que le poids). Le coefficient de variation a augmenté, chez les deux sexes, avec l'âge pour atteindre son maximum lors de la période pubertaire, puis redescend légèrement lors de la période post-pubertaire.

L'allure des courbes moyennes de la taille de notre population a montré une phase d'augmentation suivie d'une accélération, puis d'un ralentissement et enfin d'un arrêt chez les filles et d'une faible pente chez les garçons. **Nicoletti et coll. (2004)**, ont considéré que la croissance en taille s'achève quand deux mesures consécutives, à distance de 6 mois, ont montré une taille égale à  $\pm 0,5$  cm ou moins à la mesure précédente. En appliquant cette constatation à nos données, nous avons remarqué que la croissance en taille des filles s'est arrêtée à 16 ans (différence entre la taille à 16 ans et 15,5 ans égale à 0,3 cm). La stagnation de la stature des filles à partir de 16 ans a été notée dans plusieurs études [**Del-Rio-Navarro et coll. 2007 ; Schaffrath Rosario et coll., 2011 ; Zong et Li, 2013**]. La croissance en taille des garçons ne s'est pas été encore achevée (différence entre les valeurs à 18 ans et 18,5 ans égale à 0,6 cm). Chez le garçon, la croissance se poursuit jusqu'à 20 ans [**Zeferino et coll., 2003**].

Les accroissements moyens annuels de la taille de nos élèves ont montré un pic statural entre 10 et 11 ans chez les filles et entre 13 et 14 ans chez les garçons. Nous avons remarqué que ce pic survient chez les filles plus tôt que les garçons. Cette constatation a été relevée dans les études de **Kelly et coll. (2014)**, **Waqar et coll. (2016)**. La phase de puberté présente un dimorphisme sexuel en ce qui concerne son intensité et sa durée : plus élevée et plus longue chez les garçons [**Gasser et coll., 2001 ; Zheng et coll., 2013**]. Nos percentiles ont été construits à partir des moyennes transversales. D'après **Hauspie (2002)**, dans le cas où il y a possibilité d'estimer l'âge moyen de l'accroissement maximum, il ne sera possible de mettre en évidence qu'une hauteur réduite du pic et une poussée de croissance pubertaire plus étalée que dans les courbes des vitesses de croissance. Selon **Neyzi et coll. (1993)** et **Chae et coll. (2013)**, les résultats de la comparaison du pic obtenu des accroissements de la taille et

celui de la vitesse de croissance mettent en évidence des différences en partie dues aux différences méthodologiques et non aux particularités des populations.

Dans notre échantillon, la comparaison des statures entre sexe a montré qu'entre 10 et 13,5 ans, la taille moyenne des filles est supérieure à celle des garçons. La situation est inversée à partir de 14 ans en faveur des sujets masculins, âge auquel leur poussée pubertaire a déjà commencé, dépassant ainsi les filles. Cet écart entre les garçons et les filles se maintient jusqu'à l'âge de 18 ans. Aussi, notons que les garçons n'ont pas encore atteint la croissance complète à cet âge puisque leur courbe de taille n'affiche pas encore un plateau. Les filles de notre étude ont commencé leur poussée pubertaire plus tôt que les garçons. La longue durée de la croissance pré-pubertaire et un plus grand pic de vitesse de croissance chez les garçons entraînent une différence de taille entre les deux sexes [**Silventoinen et coll., 2008**]. Ces différences entre sexes sont liées aux influences d'hormones qui affectent les filles plus tôt que les garçons. La testostérone augmente la formation d'os et la synthèse de protéines, entraînant une taille plus élevée des garçons [**Wells, 2007**].

La taille moyenne observée à 18 ans, au sein de notre échantillon, a été de 160,7 cm chez les sujets féminins et 174,1 cm chez ceux de sexe masculin. Le dimorphisme sexuel à 18 ans, est un phénomène qui existe dans toutes les populations, mais qui varie par son intensité. Dans notre population, il a été de 13,4 cm. Cette valeur peut être dépassée étant donné qu'à 18 ans, les garçons n'ont pas encore achevé leur croissance en taille comme c'est le cas chez les filles. Le dimorphisme sexuel dans notre étude s'est situé dans les limites mentionnées par plusieurs auteurs dans différents pays développés. Il s'est situé entre 13 cm en Grèce [**Chiotis et coll., 2003**] et 13,4 cm en Norvège [**Juliusson et coll., 2013**]. Cependant, il faut noter qu'au niveau de ces pays, les tailles à 18 ans ont été supérieures respectivement de 2,9 cm et 3,3 cm chez les garçons et filles grecques et de 6,6 cm et 6,1 cm respectivement chez les garçons et les filles norvégiens comparées à nos élèves. Dans d'autres pays (Qatar, Emirats Arabes Unis, Arabie Saoudite, Nigeria, Inde), les valeurs du dimorphisme sexuel retrouvées ont été faibles comparées à celle des Algériens et avec des statures inférieures. A titre d'exemple, au Qatar [**Bener et Kamal, 2005**] et en Inde [**Khadilkar et coll., 2009**] ces valeurs ont été respectivement de 11,3 cm et 13,1 cm. A 18 ans, les Qataris avaient des tailles de 170,0 cm chez les garçons et 158,7 cm chez les filles alors qu'en Inde, ces tailles ont été respectivement de 170,4 cm et 157,3 cm. Le dimorphisme sexuel des sujets algériens a été identique à celui trouvé en Norvège et plus important que celui noté en Iran et Qatar. Ce résultat peut être expliqué par les facteurs génétiques. La taille

a une héritabilité estimée d'environ 80 à 90%. [**Silventoinen et coll., 2003**] alors que le poids et l'IMC ont une héritabilité inférieure [**Yang et coll., 2007**].

A 18 ans, les garçons de notre étude n'ont pas encore atteint leur taille adulte. Selon **Kato et coll. (1998)**, les données anthropométriques à 18 ans, ne sont pas suffisantes pour refléter une « taille adulte finale ». **Nicoletti et coll. (2004)** ont rapporté que, après la fin de la période de croissance, il y a une croissance résiduelle minimale au niveau de la colonne vertébrale qui est, selon ces auteurs, très négligeable d'un point de vue pratique due à la formation de nouveaux tissus osseux sur les vertèbres.

#### **4.3. Indice de masse corporelle des filles et des garçons**

L'indice de masse corporelle est considéré comme le meilleur outil pour surveiller l'épidémiologie du surpoids et de l'obésité chez les enfants et les adultes en raison de son indépendance de la taille, de sa corrélation au poids et à la graisse corporelle [**Rolland-Cachera et coll., 1991**]. Le poids pour âge n'est plus considéré comme un indicateur approprié pour l'estimation de la masse corporelle chez les enfants et a été progressivement remplacé par les courbes d'IMC [**Cole et coll., 2000**].

Les valeurs de L inférieures à 1 reflètent une dissymétrie positive synonyme d'un rapprochement des percentiles se situant en dessous de la médiane et un éloignement des percentiles supérieurs. Cette constatation peut être interprétée par une augmentation des prévalences du surpoids et de l'obésité due à une augmentation de poids. Cette situation a été décrite par les travaux de **Malik et Bakir (2007)** et **Shirasawa et coll. (2015)**. Ces auteurs ont conclu que l'augmentation des prévalences de la malnutrition par excès avait pour conséquence un déplacement des différents percentiles d'IMC vers des valeurs supérieures.

Les résultats de notre enquête ont montré que les valeurs médianes de l'IMC augmentaient avec l'âge en passant de 15,35 kg/m<sup>2</sup> à 20,51 kg/m<sup>2</sup> chez les garçons et de 15,12 kg/m<sup>2</sup> à 21,56 kg/m<sup>2</sup> chez les filles. De 6 à 10 ans, les valeurs du 50<sup>ème</sup> percentile de l'IMC masculin ont été plus élevées. Après 10,5 ans, c'était les filles qui présentaient des valeurs élevées et cette supériorité s'est maintenue jusqu'à 18 ans. Nos résultats ont montré la même allure des courbes de l'IMC que celle mentionnée par d'autres auteurs [**Del-Rio-Navarro et coll., 2007** ; **Al Herbish et coll., 2009** ; **Roelants et coll., 2009**]. Une supériorité des valeurs d'IMC des filles est due à l'influence des hormones sexuelles [**Ma et coll., 2009** ; **Albin et Norjavaara, 2013**] qui pourrait expliquer les différences dans l'âge d'apparition de la puberté et la maturation. Cette supériorité peut s'expliquer également par le fait que les filles de notre échantillon avaient une croissance en taille qui a commencé à se stabiliser avant celle du poids alors que pour les garçons ces mesures ont continué d'augmenter avec l'âge.

Jusqu'en l'an 2000, il n'existait pas de définition précise de l'obésité pour les enfants et les différentes études ont utilisé des paramètres (z-scores, percentiles) et des points de coupures différents à partir de références nationales (CDC, Française) ou internationales (OMS) : percentiles 3, 5 ou 10 pour la minceur [**Bouzenada et coll., 2010 ; Bahchachi et coll., 2012**] et percentiles 95 ou 97 pour l'obésité [**Mekhancha-Dahel, 2005 ; Adjali et coll., 2010**]. Un groupe d'experts de l'IOTF a proposé que les courbes percentiles d'IMC pour l'âge passant par les valeurs adultes de 25 kg/m<sup>2</sup> et 30 kg/m<sup>2</sup> pourraient être utilisées pour la définition du surpoids et de l'obésité, respectivement [**Cole et coll., 2000**]. Dans notre étude, les percentiles atteignant 30 kg/m<sup>2</sup> à 18 ans ont été respectivement le 96,7<sup>ème</sup> percentile pour les filles et le 97,9<sup>ème</sup> percentile pour les garçons. De même, les percentiles atteignant les valeurs 18,5 kg/m<sup>2</sup> (degré 1 de minceur) ont correspondu respectivement aux 11,7<sup>ème</sup> percentile chez les filles et au 19,2<sup>ème</sup> percentile chez les garçons. Les percentiles correspondant aux surpoids et obésité dans les différents pays ne sont pas les mêmes. Par exemple, les courbes de percentiles passant par 30 kg/m<sup>2</sup> à l'âge de 18 ans sont les 99,1<sup>ème</sup>, 96,5<sup>ème</sup>, 98,3<sup>ème</sup>, 95,6<sup>ème</sup> pour les garçons et de 98,8<sup>ème</sup>, 99,2<sup>ème</sup>, 97,2<sup>ème</sup>, 98,2<sup>ème</sup> pour les filles respectivement en Grande Bretagne [**Cole et coll., 1998**], Shanghai [**Jiang et coll., 2006**], Belgique [**Roelants et coll., 2009**] et Finlande [**Saari et coll., 2011**]. Ces différences des valeurs des percentiles peuvent s'expliquer d'une part par les différences génétiques mais également environnementales observées entre les populations et d'autre part par les méthodes utilisées ainsi que la diversité des dates de collecte de données. Il est à noter que les études menées en Grande Bretagne ont été réalisées entre 1978 et 1993. Pour les données belges (population flamande), la collecte a été menée entre 2002 et 2004 et entre 1983 et 2008 pour l'étude finlandaise. A Shanghai, l'étude a été réalisée entre 1999 et 2002.

Les valeurs de percentiles trouvées en Grande Bretagne [**Cole et coll., 2000**], Shanghai [**Jiang et coll., 2006**], Belgique [**Roelants et coll., 2009**] et Finlande [**Saari et coll., 2011**] sont supérieures à celles trouvées dans notre étude (97,9<sup>ème</sup> percentile chez les garçons et 96,7<sup>ème</sup> percentile chez les filles). Ces différences peuvent être expliquées par l'exclusion de valeurs aberrantes (épuration des données) lors de la construction des courbes de référence. En fait, il s'agit d'un procédé appliqué pour éliminer les données représentant un facteur (tels que minceur, obésité) pouvant influencer la croissance linéaire [**WHO Multicentre Growth Reference Study Group, 2006b**]. D'après **Juliussen et coll. (2015)**, l'exclusion d'enfants présentant un surpoids ou une obésité, des échantillons utilisés pour la construction des références de croissance a une influence sur les courbes de l'IMC mais pas pour celles de la taille. La différence entre les valeurs de percentiles peut être également expliquée par des

prévalences faibles de surpoids et d'obésité pendant les années de réalisation des courbes de croissance dans ces pays (Grande Bretagne, Shanghai, Belgique et Finlande). Des prévalences faibles de surpoids et d'obésité auront comme conséquence, lors de la construction des références, un éloignement moins important des percentiles supérieurs de la médiane.

## **5. COMPARAISON DE L'ANTHROPOMETRIE DES ELEVES DE CONSTANTINE AVEC D'AUTRES DONNEES**

### **5.1. Comparaison avec des données algériennes**

Nous avons comparé nos résultats avec ceux d'études réalisées entre 2000 et 2014 dans quelques régions de l'Algérie. Il s'agit de quatre études menées dans la wilaya de Constantine [**Mekhancha-Dahel, 2005 ; Bouzenada et coll., 2005 ; Benmohammed, 2009 ; Boudjada, 2010**] ainsi que dans les communes de Batna [**AbdElkrim et Boussaha, 2009**], Bou Saâda [**AbdElkrim et Boussaha, 2009**], Médéa [**Gasri, 2009**] et Redjas [**Bousbia, 2014**]. Ces études ont présenté des données anthropométriques (poids, taille, IMC) pour des âges pouvant aller jusqu'à 18 ans.

La comparaison graphique des valeurs du poids entre les différentes études a montré que les courbes médianes des deux sexes de notre étude sont situées entre les différentes autres courbes. Cependant, les élèves de notre échantillon ont été plus lourds que ceux des communes de Redjas (Wilaya de Mila) et Bou Saâda (Wilaya de M'sila). Ce n'est pas le cas pour la taille, où les courbes sont décalées vers le haut. Pour l'IMC, la comparaison graphique a fait ressortir que les valeurs du 50<sup>ème</sup> percentile de l'IMC des élèves de notre enquête ont été supérieures à celles des autres régions à l'exception d'El Khroub et Média.

En comparant nos données avec celles de l'étude de **Boudjada (2010)** menée dans un quartier de la ville de Constantine, nous avons remarqué que les valeurs médianes de l'IMC des filles et des garçons ont présenté une inflexion à l'âge de 16 ans témoin d'un gain en poids et une stabilisation en taille.

Les écarts observés entre nos courbes de croissance et de corpulence et celles des différentes régions algériennes (Constantine, El Khroub, Batna, BouSaâda, Médéa, Mila) peuvent être expliqués par les différences de dates de collecte de données mais également par les caractéristiques socio-économiques de chaque commune (urbaine et rurale). De plus, ces différences peuvent être dues à la qualité des données collectées qui dépend de la prise de mesures, la formation du personnel et la qualité du matériel (précision, réglage, contrôle). Sur les huit études présentées, les données anthropométriques de quatre parmi elles ont été collectées par le personnel (médecins et/ou infirmières) des UDS. D'après **Pierson et coll. (1993)**, des courbes de référence peuvent être établies à partir des données recueillies en

routine par les services de santé et en milieu scolaire. En Algérie, les données des UDS peuvent être utilisées dans la construction de courbes de croissance en prenant en considération les améliorations proposées par **Mekhancha-Dahel (2005)** :

- Former le personnel en anthropométrie nutritionnelle (intérêts et applications) et à la prise de mesures anthropométriques selon les recommandations de l'OMS (1995) ;
- Doter les UDS de matériel anthropométrique adéquat, conforme, réglé et contrôlé.

Selon **Pierson et coll. (1993)**, si les données de la santé scolaire ne peuvent être utilisées pour la construction de références locales, il faut plutôt les considérer comme des enquêtes répétitives permettant d'évaluer les politiques sanitaires ou nutritionnelles, ou d'apprécier l'évolution du niveau de développement socio-économique.

## **5.2. Comparaison avec les références étrangères et internationales**

Nous avons comparé les résultats de notre étude avec les courbes percentiles de sujets de pays arabes (Arabie Saoudite, Emirats Arabes Unies, Qatar, Egypte) ou d'origine arabe (Marocains installés aux Pays Bas), de certains pays de l'Europe du sud (Espagne, Italie, France, Grèce), à l'OMS 2007, à l'IOTF et de Cole et coll. Cette comparaison situera la croissance de l'échantillon de Constantine 2009 par rapport à celles de ces pays.

### **5.2.1. Comparaison du poids et de la taille avec ceux de sujets de pays arabes**

Bien que les études ne soient pas toujours comparables (méthode d'échantillonnage, matériel utilisé,...), l'examen des courbes de croissance des enfants et adolescents de Constantine et celles des pays arabes, a montré que la courbe médiane du poids des sujets algériens s'est située entre celles des différents pays alors que la courbe de taille moyenne a été supérieure. La localisation géographique et les conditions socioéconomiques peuvent jouer un rôle dans ces différences. Les facteurs qui ont le plus grand impact sur les tendances positives de la stature incluent les systèmes bien développés de soins médicaux, une consommation accrue de lait, viandes et œufs [**Ivanova et coll., 2006**], des conditions de santé publique améliorées, des taux faibles de mortalité et morbidité infantile et juvénile [**Akachi et Canning, 2015**], le contrôle des agents pathogènes causant des maladies infectieuses durant la petite enfance et l'enfance [**Belfield et Kelly, 2013**], les services de santé et de protection des enfants et l'accessibilité aux services de soins de santé prénataux [**Mocan et coll., 2015**]. Une diminution des niveaux de pollution et une augmentation des niveaux d'éducation et de revenu par habitant (grâce à des améliorations économiques au niveau national) ont un impact indirect [**Murasko, 2013 ; Abu Dalou, 2016**]. Les conditions de vie au niveau des pays du Golf sont meilleures [**Population Reference Bureau, 2001**], pouvant favoriser une meilleure croissance des enfants et des adolescents. Cette constatation

nous laisse supposer que les enfants et adolescents des pays du Golf doivent avoir des valeurs de stature supérieures à celles des Algériens. Ces pays enregistrent des prévalences élevées de surpoids et d'obésité [Al Nohair, 2014] comparées aux algériens. Plusieurs travaux ont montré que les enfants souffrant d'obésité présentent une taille plus élevée [Stovitz et coll., 2011 ; Van Dommelen et coll., 2014] et une puberté relativement précoce [He et Karlberg, 2001 ; Denzer et coll., 2007] comparés à des sujets à corpulence normale. He et Karlberg (2001) ont observé que chaque augmentation (entre 2 et 8 ans) d'une unité d'IMC a été associée à une augmentation de 0,23 cm de taille chez les garçons et de 0,29 cm chez les filles. Dans l'étude longitudinale menée par Johnson et coll. (2012), une augmentation d'environ 3 cm a été notée chez les filles et les garçons entre respectivement 10-12 ans et 11-13 ans. D'après He et Karlberg (2001), il n'y avait aucun effet positif de l'obésité sur la taille finale malgré qu'elle ait exercé un effet positif sur le gain en taille pendant l'enfance. Des sujets obèses peuvent même avoir une taille inférieure à celle des sujets à corpulence normale, due à un gain réduit en taille pendant l'adolescence [Denzer et coll., 2007].

A 18 ans, les Algériens ont présenté une taille moyenne supérieure à celle des Qataris alors qu'avant l'âge de 10 ans ils avaient des valeurs inférieures. D'après Haas et Campero (2006), les enfants entrant dans la phase pubertaire avec une taille faible vont avoir une croissance plus grande en stature pendant la puberté.

La comparaison graphique a montré que la courbe médiane du poids des sujets algériens a été inférieure à celle des marocains installées aux Pays-Bas alors que les courbes moyenne des tailles de ces deux populations ont été superposables. Des études menées dans de nombreux pays ont montré que la population immigrée présente, en moyenne, un meilleur état de santé [Solé-Auro et Crimmins, 2008 ; Hernandez-Quevedo et Jimenez-Rubio, 2009] et un niveau socio-économique meilleur [Van Hook et Stamper Balistreri, 2007 ; Cabieses et coll., 2015] que la population du pays d'origine. Schönbeck et coll. (2015) ont trouvé que la taille des enfants turcs aux Pays-Bas a été similaire à celle des enfants à niveau socio-économique élevée en Turquie. Ce phénomène a été également observé dans l'étude de de Wilde et coll. (2015). Ces auteurs ont observé que les immigrés des deux sexes d'origine asiatique installés aux Pays-Bas ont présenté des tailles identiques à celles de sujets appartenant aux classes aisées de leur pays d'origine. Les algériens ont présenté une croissance identique à celle des marocains immigrés supposés avoir un développement meilleur.

### 5.2.2. Comparaison du poids et taille avec ceux de l'OMS et sujets de pays de l'Europe du Sud

Les valeurs de références (poids et taille) espagnoles, italiennes et grecques ont été supérieures aux valeurs médianes algériennes. Les références internationales OMS 2007 ont été généralement supérieures à nos valeurs, cependant ces différences ont été moindres à l'âge de 6 ans et même très proches chez les garçons. Les mesures pour l'Algérie sont situées au-dessus des valeurs françaises jusqu'à l'âge de 13 ans. Cette différence peut s'expliquer par les dates de recueil des données. En effet, les références françaises ont été établies à partir d'une étude longitudinale d'enfants nés en 1955 [**Sempé et coll., 1979**]. Une analyse de données françaises plus récentes [**Deheeger et Rolland-Cachera, 2004**] a montré que la taille avait augmenté depuis cette époque, mais il apparaît que cette augmentation n'était pas maintenue jusqu'à l'âge adulte. Ceci pourrait s'expliquer par une tendance à une maturation plus précoce interrompant la croissance plus tôt. Ces données récentes ont été plus proches des références OMS que de celles de **Sempé et coll. (1979)**. Cette constatation pose le problème du choix de la référence à utiliser en France [**Scherdel et coll., 2015**]. Les dates de recueil n'expliquaient pas toutes les différences entre pays, les caractéristiques de la croissance étant aussi spécifiques des populations. En effet, les mesures de taille et poids des algériens, bien qu'étant plus récentes (2008/2009), ont été inférieures aux valeurs italiennes collectées entre 1994 et 2000, espagnoles recueillies entre 2000 et 2004, grecques collectées entre 2000 et 2001 et celles de l'OMS datant de 1970.

Les courbes médianes de notre population sont décalées vers le bas comparées à celles de l'OMS 2007. Des études ont été menées en Turquie [**Neyzi et coll., 2006**], en Arabie Saoudite [**El-Mouzan et coll., 2008**] et en Malaisie [**Bong et coll., 2012**] dont l'un des objectifs était de comparer la croissance dans ces pays avec les références de l'OMS. Les résultats ont montré que les valeurs sont situées au-dessous de ces références internationales. La principale explication évoquée, par les auteurs, a été que ces écarts pourraient refléter les différences ethniques. Ces écarts seraient liés à des antécédents génétiques différents ainsi qu'à des différences environnementales entre les populations sous-jacentes [**Haas et Campirano, 2006**]. Dans leur étude sur la comparaison de la croissance d'enfants et adolescents aux références du NCHS/OMS, ces auteurs ont trouvé une différence de 5 cm à l'âge de 17 ans.

Les données algériennes sont généralement inférieures aux valeurs de l'OMS 2007, mais les différences sont moindres à l'âge de 6 ans. A cette âge, la différence entre le poids et taille des enfants de notre étude et ceux de la référence OMS 2007 ont été de 0,7 kg et 1,0 cm



chez les filles et de 0,3 kg et 0,1 cm chez les garçons. Ces différences sont équivalentes à 0,1 Z-scores et 0,01 Z-scores chez les garçons et de 0,26 Z-scores et 0,11 Z-scores chez les filles, respectivement pour le poids et la taille [**Bahchachi et coll., 2016**]. Une telle situation permettrait une meilleure cohérence entre l'utilisation des standards de croissance de l'OMS 2006 établis de la naissance à 5 ans et de nos résultats (de 6 à 18 ans).

### 5.2.3. Comparaison de l'IMC avec les références étrangères et internationales

Les courbes médianes de l'IMC des algériens se situaient en dessous des courbes locales des enfants et adolescents saoudiens, émiratis, qataris et marocains installés aux Pays Bas. Ces derniers sujets présentent des valeurs médianes d'IMC élevées à tous les âges comparées aux sujets de notre étude. Les différences ont été plus marquées chez les filles.

Les valeurs du 50<sup>ème</sup> percentile des enfants et adolescents de notre étude se sont situés au-dessous des références des pays de l'Europe du Sud à l'exception de la France. A partir de 10,5 ans, le 3<sup>ème</sup> percentile des adolescents algériens a été inférieur aux valeurs de l'OMS 2007 alors que le 97<sup>ème</sup> a été supérieur. Cela indique que les sujets algériens sont confrontés à la coexistence de prévalences de minceur et d'obésité simultanément.

La disparité observée entre les données algériennes, celles des pays arabes, des pays européens de la rive Sud de la Méditerranée et références internationales (OMS 2007 et IOTF) peut être due à des facteurs génétiques et/ou environnementaux [**Wang et Wang, 2002**] ainsi qu'à des aspects méthodologiques de la construction des percentiles.

Le décalage des courbes médianes des sujets de Constantine 2009 par rapport aux références étrangères et internationales ne pourrait être expliqué que par la date de collecte de données. Cette différence pouvait être aussi attribuée à un accroissement de prévalences de surpoids et d'obésité au cours des dernières années. Au niveau des pays maghrébins, la prévalence du surpoids est passée de 9,5 % chez les filles (11 à 19 ans) entre 1997 [**Mokhtar et coll., 2001**] à 20,7 % chez les adolescentes tunisiennes (15 à 19 ans) en 2005 [**Aounallah-Skhiri et coll., 2008**] d'après les références OMS (1995). En Arabie Saoudite, des enquêtes menées en 1988 et 2005 sur des garçons (6 - 14 ans) ont révélé des prévalences d'obésité respectivement de 3,4 % et 24,5 % et une augmentation de l'IMC moyen de 1,5 unité (de 16,5 kg/m<sup>2</sup> en 1988 à 18,0 kg/m<sup>2</sup> en 2005) a été observée [**Al-Hazzaa, 2007**]. Au cours de cette période d'étude, le poids a enregistré l'augmentation la plus importante (12,1 %) comparé à la taille (1,3 %). Une tendance similaire a été observée dans les pays en développement qui ont connu une transition socio-économique rapide [**Uauy et coll., 2001 ; Mekhancha-Dahel et coll., 2013**].

Contrairement aux pays cités ci-dessus, une stabilisation de la prévalence du surpoids et de l'obésité a été observée dans la plupart des pays industrialisés [**Salanave et coll., 2009**]. Les

prévalences ont enregistré des valeurs faibles dans les années 80 comparées à celles de 2013 [The GBD 2013 Obesity Collaboration et coll., 2014].

Les marocains installés aux Pays Bas présentent des courbes médianes décalées vers le haut comparées à nos données. Cette observation peut être interprétée par une prévalence élevée d'obésité, au sein de la population d'origine marocaine, pouvant entraîner un décalage des courbes percentiles vers le haut. Une étude menée auprès d'immigrés d'origine marocaine dans la ville d'Amsterdam a montré un effet positif de la durée d'immigration sur l'obésité [Dijkshoorn et coll., 2008]. D'après la synthèse faite par Goulao et coll. (2015), plusieurs travaux ont testé l'hypothèse selon laquelle, au fil du temps, les immigrants adoptent certaines habitudes et comportements de la population du pays d'accueil liés à l'alimentation, à l'activité physique ainsi qu'à d'autres déterminants qui favorisent l'apparition de l'obésité. Des études menées aux États-Unis, au Canada et en Europe ont montré une association positive entre la durée de résidence dans le pays d'immigration et la prévalence de l'obésité [Gele et Mbalilaki, 2013]. La synthèse réalisée par Gualdi-Russo et coll. (2014) sur des immigrés en Europe d'origine Nord-africaine a fait ressortir que les enfants d'émigrés, et en particulier les filles, ont des niveaux plus élevés de surpoids et d'obésité que les enfants autochtones. Des études américaines, utilisant le statut du nombre de générations des immigrés plutôt que la durée de résidence, ont dévoilé que la prévalence de l'obésité a été plus élevée dans les générations successives d'immigrants que dans la première génération [Bates et coll., 2008].

Par ailleurs, nous avons observé qu'à 6 ans, les différences entre les valeurs médianes d'IMC de l'OMS et des Algériens sont très faibles : 0,05 kg/m<sup>2</sup> chez les garçons et 0,18 kg/m<sup>2</sup> chez les filles. Exprimées en Z-scores, ces différences sont de 0,03 chez les garçons et 0,13 chez les filles [Bahchachi et coll., 2017]. Ceci pourrait faciliter l'usage des standards OMS de 0 à 5 ans, précédant l'usage des références algériennes de 6 à 18 ans.

## **6. CROISSANCE SEculaire DES ENFANTS ET DES ADOLESCENTS DE L'ETUDE**

Les études sur les tendances séculaires de la croissance sont un outil important pour analyser l'évolution de la santé physique des populations et pour mettre en évidence les inégalités sociales entre les différents groupes d'humains [Vargas et coll., 2010]. Le déroulement de la croissance est assurément dépendant de l'action continue des différents facteurs environnementaux sur le potentiel génétique. La présence de tendance séculaire, dans une population, fait que les courbes de croissance sont dépassées et impose une actualisation régulière des courbes [Pierson et coll., 1993].

Pour l'étude de l'évolution (ou tendance) séculaire de la croissance, nous avons comparé les courbes moyennes de notre étude (Constantine 2009) déterminées sur les données brutes (non traitées par LMS), avec celles de **Dekkar (1986)** et **Chamla et Demoulin (1976)**. Il n'y a pas d'échantillon national représentatif des enfants et des adolescents dans l'étude de **Chamla et Demoulin (1976)** et la nôtre (Constantine 2008). Les données sont basées sur celles d'algériens en bonne santé vivant dans des villes. Les trois études (Constantine 2009, Dekkar 1986, Chamla et Demoulin 1976) utilisées dans l'évaluation de l'évolution séculaire sont comparables en termes d'ethnicité mais non en termes d'origine géographique ou de statut socio-économique.

En comparant les courbes du 50<sup>ème</sup> percentile de ces trois études, nous avons observé une taille moyenne plus importante en faveur des enfants et adolescents de Constantine 2009. Ces sujets ont été plus grands que ceux enquêtés en 1983 et 1972. Par exemple, à l'âge de 18,5 ans, les garçons et les filles ont été en moyenne 3,99/3,24 cm plus grands en 2008 qu'en 1983. Il s'agit d'une croissance séculaire positive pour la taille. **Freedman et coll. (2000)** ont examiné l'évolution séculaire de la taille au sein d'une population âgée de 5 à 17 ans entre 1973 et 1992. Au cours de la période d'étude, la taille moyenne a augmenté de 0,7 cm par décennie. **Heude et coll. (2006)**, en comparant la taille d'enfants français enquêtés entre 1993 et 2001 avec les références de **Sempé et coll. (1979)** établies entre 1953 et 1974, ont trouvé une différence de taille de 1,2 cm chez les filles et 3,5 cm chez les garçons. Ces auteurs ont rapporté que cette différence n'est pas uniquement attribuée à un biais d'échantillonnage mais à l'évolution des facteurs environnementaux et nutritionnels associés avec le statut socio-économique. D'après **Roche et Towne (2001)**, si l'intervalle entre les dates de naissance des générations constitutives est inférieur à dix ans, n'importe quelle différence de taille observée est probablement plus due aux variations d'échantillonnage qu'à l'évolution séculaire.

Dans la plupart des pays pour lesquels les tendances séculaires de la taille des enfants et des adolescents ont été publiés, une augmentation séculaire (faible ou élevée) a été notée [**Gohlke et Woelfle, 2009** ; **Schönbeck et coll., 2015**]. Cependant, certaines études ont signalé une stabilisation [**Bundak et coll., 2008** ; **Kleanthous et coll., 2017**] ou même une tendance à la baisse [**Komlos et Breitfelder, 2007**]. Le plateau (ou la stagnation de l'évolution de la taille) a été attribué au fait que les populations correspondantes ont atteint leur plein potentiel génétique et / ou que leurs conditions socio-économiques avaient cessé de s'améliorer [**Virani, 2005**]. La tendance à la baisse est probablement due aux conditions défavorables telles que la guerre [**Ayatollahi et coll., 2006**] ou la crise économique [**Laska-Mierzejewska et Olszewska, 2007**].

La différence de taille entre les trois études algériennes (Constantine 2009, Dekkar 1986, Chamla et Demoulin 1976) a été plus élevée chez les garçons que chez les filles. Nous avons observé également que ces différences ont diminué avec l'âge chez les deux sexes. Elles ont été plus faibles au sein des filles dont l'âge varie de 16,5 à 18,5 ans et chez les garçons dont l'âge varie de 17,5 à 18,5 ans. Ces observations ont été rapportées par des études menées dans différents pays. **Freedman et coll. (2000)** ont trouvé que les tendances séculaires variaient en fonction du sexe (élevée chez les garçons), de l'âge (plus élevées entre 9 et 12 ans) et avec la race (plus importante chez les enfants d'origine africaine). **Baali et coll. (2005)** ont comparé les résultats de deux enquêtes transversales réalisées dans la ville de Marrakech entre 1980-1982 et 1991 sur des enfants et des adolescents (6 à 17 ans). L'écart maximal de taille qui est apparu plus tardivement chez les garçons (2,5 cm à l'âge de 15 ans) que chez les filles (2,4 cm à l'âge de 13 ans), s'est atténué à l'âge de 17 ans chez les deux sexes (1,2 cm chez les garçons et 0,9 cm chez les filles). **Heude et coll. (2006)** ont remarqué que les enfants et adolescents mesurés en 2001 sont plus grands que les références de **Sempé et coll. (1979)** mais la différence de taille a diminué avec l'âge. D'après ces auteurs, cette diminution suggère que l'augmentation récente de taille peut être due à une tendance séculaire précoce durant l'enfance. **Vignerova et coll. (2006)** et **Marques-Vidal et coll. (2008)** ont rapporté que la raison d'un profil différent de tendance séculaire entre sexe est peut-être dû au fait que les garçons démontrent plus de sensibilité aux changements de l'environnement alors que les filles sont mieux protégées. Pour **Freedman et coll. (2000)**, cette différence est probablement attribuée aux différences dans les poussées de croissance. L'évolution séculaire résulte de l'effet combiné de l'accroissement de taille à chaque âge et de l'accélération du processus de croissance au cours de la puberté. Une tendance séculaire faible ou absente suggère qu'il y a eu une augmentation du rythme de la croissance et une tendance vers une maturation plus précoce [**Vignerova et coll., 2006**]. **Kleanthous et coll. (2017)** ont observé que l'amélioration des conditions sociétales, en Grèce, a des effets différents sur la croissance des filles et des garçons : une cessation de la tendance séculaire a été observée chez les sujets de sexe féminin alors qu'une augmentation significative de la taille a été notée chez les sujets de sexe masculin.

Les tendances séculaires de la taille peuvent être affectées par des facteurs nutritionnels [**Hoppa et Garlie, 1998**] et socio-économiques tels que le niveau de scolarisation des parents et nombre de personnes actives dans le ménage [**Silventoinen et coll., 2001**], taille à la naissance, nombre de frères et de sœurs et rang dans la fratrie [**Thomas et Frankenberg, 2002**].

Dans notre travail, nous n'avons pas étudié l'évolution du poids et de l'IMC car les travaux de **Chamla et Demoulin (1976)** et de **Dekkar (1986)** n'ont pas présenté de valeurs pour l'IMC et d'autre part, ces études ont exprimé le poids en moyenne par classe d'âge d'une année. Dans notre étude, les valeurs du poids n'ont pas suivi une distribution gaussienne, d'où l'impossibilité de les présenter en moyenne et ainsi l'impossibilité de procéder à des comparaisons avec les études de Chamla et Demoulin et de Dekkar. Les travaux de **Zong et coll. (2011)** et **Camara et Garcia Roman (2015)** ont montré que l'évolution séculaire de la taille s'accompagne d'une tendance séculaire de l'IMC et du poids et que cette dernière est plus importante que celle de la stature. D'après **Marques-Vidal et coll. (2008)** et **Brnicevic et coll. (2015)**, l'accroissement du poids pourrait refléter une plus grande augmentation de l'adiposité par rapport à la masse musculaire.

## **7. ETAT NUTRITIONNEL DE LA POPULATION DE L'ETUDE**

Les prévalences des différentes formes de malnutrition au sein de la population d'élèves ont été calculées selon les références OMS 2007, IOTF [**Cole et coll., 2000**], **Cole et coll. (2007)** et **Rolland-Cachera et coll. (1991)**. Le retard de croissance est de 2,8 %, avec les garçons plus touchés que les filles (3,3 % vs 2,4 %). La prévalence de la minceur déterminée selon le seuil I-18,5 d'après **Cole et coll. (2007)** a été de 13,8 %, alors qu'elles étaient de 3,3 % et 2,7 % respectivement selon OMS 2007 et les références françaises. Le surpoids (dont obésité) et obésité obtenus selon les références OMS 2007 ont été les plus élevées ( $p < 0,0001$ ). La prévalence du surpoids (obésité incluse) selon les références françaises (11,5 %) a été la plus faible comparée à celles obtenues par les deux autres références.

### **7.1. Prévalence du retard de croissance**

La prévalence du retard de croissance au sein de notre population, telle que estimée selon les références OMS 2007, a enregistré des valeurs faibles comparées à des études réalisées à Constantine. **Bouldjadj et coll. (2008)** en utilisant les références NCHS/OMS ont observé 4,3 % de retard de taille chez une population de 6 525 élèves inscrits en première année primaire. **Bouzenada et coll. (2010)** ont enregistré, chez une population âgée de 6 à 18 ans, une prévalence de 7,1 % et 7,8 % respectivement en 2005/06 et 2006/07. Dans les deux études, cet état de malnutrition par carence a touché les garçons beaucoup plus que les filles. Dans les travaux de **Wamani et coll. (2007)** et **Khasnutdinova et Grjibovski (2010)**, une prédominance du retard de croissance chez les sujets de sexe masculin a été trouvée. **Cole et Lobstein (2012)** et **Symington et coll. (2016)** ont observé que les enfants ayant un retard de croissance étaient plus susceptibles d'être obèses et **Gurzkowska et coll. (2017)** ont noté que tous les élèves de petite taille étaient maigres.

## 7.2. Prévalence de la minceur

Dans notre étude, la prévalence de la minceur dépend de la référence utilisée. Cette prévalence oscille entre 2,7 % (références françaises) et 13,8 % (références **Cole et coll., 2007**). Quelle que soit la référence, les garçons sont plus touchés que les filles. Selon les critères statistiques adoptés par l'OMS (1995), une prévalence jusqu'à 2,5 % est acceptable chez les populations et elles présentent ainsi un bon état nutritionnel. Les sujets des deux sexes de notre échantillon souffrent donc de minceur. Cet état de carence est considéré comme signe de malnutrition et de pauvreté dans les pays en développement, mais dans les pays développés il est associé à des troubles de l'alimentation (anorexie et boulimie) chez les adolescents [**Seidenfeld et coll., 2004**].

Entre 2006 et 2007, des enquêtes ont été réalisées dans deux quartiers de la commune de Constantine, l'un aisé et l'autre de niveau socioéconomique faible. Les résultats ont montré qu'au sein du premier, les prévalences de la minceur estimées selon l'OMS 2007 ont enregistré une augmentation (4,4 % vs 5,4 %) sans différence significative entre les deux sexes [**Adjali-Hassani et coll., 2010**]. Dans le deuxième quartier et selon la même référence, les auteurs ont observé des valeurs en diminution : 10,6 % vs 3,8 % [**Bouzenada et coll., 2010**]. En 2008, les prévalences trouvées dans les communes de Batna et de Bou-Saâda ont été respectivement de 20,3 % et 14,9 % selon les références de l'OMS 2007 [**Bahchachi et coll., 2012**]. En comparant les résultats trouvés dans notre étude à ceux trouvés dans ces études, pendant la même période et chez la même tranche d'âge, nous observons que nos résultats sont plus faibles.

Les garçons de notre échantillon sont plus touchés par la minceur que les filles. Cette situation a été observée par plusieurs auteurs [**Melaku et coll., 2015 ; Gebregyorgis et coll., 2016**]. **Guedes et coll. (2013)** ont trouvé une prévalence de 4,1 % et 6,3 % respectivement chez les filles et les garçons âgés de 7 à 17 ans. Les données indiquent que ces différences entre sexe peuvent s'expliquer par des spécificités sexuelles liées à la sensibilité biologique aux agressions environnementales, principalement celles de nature nutritionnelle. **Stinson (1985)** a suggéré que l'organisme masculin serait plus sensible aux influences environnementales négatives (telles que les infections, les hautes altitudes). Dans les pays développés, **Zhang et coll. (2015)** et **Mason et coll. (2016)** ont trouvé que la minceur est prédominante au sein des adolescentes. **Dohnt et Tiggermann (2006)** ont supposé que l'entourage et les médias ont une influence sur l'image du corps chez les filles. **Whitaker et coll. (2011)**, dans leur étude sur des enfants et adolescents âgés de 2 à 15 ans, ont montré que la prévalence de la minceur était la plus élevée lorsque les deux parents étaient minces.

La prévalence de la minceur, déterminée au sein de notre échantillon, selon le seuil I - 18,5 de **Cole et coll. (2007)** a été plus élevée que celle obtenue avec l'OMS 2007 (13,8 % vs 3,3 %). Cette observation a été également décrite par **Partap et coll. (2017)**. Ces auteurs ont rapporté que la prévalence de la minceur était jusqu'à 8,5% plus élevée lorsque déterminée selon **Cole et coll. (2007)**. En utilisant, pour notre échantillon, le seuil I-17 de l'IOTF, la prévalence de la minceur a été de 2,5 % [**Bahchachi et coll., 2017**]. Cette valeur se rapproche de celle (3,3 %) trouvée en appliquant les références OMS 2007. **Cole et Lobstein (2012)** ont affirmé que l'utilisation du seuil I-17 est plus proche des seuils de détermination de la minceur dans d'autres références, telles que les références françaises ou de l'OMS. Dans notre pays, il serait préférable d'utiliser ce seuil (I-17) pour la détermination de la minceur car il serait plus facile de comparer les prévalences obtenues en appliquant d'autres références.

### 7.3. Prévalence du surpoids et de l'obésité

Les prévalences du surpoids (obésité incluse) trouvées dans notre échantillon sont de 16,9 %, 13,7 % et 11,5 % respectivement selon les références OMS 2007, IOTF et françaises. Les filles sont plus touchées par le surpoids comparées aux garçons selon les références IOTF et françaises.

A l'échelle nationale, l'étude *Global School-based Student Health Survey [GSHS, 2013]* menée, en 2011, sur 4 532 élèves algériens âgés de 13 – 15 ans a trouvé une prévalence de surpoids de 13,7 % et celle d'obésité de 3,2 % chez les adolescents selon les références CDC. A l'exception de cette étude, les prévalences nationales sur le surpoids et l'obésité, particulièrement celles touchant les enfants et adolescents sont quasi inexistantes, si ce n'est les quelques tentatives effectuées dans certaines wilayas [Cf. Tab. 46]. Les prévalences figurant dans le tableau ont été déterminées selon les références IOTF.

Tableau 46 : Prévalence (%) du surpoids et de l'obésité dans quelques régions algériennes Selon l'IOTF

Référence	Age, lieu, année	Prévalence %	
		Surpoids (obésité incluse)	Obésité
<b>Bradai et coll. (2008)</b>	13 – 18 ans (Sidi Bel Abbès, 2007)	8,3	1,7
<b>Adjali-Hassani et coll. (2010)</b>	6 -18 ans (quartier favorisé - Constantine, 2007)	13,7 (F : 14,4 % G : 12,9 %)	5,7
<b>Allam et coll. (2011)</b>	12 – 17 ans (Alger, 2011)	18,0 (F : 20,9 %, G : 15,1 %)	4,0
<b>Raiah et coll. (2012)</b>	6 - 11 ans (Oran, 2010/2011)	13,1 (F : 16,4 %, G : 10 %)	3,1
<b>Abbes et Bereksi-Beguig (2015)</b>	6 – 11 ans (Tiaret, 2011)	8,2 (F : 7,6 %, G : 8,8 %)	2,0
<b>Notre étude</b>	6 – 18 ans (Constantine ville, 2009)	13,7 (F : 15,1 %, G : 11,9 %)	3,0

F : Filles

G : Garçons

A Constantine, les valeurs trouvées dans notre études semblent comparables aux résultats des études menées dans les différentes régions [Cf. Tab. 45]. Les résultats peuvent être discutés, selon les dates de recueil des données et les différences de tranches d'âges.

Les filles de notre étude sont plus touchées par le surpoids et l'obésité que les garçons. Cette observation a été notée également dans les études de **Adjali-Hassani et coll. (2010)**, **Allam et coll. (2011)** et **Raiah et coll. (2012)**. Cette prédominance peut être expliquée, d'après **Guedes et coll. (2013)**, en partie par la plus grande susceptibilité de l'organisme féminin à stocker de plus grands dépôts de graisse corporelle que les garçons, ce qui se produit en raison d'hormones sexuelles à des périodes proches de la puberté. D'après **Ferreira et coll. (2006)**, les différences concernant les habitudes d'activité physique peuvent également contribuer aux variations de la prévalence du surpoids et de l'obésité entre les sexes. À l'âge de l'école, les garçons se montrent plus actifs physiquement que les filles, tant dans les activités quotidiennes que dans les programmes systématiques d'exercice physique et de sport. D'après ces auteurs, les différences deviennent plus prononcées, plus tard, pendant la phase d'adolescence.

Les études menées en Algérie sur la population scolaire ont montré que les facteurs associés au surpoids et à l'obésité sont : le saut du petit déjeuner [**Bradai et coll., 2008 ; Raiah et coll., 2012**], le niveau d'instruction des parents [**Abbes et Bereksi-beguig, 2015**], le niveau socio-économique élevé de la famille [**Bradai et coll., 2008 ; Abbes et Bereksi-beguig, 2015**], l'activité physique réduite [**Abbes et Bereksi-beguig, 2015**]. Ces facteurs ont été cités dans des études menées dans d'autres pays [**Serra-Majem et coll., 2006 ; Grassi et coll., 2016 ; Mahrshahi et coll., 2018**]. Il a été trouvé que les enfants en surpoids/obèse diffèrent dans leur comportement et habitudes alimentaires de ceux ayant une corpulence normale [**Fonseca et coll., 2009**].

Les prévalences de surpoids et d'obésité, dans notre échantillon, ont été plus élevées selon la définition de l'OMS que celle de l'IOTF. La même observation a été rapportée par **Jinabhai et coll. (2003)**, **Khasnutdinova et Grjibovski (2010)** et **Adjali-Hassani et coll. (2010)**. Ces différences peuvent être d'ordre méthodologique. Le choix des références à utiliser pour l'estimation de l'état nutritionnel peut entraîner des erreurs d'interprétation et avoir, ainsi, des implications quant aux stratégies de prise en charge clinique et des interventions en santé publique.



#### **7.4. Transition épidémiologique**

Le retard de croissance (2,8 %), la minceur (3,3 %), le surpoids (16,9 %) et l'obésité (4,9 %) coexistent dans notre échantillon. Il s'agit d'une transition épidémiologique. Cette dernière a été décrite pour la première fois par **Omran** en 1971 pour caractériser l'évolution des tendances des maladies liées à la nutrition vers les maladies non transmissibles. Cette transition est caractérisée par la coexistence de la malnutrition par carences et celle par excès dans la même société [**Doak et coll., 2000**], la même famille [**Piernas et coll., 2015**] voire chez le même individu [**Jinabhai et coll., 2003**]. Si les pays développés sont confrontés aux problèmes d'obésité et de maladies chroniques avec le déclin des maladies transmissibles et des carences nutritionnelles, les pays en développement font face à un double fardeau [**Maire et coll., 2002**].

En Algérie, la transition épidémiologique a été décrite pour la première fois par **Mekhancha-Dahel (2005)** lors de l'étude sur l'état nutritionnel des élèves de la commune d'El Khroub. Dans ce travail, les prévalences, estimées en 1996/1997, de retard de croissance, minceur, surpoids (obésité incluse) et obésité déterminées selon les références OMS 1983 ont été respectivement de 5,6 %, 6,6 %, 13,6 % et 6,1 %. Dans notre étude, ces valeurs sont respectivement de 2,8 %, 3,3 %, 16,9 % et 4,9 %, déterminées selon l'OMS 2007. Il n'est pas possible de comparer les valeurs des deux études pour juger, par type de malnutrition, si ces tendances sont en baisses ou en augmentation. D'une part, puisque les références utilisées sont différentes (OMS 1983 et OMS 2007) et d'autre part, il s'agit de données anthropométriques de sources différentes.

Chez les enfants et les adolescents, la coexistence des différentes formes de malnutrition par carence et par excès affecte négativement leur développement intellectuel [**Biro et coll., 2003**], leur croissance [**Cheng et coll., 2010**] et leurs résultats scolaires [**Adjali-Hassani et coll., 2012**].

En effet, nous observons que la prévalence de la minceur diminue alors que celle de l'obésité augmente chez les enfants et adolescents. En Algérie, la prévalence de la minceur, déterminée selon les références de l'IOTF et de **Cole et coll. (2007)** est passée de 7,4 % en 2007 à 5,6 % en 2011 alors que les chiffres pour l'obésité pour la même période ont été de 5,6 % et 11,1 % respectivement [**Mekhancha-Dahel et coll., 2013**]. Cette situation a été observée en Russie [**Khasnutdinova et Grjibovski, 2010**] et en Malaisie [**Partap et coll., 2017**]. Notre pays voit apparaître des problèmes de malnutrition par excès pour lesquels les systèmes de santé ne sont pas encore préparés [**MSPRH, 2003**]. D'après **Mekhancha-Dahel et coll. (2005)**, la prise en charge de ces maladies étant très coûteuse, il est urgent de mettre en place une prévention

adaptée à ces conséquences de la transition nutritionnelle. L'enjeu principal est de mettre en œuvre des activités de surveillance nutritionnelle pour faire un état des lieux obligatoire avant la prise de décision.

# CONCLUSION

Les courbes de croissance représentent un moyen fiable de l'évaluation de la croissance des enfants et des adolescents et de l'estimation de leur état nutritionnel. Elles sont utilisées par les médecins en consultation, pour dépister le surpoids et l'obésité, mais également par les parents en dehors de toute consultation médicale. Il s'agit d'un outil qui peut détecter avec précision des problèmes de santé.

Notre étude nous a permis de :

- Appliquer les recommandations de l'OMS pour l'élaboration de courbes de poids, de taille et d'IMC pour les sujets âgés de 6 à 18 ans ;
- Situer la croissance des enfants et des adolescents de notre étude avec celle de sujets, de même âge, de l'Algérie et de différents pays (arabes et Européens) ;
- Evaluer les tendances séculaires de la croissance en taille des filles et des garçons entre 1972 et 2009 ;
- Estimer l'ampleur des problèmes de malnutrition par excès et par carence au sein de notre population d'étude en utilisant des références nationales et internationales.

Les recommandations de l'OMS (1995) ont été suivies pour l'obtention de nos courbes de croissance et de corpulence pour les enfants et les adolescents. La méthode de lissage LMS a été utilisée pour le traitement des données anthropométriques et la proposition de sept percentiles (du 3<sup>ème</sup> au 97<sup>ème</sup>) pour les trois courbes de croissance (poids, taille, IMC). Pour les courbes de corpulence, 5 seuils ont été également présentés (surpoids, obésité et 3 degrés de minceur). Notre étude répond aux recommandations de l'OMS malgré qu'elle présente quelques limites (taux de scolarisation faible dans les tranches d'âge supérieures, non application du TEM comme test de mesure de la qualité des données). Ces limites ne remettent pas en cause le résultat final de notre enquête puisque nous avons essayé de corriger ces limites : en tirant, d'une part, au sort un effectif qui dépasse le double (surtout pour les garçons) de celui recommandé par l'OMS et d'autre part d'appliquer un test de variabilité inter-enquêteurs à des fréquences de répétition élevées.

La comparaison des données anthropométriques entre sexe a révélé que la stature et le poids des filles commencent à stagner vers la fin de l'adolescence alors que ceux des garçons continuent d'augmenter sans afficher de plateau, entraînant un dimorphisme sexuel. Les courbes médianes de l'IMC, chez les deux sexes, augmentent avec l'âge sans montrer de stagnation avec des valeurs supérieures chez les filles que chez les garçons. La comparaison de la croissance, entre sexe, nous a révélé que la période pubertaire des filles se situe entre 10

et 14,5 ans. Au cours de cette période, les filles pèsent plus lourd et elles sont plus grandes que les garçons.

La comparaison de la croissance et de la corpulence de notre échantillon avec des données algériennes et de pays arabes a révélé que notre population présente des valeurs de taille moyennes supérieures et d'IMC médianes inférieures. La comparaison avec des références locales de pays de l'Europe du Sud et internationales (OMS et IOTF) a montré que nos courbes médianes se situent en-dessous. Ces résultats mettent l'accent sur la référence à utiliser, à l'échelle nationale, pour le suivi de la croissance et l'évaluation de l'état de santé des enfants et des adolescents.

Nous avons noté, en comparant nos données avec celles d'études algériennes réalisées dans les années soixante-dix et quatre-vingt, l'existence du phénomène de l'évolution séculaire de la croissance. L'évolution des paramètres anthropométriques au cours de la vie d'une génération à l'autre sont informatifs des conditions de vie et de l'environnement physique, économique, sanitaire, alimentaire,... dans lequel évolue les sujets. Les mesures du corps sont alors le reflet de ces conditions plus ou moins optimales et des comportements plus ou moins favorables à l'expression des potentialités génétiques. Les augmentations séculaires observées en taille soulignent la nécessité de mettre à jour les courbes de croissance.

L'estimation des prévalences du retard de croissance, de la minceur, du surpoids et de l'obésité, selon des références internationales et nationale, a révélé la coexistence des différentes formes de malnutrition au sein de notre population. Les taux de malnutrition par carence et par excès diffèrent selon la référence utilisée. La coexistence du retard de croissance, de la minceur, du surpoids et de l'obésité dans notre pays est signe d'une transition épidémiologique. Dans notre population, cette situation se caractérise par des prévalences faibles des formes de malnutrition par carence et élevées de malnutrition par excès.

Il ressort de notre étude que les courbes de poids, taille et IMC que nous avons élaborées pourront être recommandées pour l'évaluation de la croissance des enfants et des adolescents en Algérie, alors que pour des comparaisons internationales, les références OMS 2007 sont disponibles. L'utilisation, au niveau national de courbes de référence locales permettra d'identifier rapidement les sujets qui nécessitent des actions de soin plus urgentes. Les faibles écarts, à l'âge de 6 ans, entre nos données et celles des références de l'OMS (2007) peuvent nous permettre de compléter nos courbes avec celles des standards OMS (2006) pour les 0 – 5 ans.

Comme perspectives de notre étude, nous suggérons :

- Que nos courbes soient accréditées par les autorités compétentes pour les insérer dans le carnet de santé des enfants algériens ;
- De les proposer en tant qu'outil aux professionnels de la santé (médecins) et les nutritionnistes.
- De réaliser la « jonction » entre les courbes de croissance de l'OMS 2006 établis de la naissance à 5 ans et nos courbes de 6 à 18 ans ;
- De proposer une procédure de calcul informatisée qui permettra l'expression des mesures individuelles par rapport aux valeurs de référence sous la forme de Z-scores.

**REFERENCES**  
**BIBLIOGRAPHIQUES**

1. ABBES M.A., BEREKSI-BEGUIG K., Facteurs de risque de l'obésité chez les élèves du cycle primaire dans une ville de l'Ouest Algérien : résultats d'une étude réalisée sur 293 sujets, *La Tunisie Médicale*, 94, 2015 : 23-8
2. ABDELKRIM S., BOUSSAHA S., Etat nutritionnel des élèves âgés de 5 à 17 ans scolarisés dans deux communes algériennes : Batna et Bou Saâda (2009), Mémoire d'Ingénieur d'état en nutrition, alimentation et technologies agro-alimentaires, INATAA, Université de Constantine, 2009 : 67 p.+ Annexes
3. ABDULRAZZAQ Y.M., MOUSSA M.A., NAGELKERKE N., National growth charts for the United Arab Emirates, *J Epidemiol*, 18, 2008: 295-303
4. ABOUSSALEH Y., AHAMI A.O.T., Comparaison des mesures anthropométriques des enfants scolaires selon leur milieu de résidence : Etude dans la province de Kenitra au Nord Ouest du Maroc, *Anthropo*, 9, 2005 : 89-93. [www.didac.chu.es/anthropo](http://www.didac.chu.es/anthropo) consulté le 06/08/2016
5. ABU DALOU A.Y., Height of Northern Jordanian middle-class adults, born 1960–1990 in the response to improving socio-economic conditions, *Econ. Hum. Biol.*, 22, 2016: 155-60
6. ADJALI-HASSANI W., BENABDELMALEK A., BAHCHACHI N., MEKHANCHA D.E., MEKHANCHA-DAHEL C.C., Profil nutritionnel et statut socio-économique des enfants : Quel impact sur leurs performances scolaires ?, *Journal Algérien de Médecine*, 3, 2012 : 117-21
7. ADJALI-HASSANI W., MEKHANCHA-DAHEL C.C., BAHCHACHI N., BOUZENADA N., Evolution du statut nutritionnel des enfants scolarisés dans un quartier favorisé de Constantine (2006/2008) – Comparaison entre trois références internationales. *Journal Algérien de Médecine*, 4, 2010 : 146-50
8. AHMED M. L., YUDKIN P. L., MACFARLANE J. A., McPHERSON .K, DUNGER D. B., Are measurements of height made by health visitors sufficiently accurate for routine screening of growth?, *Archives of Disease in Childhood*, 65, 1990: 1345-8
9. AKACHI Y., CANNING D., Inferring the economic standard of living and health from cohort height: evidence from modern populations in developing countries, *Econ. Hum. Biol.*, 119, 2015: 114-28
10. AKOMBI B.J., AGHO K.E., HALL J.J., WALI N., RENZAHO A.M.N., MEROM D., Stunting, wasting and underweight in Sub-Saharan Africa: A systematic review, *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 14, 2017, 863; doi:10.3390/ijerph14080863, [www.mdpi.com/journal/ijerph](http://www.mdpi.com/journal/ijerph) consulté le 08/10/2017
11. AL HERBISH A.S., EL MOUZAN M.I., AL SALLOUM A.A., QURACHI M.M., AL OMAR A.A., FOSTER P.J., KECOJEVIC T., Body mass index in Saudi Arabian children and adolescents: a national reference and comparison with international standards, *Ann Saudi Med*, 29, 2009: 342-7
12. ALBIN A-K., NORJAVAARA E., Pubertal Growth and Serum Testosterone and Estradiol Levels in Boys, *Horm Res Paediatr*, 80, 2013: 100-10
13. AL-HAZZAA H.M., Prevalence and trends in obesity among school boys in central Saudi Arabia between 1988 and 2005, *Saudi Med J*, 28, 2007: 1596-74
14. ALLAM F., SAIS, Z., OUCHEFOUN A., ATEK M., SMATI L., BOUDINAR F., BOUCHERIT G. ? BOUKHARI S., Etude du surpoids, de l'obésité et des facteurs associés au surpoids chez les élèves du cycle moyen scolarisés dans les collèges publics de l'EPSP Bouzaréah., Alger, 2011 :69 p.
15. AL-NOHAIR S., Obesity in Gulf Countries, *International Journal of Health Sciences*, 8, 2014: 79-83
16. AL-SHEBRI M. A. A., MOSTAFA O. A., AL-GELBAN K., HAMDI A., ALMARKI M., ALTRABOLSI H., LUKE N., Standards of growth and obesity for Saudi children (Aged 3-18 years) living at high altitudes, *WAJM*, 25, 2006 : 42-51
17. ANCELLE T., *Statistique épidémiologique*, Editions Maloine, Paris, 2002 : 300p.
18. AOUNALLAH-SKHIRI H., Ben ROMDHANE H., TRAISSAC P., EYMARD-DUVERNAY S., DELPEUCH F., ACHOUR N., MAIRE B., Nutritional status of Tunisian adolescents: associated gender, environmental and socio-economic factors, *Public Health Nutrition*: 11, 2008: 1306-17
19. AYATOLLAHI S.M., POURAHMAD S., SHAYAN Z., Trend in physical growth among children in southern Iran, 1988–2003, *Ann Hum Biol*, 33, 2006: 510-4
20. BAALI A., AMOR H., HILALI M-K., CROGNIER E., BOETSCH G., Evolution de la croissance durant la décennie 1982-1992 des enfants scolarisés de la ville de Marrakech (Maroc). L'homme et ses images. Mesures, perceptions, constructions, 2005, Marseille, France. UMR 6578 CNRS, pp.13-21, 2005. <halshs-00085001>
21. BADIS N., Contribution à l'élaboration de courbes de croissance locales de la commune de Constantine, Thèse de Magister, INATAA, Université Constantine 1, 2014 : 95 p.+ Annexes
22. BAHCHACHI N., ABDELKRIM S., BOUSSAHA S., NEZZAL L., Etat nutritionnel des élèves scolarisés dans les communes de Batna et Bou-Saâda (Algérie, 2008/2009), *Journal Algérien de Médecine*, 3, 2012 : 106-13
23. BAHCHACHI N., BENATALLAH Ly., MEKHANCHA D.E., Etat nutritionnel d'une population d'enfants



- fréquentant un établissement préscolaire à Constantine (96/97), JAM, N°1, Vol X, 2000 : 12-8
24. BAHCHACHI N., DAHEL-MEKHANCHA C.C., ROLLAND-CACHERA M.F., ROELANTS M., HAUSPIE R., NEZZAL L., Courbes de l'indice de masse corporelle d'enfants et adolescents algériens (6-18 ans), Archives de Pédiatrie, 24, 2017 : 1205-13
  25. BAHCHACHI N., DAHEL-MEKHANCHA C.C., ROLLAND-CACHERA M.F., ROELANTS M., HAUSPIE R., NEZZAL L., Courbes de poids et de taille d'enfants et adolescents algériens âgés de 6 à 18 ans, Archives de Pédiatrie, 23, 2016 : 340-47
  26. BAHCHACHI N., MEKHANCHA-DAHEL C.C., NEZZAL L., Transition épidémiologique et croissance d'élèves algériens, Communication affichée, 8èmes Journées Nationales d'Epidémiologie, Sidi Bel-Abbès, 29 et 30 mars 2006
  27. BANIN P., de SANCTIS V., Growth in diabetes *In* NICOLETTI I., BENSO L., GILLI G., Physiological and pathological auxology, Centro Studi auxologici, Italy, 2004 : 521-31 (653p.)
  28. BARERA G., MORA S., BRAMBILLA P., RICOTTI A., MENNI L., BECCIO S., BIANCHI C., Body composition in children with celiac disease and the effects of a gluten-free diet: a prospective case-control study, Am J Clin Nutr, 72, 2000: 71-5
  29. BATES L.M., ACEVEDO-GARCIA D., ALEGRIA M., KRIEGER N., Immigration and generational trends in body mass index and obesity in the United States: results of the National Latino and Asian American Survey, 2002-2003, Am J Public Health, 98, 2008: 70-7
  30. BATTE A., LWABI P., LUBEGA S., KIGULI S., OTWOMBE K., CHIMOYI L., NABATTE V., KARAMAGI C., Wasting, underweight and stunting among children with congenital heart disease presenting at Mulago hospital, Uganda, BMC Pediatrics (2017) 17:10 DOI 10.1186/s12887-017-0779-y
  31. BATUBARA J.R.L., Practices of growth assessment in children: Is anthropometric measurement important? Paediatr Indonesiana, Vol 45, N° 7-8, 2005: 145-53
  32. BAUDET J., ABBADIE M., L'éducation physique des enfants de 3 à 7 ans – Cahier de pédiatrie moderne N°33, Collection Bourrelrier, Armand Colin, 5ème édition, 1966 : 153p.
  33. BEATON G., KELLY A., KEVANY J., MARTORELL R., MASON J., Appropriate uses of anthropometric indices in children – Nutrition policy discussion paper No. 7, ACC/SCN Workshop Report, United Nations, 1990: 44p.
  34. BECHARA-KAROUNE R., Comportement alimentaire d'une population d'adolescents scolarisés au niveau de la commune de Constantine (2006), Mémoire présenté pour l'obtention du Diplôme de Magister en sciences alimentaire option alimentation, nutrition et santé, Université Mentouri Constantine, INATAA, 2007 : 102p. + annexes
  35. BELFIELD C.R., KELLY I.R., Early education and health outcomes of a 2001 U.S. birth cohort, Econ. Hum. Biol., 11, 2013: 310-25
  36. BELL M.L., EBISU K., BELANGER K., Ambient Air Pollution and Low Birth Weight in Connecticut and Massachusetts, Environ Health Perspect, 115, 2007: 1118-25
  37. BENER A., KAMAL A.A., Growth patterns of Qatari school children and adolescents aged 6-18 years, J Health Popul Nutr, 23, 2005: 250-8
  38. BENMOHAMMED K., Syndrome métabolique : Prévalence de ses différents paramètres chez les adolescents scolarisés de la ville de Constantine, thèse pour l'obtention du diplôme de Doctorat en Sciences Médicales, Université Mentouri Constantine, Faculté de Médecine, 2009 : 256p. + Annexes
  39. BEUNEN G., THOMIS M., MAES H.H., LOOS R., MALINA R.M., CLAESSENS A.L., VLIETINCK R., Genetic variance of adolescent growth in stature, Ann Hum Biol, 27, 2000: 173-86
  40. BHANDARI N., BAHL R., TANEJA S., de ONIS M., BHAN M.K., Growth performance of affluent Indian children is similar to that in developed countries, Bulletin of the World Health Organisation, Vol 80, N° 3, 2002 : 189-95
  41. BIEHL A., HOVENGEN R., MEYER H.E., HJELMESÆTH J., MEISFJORD J., GRØHOLT E.-K., ROELANTS R., HEINE STRAND B., Impact of instrument error on the estimated prevalence of overweight and obesity in population-based surveys, BMC Public Health 2013, 13:146 <http://www.biomedcentral.com/1471-2458/13/146>
  42. BIELICKI T., Physical growth as a measure of economic well-being of populations: the twentieth century *In* FALKNER F., TANNER J.M., Human growth: A comprehensive treatise, Vol. 3, Plenum, New York, 1986: 283-305 (555p.)
  43. BIRO F.M., LUCKY A.W., SIMBARTL L.A., BARTON B.A., DANIELS S.R., STRIEGEL-MOORE R., KRONBERG S.S., MORRISON J.A., Pubertal maturation in girls and the relationship to anthropometric changes: pathways through puberty, J Pediatr., 142, 2003: 643-6
  44. BODZSAR E. B., A review of Hungarian studies on growth and physique of children, Acta Biologica

- Szegediensis, Vol 44, 2000 : 139-53
45. BODZSAR É.B., ZSAKAI A., SUSANNE Ch., Mode de croissance du poids et de la taille de jumeaux de la naissance à l'âge de 10 ans, *Antropo*, 7, 2004 : 223-32, [www.didac.ehu.es/antropo](http://www.didac.ehu.es/antropo) consulté le 22/08/2016
  46. BONG Y.B., SHARIFF A.A., MAJID A.M., MERICAN A.F., Reference charts for height and weight of school children from west Malaysia in comparison with the United States centers for disease control and prevention, *Iranian J Publ Health*, 41, 2012: 27-38
  47. BONJOUR J. PH., CHEVALLEY T., FERRARI S., RIZZOLI R., Lait et santé osseuse : Rôle essentiel du calcium et des protéines, *Cah. Nut. Diet.*, N°40, Hors série 1, 2005 : 12-7
  48. BONTHUIS M., VAN STRALEN K.J., VERRINA E., EDEFONTI A., MOLCHANOVA E.A., HOKKEN-KOELEGA A.C.S., SCHAEFER F., JAGER K.J., Use of National and International Growth Charts for Studying Height in European Children: Development of Up-To-Date European Height-For-Age Charts. *PLoS ONE* 7(8), 2012: e42506. Doi:10.1371/journal.pone.0042506
  49. BORGHI E., de ONIS M., GARZA C., VAN DEN BROECK J., FRONGILLO E. A., GRUMMER-STRAWN L., VAN BUUREN S., PAN H., MOLINARI L., MARTORELL R., ONYANGO A. W., MARTINES J. C., Construction of the World Health Organization child growth standards: selection of methods for attained growth curves, *Statist. Med.*, 25, 2006: 247-65
  50. BOUDJADA Z., La croissance des enfants de 6 à 17 ans au secteur d'El-Kantara Constantine, Thèse de Doctorat en Sciences Médicales, Université Mentouri de Constantine, 2010 : 205 p. + annexes.
  51. BOUHOURS-NOUET N., DONZEAU A., COUTANT R., ILLOUZ F., RODIEN P., Conduite à tenir devant un retard de croissance staturale à l'adolescence, *MCED*, 74, 2015 : 61 – 9
  52. BOULDJADJ I., Estimation de l'état staturo-pondéral des élèves de 1ère année primaire et facteurs de risque (Constantine, 2005), Mémoire présenté pour l'obtention du Diplôme de Magister en sciences alimentaire option alimentation, nutrition et santé, Université Mentouri Constantine, INATAA, 2007 : 211p. + annexes
  53. BOULDJADJ I., MEKHANCHA-DAHEL C.C., NEZZAL L., Etat staturo-pondérale et poids à la naissance des élèves de la 1ère année primaire, Constantine 2005, *Journal Algérien de Médecine*, XVI, 2008 : 34-40
  54. BOURRILLON A., BENOIT G., Pédiatrie, Elsevier Masson SAS, 4<sup>ème</sup> édition, Paris, 2009 : 605p.
  55. BOUSBIA I., Statut nutritionnel, santé et qualité de l'alimentation des élèves de Redjas wilaya de Mila (2013), Mémoire d'Ingénieur d'état en nutrition, alimentation et technologies agro-alimentaires, INATAA, Université de Constantine, 2014 : 48 p.+ Annexes
  56. BOUZENADA N., BAHCHACHI N., ADJALI-HASSANI W., MEKHANCHA-DAHEL C.C., Surpoids et maigreur des enfants scolarisés dans un quartier désavantagé de Constantine (2005-2007), *Journal Algérien de Médecine*, 4, 2010: 165-9
  57. BOUZENADA N., HASSANI W., HAOUM M., Etat nutritionnel d'élèves de la commune de Constantine (Année 2003 – 2004), Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de CES en santé scolaire, 2005 : 69 p.
  58. BRADAI S., ALLAL I.-O., MERBOUH M.-A, SOULIMANE A., Prévalence du surpoids et de l'obésité chez les enfants et adolescents scolarisés dans la wilaya de Sidi Bel Abbés, *Revue d'Épidémiologie et de Santé Publique*, 56S, 2008 : S310
  59. BRNICEVIC M.M., BABIN B., TOMAŠIĆ M., CALETA J., TOMASOVIC T., Trend of growth and level of nutrition in children from 7 to 14, *Coll. Antropol.*, 39, Suppl., 2015: 3-10
  60. BUCKLER J.M.H., WILD J., Longitudinal study of height and weight at adolescence, *Archives of Disease in Childhood*, 62, 1987: 1224-32
  61. BUNDAK R., DARENDELILER F., GÜNÖZ H., BAS F., SAKA N., NEYZI O., Puberty and pubertal growth in healthy Turkish girls: No evidence for secular trend, *J Clin Res Ped Endo*, 1, 2008: 8-14
  62. BUSTAMANTE A., FREITAS D., PAN H., KATZMARZYK P.T., MAIA J., Centile curves and Reference Values for Height, Body Mass, Body Mass Index and Waist Circumference of Peruvian Children and Adolescents, *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 12, 2015: 2905-22
  63. BUTTE N.F., GARZA C., de ONIS M., Evaluation of the feasibility of international growth standards for school-aged children and adolescents, *J Nutr*, 137, 2007: 153-7
  64. CABIESES B., TUNSTALL H., PICKETT K., Understanding the socioeconomic status of international immigrants in Chile through hierarchical cluster analysis: a population-based study, *International Migration*, 53, 2015: 303-20
  65. CACCIARI E., MILANI S., BALSAMO A., DAMMACCO F., DE LUCA F., CHIARELLI F., PASQUINO A.M., TONINI G., VANELLI M., Italian cross-sectional growth charts for height, weight and BMI (6–20y), *European Journal of Clinical Nutrition*, 56, 2002: 171-80

66. CAMARA A.D., GARCIA ROMAN J., Anthropometric geography applied to the analysis of socioeconomic disparities: cohort trends and spatial patterns of height and robustness in 20th-century Spain, *Popul Space Place*, 21, 2015: 704-19
67. CAMERON N., Measuring maturity In HAUSPIE R.C., CAMERON N., MOLINARI L., *Method in human growth research*, Cambridge University Press, United Kingdom, 2004a : 108-40 (399p.)
68. CAMERON N., Measuring techniques and instruments In NICOLETTI I., BENSO L., GILLI G., *Physiological and pathological auxology*, Centro Studi Auxologici, Italy, 2004b: 117-43 (653p.)
69. CAMERON N., Measuring growth In HAUSPIE R.C., CAMERON N., MOLINARI L., *Methods in human growth research*, Cambridge University Press, United Kingdom, 2004c: 68-107 (399p.)
70. CAMPOS R.G., de ARRUDA M., HESPANHOL J.E., CAMARGO C., BRISTON R.M., COSSIO-BOLANOS M.A., Refrencial values for the physical growth of school children and adolescents in Campinas, Brazil, *Ann Hum Biol*, 42, 2015: 62-9
71. CARRASCOSA LEZCANO A., FERNÁNDEZ GARCÍAB J.M., FERNÁNDEZ RAMOSC C., FERRÁNDEZ LONGÁSD A., LÓPEZ-SIGUEROE J.P., SÁNCHEZ GONZÁLEZC E., SOBRADILLO RUIZC B., YESTE FERNÁNDEZA D., Grupo Colaborador Españ, Spanish cross-sectional growth study 2008. Part II. Height, weight and body mass index values from birth to adulthood, *An Pediatr (Barc)*, 28, 2008: 552-69 (Article en espagnol)
72. CHAE H.W., SUH I., KWON A.R., KIM Y.J., KIM Y.H., KANG D.R., KIM H.K., OH S.M., KIM H.C., KIM D.H., KIM H.S., Longitudinal Standards for Height and Height Velocity in Korean Children and Adolescents: the Kangwha Cohort Study, *J Korean Med Sci*, 28, 2013: 1512-7
73. CHAMLA M.C., DEMOULIN F., Croissance des algériens de l'enfance à l'âge adulte – Région de l'Aurès, Centre National de la Recherche Scientifique, Paris, 1976 : 176p.
74. CHAULIAC M. et MASSE-RAIMBAULT A.M., Etat nutritionnel – Interprétation des indicateurs ? l'enfant en milieu tropical, 181/182, 1989 : 82p.
75. CHAUSSAIN J.L., Puberté In AUJARD Y., BOURILLON A., GAUDELUS J., *Pédiatrie, Ellips/Aupelf/Oref*, 1997 : 34-7 (607p.)
76. CHAVES R., BAXTER-JONES A., SOUZA M., SANTOS D., MAIA J., Height, weight, body composition, and waist circumference references for 7- to 17-year-old children from rural Portugal, *HOMO – Journal of Comparative Human Biology*, 66, 2015: 264-77
77. CHENG G., GERLACH S., LIBUDA L., KRANZ S., GÜNTHER A.L.B., KARAOLIS-DANCKERT N., KROKE A., BUYKEN A.E., Diet quality in childhood is prospectively associated with the timing of puberty but not with body composition at puberty onset, *J Nutr*, 140, 2010: 95-102
78. CHINN S., RONA R.J., International definitions of overweight and obesity for children: a lasting solution? *Ann Hum Biol*, 29, 2002: 306-13
79. CHIOTIS D., KRIKOS X., TSIFTIS G., HATZISYMEON M., MANIATI-CHRISTIDI M., DACOU-VOUTETAKI A., Body mass index and prevalence of obesity in subjects of Hellenic origin aged 0-18 years, living in the Athens area. *Ann Clin Pediatr Unive Atheniensis*, 51, 2004: 139-54.
80. CHIOTIS D., TSIFTIS G., HATZISYMEON M., MANIATI-CHRISTIDI M., DACOU-VOUTETAKIS A., Height and weight of children of Hellenic origin aged 0–18 years (2000–2001): comparison with data collected during the period 1978–1979. *Ann ClinPediatr Unive Atheniensis*, 50, 2003: 136–55
81. CHUMLEA C.W., GUO S.S., The assessment of human growth In CAMERON N., *Human growth and development*, academic press, Elsevier Science, USA, 2002 : 349 – 61 (434p.)
82. COGILL B., Guide de mesure des indicateurs anthropométriques – Projet d'Assistance Technique pour l'Alimentation et la Nutrition, Académie pour le Développement de l'Education, Washington, D.C., 2003 : 104p.
83. COLE T.J., Using the LMS method to measure skewness in the NCHS and Dutch national height standards, *Annals of human biology*, Vol 16, N° 5, 1989: 407-19
84. COLE T.J., The use and construction of anthropometric growth reference standards, *Nutrition Research Reviews*, 6, 1993 : 19-50
85. COLE T. J., Growth references and LMS method In GILLI G., SCELL L., BENSO L., *Human growth from conception to maturity* , Smith Gordon, London, 2002: 69-77 (376p.)
86. COLE T.J., The secular trend in human physical growth: a biological view, *Economics and Human Biology*, 1, 2003: 161-8
87. COLE T.J., Growth reference standards In NICOLETTI I., BENSO L., GILLI G., *Physiological and pathological auxology*, Centro Studi auxologici, Italy, 2004 : 161-74 (653p.)
88. COLE T.J., BELLIZZI M.C., FLEGAL K.M., DIETZ W., Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide : International survey, *B M J*, 320, 2000 : 340-3

89. COLE T.J., FLEGAL K.M., NICHOLLS D., JACKSON A.A., Body mass index cut offs to define thinness in children and adolescents : international survey, *B M J*, 335, 2007 : 194-7
90. COLE T.J., FREEMAN J.V., PREECE M.A., British 1990 growth reference centiles for weight, height, body mass index and head circumference fitted by maximum penalized likelihood, *Statist. Med.*, 17, 1998 : 407-29
91. COLE T. J., GREEN P. J., Smoothing reference centile curves: the LMS method and penalized likelihood, *Stat Med*; 11, 1992: 1305 – 19
92. COLE T.J., LOBSTEIN T., Extended international (IOTF) body mass index cut-offs for thinness, overweight and obesity, *Pediatric Obesity*, 7, 2012: 284-94
93. CZERNICHOW P., LEGER J., LEROYER D., TUBIANA N., Pathologie pédiatrique – Endocrinologie et diabète de l'enfant *In* BOURRILLON A., DEHAN M., CASASOPRANA A., CHOURAQUI J. P., CZERNICHOW P., HASSAN M., JOB-DESLANDRE C., LOIRAT C., MOUREN-SIMEONI M. C., NARCY Ph., ODIEVRE M., PENNECOT G.F., RYBOJAD M., VILMER E., Pédiatrie pour le praticien, Masson, 3ème édition, Paris, 2000 : 198 – (618p.)
94. d'AGOSTINO M., MASSE-RAIMBAULT A.M., Attention enfants de moins de six ans, *L'enfant en milieu tropical*, N°170-171, 1987 : 114p.
95. da SILVA V. M., de OLIVEIRA LOPES M. V., de ARAUJO T. L., Evaluation of the growth percentiles of children with congenital heart disease, *Rev Latino-am Enfermagem*, 15, 2007: 298-303
96. de BROCA, Le développement de l'enfant : Aspects neuro-psycho-sensoriels, Masson, Paris, 2000 : 229p.
97. de ONIS M., GARZA C., VICTORA C.G., ONYANGO A.W., FRANGILLO E.A., MARTINES J., The WHO growth reference study : Planning, study design, and methodology, *Food and Nutrition Bulletin*, Vol 25, N°1 (Suppl), 2004a: 15-26
98. de ONIS M., HABICHT J.P., Anthropometric reference data for international use : Recommendations from a world health organization expert committee, *Am J Clin Nutr*, 64, 1996 : 650-8
99. de ONIS M., ONYANGO A.W., BORGHINI E., SIYAM A., NISHIDA C, SIEKMANN J., Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bulletin of the World health Organisation*, 85, 2007: 660-7
100. de ONIS M., ONYANGO A.W., VAN DEN BROECK J., CHUMLEA C., MARTORELL R., Measurement and standardization protocols for anthropometry used in the construction of a new international growth reference, *Food and Nutrition Bulletin*, Vol 25, N°1 (Suppl), 2004b: 27-36
101. de WILDE J.A., VAN DOMMELEN P., VAN BUUREN S., MIDDELKOOP J.C., Height of South Asian children in the Netherlands aged 0–20 years: secular trends and comparisons with current Asian Indian, Dutch and WHO references, *Ann Hum Biol*, 42, 2015: 38-44
102. DEAN A.G., ARNER T.G., SANGAM C.G., FRIEDMAN R., LANTINGA M., ZUBIETA J.C., SULLIVAN K.M., SMITH D.C., Epi Info 2000, a database and statistics program for public health professionals for use on Windows 95, 98, NT 2000 computers. Centers for Disease Control and Prevention, Atlanta, Georgia, USA, 2000
103. DEAN A.G., DEAN J.A., COULOMBIER D., BRENDEN K.A., SMITH D.C., BURTON A.H., DICKER R.C., SULLIVAN K., FAGAN R.F., AMER T.G., Epi Info, Version 6: a word processing, database, and statistics program for public health on IBM compatible microcomputers, Centers for Disease Control and Prevention, Atlanta, Georgia, U.S.A., 1996: 603p.
104. DEHEEGER M., ROLLAND-CACHERA M.F., Etude longitudinale de la croissance d'enfants parisiens suivis de l'âge de 10 mois à 18 ans, *Archives de Pédiatrie*, 11, 2004 : 1139-44
105. DEJIN-KARLSSON E., HANSON B.S., OSTERGREN P.O., SJOBERG N.O., MARSAL K., Does passive smoking in early pregnancy increase the risk of small-for-gestational-age infants?, *American J of Public Health*, Vol 88, N° 10, 1998: 1523-7
106. DEKKAR N., Croissance et développement de l'élève Algérien, Thèse de Doctorat en Sciences Médicales, Université d'Alger, 1986 : 300 p+ annexes.
107. DELPEUCH F., Indices et indicateurs anthropométriques.- Choix, interprétation, présentation et utilisation, Techniques et matériel de mesure, Atelier sur la surveillance nutritionnelle en Afrique de l'ouest – Méthodologie des enquêtes nutritionnelles anthropométriques, Dakar 3-15 Juin 1991 : 17p.
108. DEL-RIO-NAVARRO B., VELAZQUEZ-MONROY O., SANTOS-PRECIADO J.I., LARA-ESQUEDA A., BERBER A.1, LOREDO-ABDALA A., VIOLANTE-ORTIZ R., TAPIA-CONYER R., Mexican anthropometric percentiles for ages 10–18, *European Journal of Clinical Nutrition*, 61, 2007 : 963-75
109. DEMOTES-MAINARD J., VINCENT J. D., Hypothalamus, régulations neuroendocriniennes et comportement *In* GENARDD H., Physiologie humaine, Pradel, 3ème édition, Paris, 2001 : 149-92 (606p.)
110. DENZER C., WEIBEL A., MUCHE R., KARGES B., SORGO W., WABITSCH M., Pubertal

- development in obese children and adolescents, *International Journal of Obesity*, 31, 2007: 1509-19
111. DESCHAMPS J.P., les examens systématiques de santé et l'évaluation de l'état nutritionnel *In* HERCBERG S., DUPIN H., PAPOZ L., GALAN P., *Nutrition et santé publique – Approche épidémiologique et politiques de prévention*, Tec et Doc Lavoisier, Paris, 1985 : 117-131 (709p.)
  112. DESPERT F., *L'enfant de petite taille*, Doin, Paris, 2000 : 200p.
  113. DIBLEY M.J., GOLDSBY J.B., STAEHLING N.W., TROWBRIDGE L.T., Development of normalized curves for the international growth reference : Historical and technical considerations, *Am J Clin Nutr*, 46, 1987 : 736-48
  114. DIJKSHOORN H., NIERKENS V., NICOLAU M., Risk groups for overweight and obesity among Turkish and Moroccan migrants in The Netherlands, *Public Health*, 122, 2008: 625-30
  115. DOAK C.M., ADAIR L.S., MONTEIRO C., POPKIN B.M., Overweight and underweight coexist within households in Brazil, China and Russia, *J. Nutr.*, 130, 2000: 2965-71
  116. DOHNT H., TIGGEMANN M., The Contribution of peer and media influences to the development of body satisfaction and self-esteem in young girls: A prospective study, *Developmental Psychology*, 42, 2006: 929-36
  117. DOP M.C., TURC R., MAIZA E., KEDDARI M., ROCHICCIOLI P., SEVIN A., LEFEVRE-WITIER Ph., A cross-sectional study of growth of algerian children from the tell and the Ahaggar *In* BORMS J., HAUSPIE R., SAND A., SUSANNE C., HEBBELINCK M., *Human growth and development*, Plenum Press, New York, 1984 : 139-56 (836p.)
  118. DPAT (Direction de la Planification et de l'Aménagement du Territoire), *Monographie 2007 de la wilaya de Constantine – Constantine par les chiffres*, 2008: 75p.
  119. DROOMERS M., GROSS R., SCHULTINK W., SASTROAMIDJOJO S., High socioeconomic class preschool children from Jakarta, Indonesia are taller and heavier than reference population, *European Journal of Clinical Nutrition*, Vol 49, 1995: 740-4
  120. DUBOIS L., OHM KYVIK K., GIRARD M., TATONE-TOKUDA F., PÉRUSSE D., HJELMBORG J., SKYTTE A., RASMUSSEN F., WRIGHT M.J., Lichtenstein P., Martin N.G., Genetic and Environmental Contributions to Weight, Height, and BMI from Birth to 19 Years of Age: An International Study of Over 12,000 Twin Pairs, *Genetic and Environmental Contributions to Weight, Height, and BMI from Birth to 19 Years of Age: An International Study of Over 12,000 Twin Pairs*. *PLoS ONE* 7(2), 2012: e30153. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0030153> consulté le 06/08/2016
  121. DUCLOS M., BARAT P., LÉBOUC Y., Sport de haut niveau chez l'enfant et croissance, *Archives de Pédiatrie*, 10, Suppl 1, 2003 : 206S-12S
  122. EL-MOUZAN M.I., AL HERBISH A.S., AL SALLOUM A.A., FOSTER P.J., AL OMAR A.A., QURACHI M.M., KEKOJEVIC T., Comparison of the 2005 growth charts for Saudi children and adolescents to the 2000 CDC growth charts, *Ann Saudi Med*, 28, 2008: 334-40
  123. EL-MOUZAN M.I., AL HERBISH A.S., AL SALLOUM A.A., QURACHI M.M., AL OMAR A.A., Growth charts for Saudi children and adolescents, *Saudi Med J*, 28, 2007: 1555-68
  124. ELIAKIM A., Growth and exercise in health and disease –What every paediatrician needs to know, *Paediatric Respiratory Reviews*, 5, Suppl A, 2004 : S3–S10
  125. EVELETH P.B., Population differences in growth – Environmental and genetic factors *In* FALKNER F., TANNER J. M., *Human growth – A comprehensive treatise*, Volume 2: Postnatal growth neurobiology, Plenum Press, New York, 2nd Edition, 1986: 221-239 (555p.)
  126. EVELETH P.B., TANNER J.M., *Worldwide variation in human growth*, Cambridge University Press, 2nd Edition, Great Britain, 1990: 397p.
  127. FALKNER F., Growth monitoring – fetus to the first two postnatal years *In* BRUNSER O., *Clinical nutrition in the young child*, Nestlé Nutrition, Vevey Raven Press, New York, 1985: 23- 38 (287 p.)
  128. FALKNER F., Historique et conception des études coordonnées *In* FALKNER F., *Croissance et développement de l'enfant normal – une méthode internationale d'étude*, Centre international de l'enfance, travaux et documents – Masson et Cie, Paris, 1961 : 1 – 4 (260p.)
  129. FAO/OMS, *Nutrition et développement – Une évaluation d'ensemble*, Conférence internationale sur la nutrition, FAO, Rome, 1992 : 132p.
  130. FAYTER D., NIXON J., HARTLEY S., RITHALIA A., BUTLER G., RUDOLF M., GLASZIOU P., BLAND M., STIRK L., WESTWOOD M., Effectiveness and cost-effectiveness of height-screening programs during the primary school years: a systematic review, *Arch Dis Child*, 93, 2008: 278-84
  131. FERREIRA I., Van Der HORST K., WENDEL-VOS W., KREMERS S., VAN LENTHE F.J., BRUG J., Environmental correlates of physical activity in youth: a review and update, *Obes Rev*, 8, 2006: 129-54
  132. FERRIER P. E., SEMPE M., DAVID M., *Croissance et développement* *In* FERRIER P. E., *Précis de*

- pédiatrie, Payot Lausanne, 3ème édition, Paris, 1984 : 60-87 (1051p.)
- 133.FONSECA H., MATOS M.G., GUERRA A., PEDRO J.G., Are overweight and obese adolescents different from their peers? *Int. J. Pediatr. Obes.*, 4, 2009: 166-74
  - 134.FOSTER T.A., VOORS A.W., WEBBER L.S., FRERICHS R.R., BERENSON G.S., Anthropometric and maturation measurements of children, age 5 to 14 years, in biracial community – The Bogalusa Heart Study, *Am J Clin Nutr*, 30, 1977: 582-91
  - 135.FRAINER D.E.S., de VASCONCELOS F.A.G., BERGAMASCHI D.P., ADAMI F., Building reference centiles by LMS method: A systematic review of anthropometric studies, *The FIEP Bulletin*, 78, 2008: 633-7
  - 136.FRAINER D.E.S., de VASCONCELOS F.A.G., COSTA L.C.F., GROSSEMAN S., Body fat distribution in schoolchildren: A study using the LMS method, *Rev Bras Med Esporte*, 19, 2013: 317-22
  - 137.FREDRIKS A.M., VAN BUUREN S., JEURISSEN S.E.R., DEKKER F.W., VERLOOVE-VANHORICK S.P., WIT J.M., Height, weight, body mass index and pubertal development references for children of Moroccan origin in the Netherlands. *Acta Paediatr*, 93, 2004: 817-24
  - 138.FREEDMAN D.S., KETTEL KHAN L., SERDULA M.K., SRINIVASAN S.R., BERENSON G.S., Secular trends in height among children during 2 decades, the Bogalusa heart study, *Arch Pediatr Adolesc Med*, 154, 2000: 155-61
  - 139.FRONGILLO E.A., Univariate and bivariate growth references *In* HAUSPIE R.C., CAMERON N., MOLINARI L., *Methods in Human Growth Research*, Cambridge University Press, United Kingdom, 2004: 261–86 (399p.)
  - 140.GASRI B., Etat nutritionnel des élèves âgés de 6 à 20 ans scolarisés dans la commune de Médéa (2008 /2009), Mémoire d'Ingénieur d'état en nutrition, alimentation et technologies agro-alimentaires, INATAA, Université de Constantine, 2009 : 51p.+ Annexes
  - 141.GASSER T., SHEEHY A., LARGO R.H., Statistical characterization of the pubertal growth spurt, *Ann Hum Biol*, 28, 2001: 395-402
  - 142.GEBREGYORGIS T., TADESSE T., ATENAFU A., Prevalence of thinness and stunting and associated factors among adolescent school girls in Adwa town, north Ethiopia, *International Journal of Food Science*, 2016, Article ID 8323982, 8 pages <http://dx.doi.org/10.1155/2016/8323982> Consulté le 03/07/2017
  - 143.GELE A.A., MBALILAKI A.J., Overweight and obesity among African immigrants in Oslo, *Research Notes*, 6, 2013: 119-24
  - 144.GEORGOPOULOS N.A., MARKOU K.B., THEODOROPOULOU A., BENARDOT D., LEGLISE M., VAGENAKIS A. G., Growth retardation in artistic compared with rhythmic elite female gymnasts, *J. Clin. Endocrinol. Metab.*, 87, 2002: 3169–73
  - 145.GEORGOPOULOS N.A., MARKOU K.B., THEODOROPOULOU A., VAGENAKIS AC., NEOKLIS A., VAGENAKIS G. A., BENARDOT D., LEGLISE M., DIMOPOULOS J. C. A., VAGENAKIS A. G., Height velocity and skeletal maturation in elite female rhythmic gymnasts, *J. Clin. Endocrinol. Metab.*, 86, 11, 2001: 5159–164
  - 146.GHALY I., SALAH N., HUSSEIN F., ERFAN M., EI RUBY M., MAZEN I., SABRY M., ABD-RAZIK M., SAAD M., HOSSNET S., ISMAAIL, ABD EL-DAYEM S., Egyptian growth curves for infants, children and adolescents. Published in : *Crece nel mondo*. Satorio A., BUCKLER J.M.H., MARAZZI N., Ferring Publisher, 2008
  - 147.Global School-Based Student Health Survey, Algeria- Centers for Disease Control and Prevention (CDC), Atlanta, 2013, <http://www.cdc.gov/gshs/countries/africa/algeria.htm> consulté le 08/2017
  - 148.GODINA E.Z., ISLAMOVA N.M., KHOMYAKOVA I.A., et al., Growth and development of Russian and Tatar children and adolescents in Naberezhnye Chelny, *Archaeol Ethnol Anthropol Eurasia*, 38, 2010: 146-54
  - 149.GOHLKE B., WOELFLE J., Growth and puberty in German children. Is there still a positive secular trend? *Dtsch Arztebl Int*, 106, 2009: 377-82
  - 150.GOLDSTEIN H., J.M., Ecological considerations in the creation and the use of child growth standards, *Lancet*, 15, 1986: 582-5.
  - 151.GOON D.T, TORIOLA A.L., AKUSU S.W., Diurnal variation in stature in Nigerian children, *Scientific Research and Essays*, 7, 2012: 437-40
  - 152.GORDON C.C., CHUMLEA C. W., ROCHE A.F., Stature, recumbent length and weight *In* LOHMANN T.G., ROCHE A.F., MARTORELL R., *Anthropometric standardization reference manual*, Champaign, IL, Human kinetics books, 1988: 3-8 (177p.)
  - 153.GOULÃO B., SANTOS O., do CARMO I., The impact of migration on body weight: a review, *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, 31, 2015: 229-45

154. GRABA M.K., Données biométrique de la population algérienne âgée de 0 à 19 ans – Etude épidémiologique et définition des normes nationales, Thèse pour l’obtention du grade Docteur en Sciences Médicales, Université d’Oran, 1984 : 167p.+ Annexes
155. GRAITCER P.L., GENTRY E.M., Measuring children : one reference for all, *The Lancet*, 318, 1981 : 297-99
156. GRASSI T., De DONNO A., BAGORDO F., SERIO F., PISCITELLI P., CERETTI E., ZANI C., VIOLA G.C.V., VILLARINI M., MORETTI M., LEVORATO S., CARDUCCI A., VERANI M., DONZELLI G., BONETTA S., BONETTA S., CARRARO E., BONIZZONI S., BONETTI A., GELATTI U., Socio-economic and environmental factors associated with overweight and obesity in children aged 6–8 years living in five Italian cities (the MAPEC\_LIFE Cohort), *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 13, 2016, 1002; doi:10.3390/ijerph13101002 [www.mdpi.com/journal/ijerph](http://www.mdpi.com/journal/ijerph) consulté le 04/12/2016
157. GRELETTY E., GOLDEN M.H., The effect of random error on diagnostic accuracy illustrated with the anthropometric diagnosis of malnutrition, *PLoS ONE* 11(12), 2016: e0168585. doi:10.1371/journal.pone.0168585
158. GRENIER B., LEBRANCHU Y., MARCHAND S., NIVET H., ROLLAND J. C., La pédiatrie en poche, Doin, 3ème édition, Paris, 1985 : 300p.
159. GUALDI-RUSSO E., ZACCAGNI L., MANZON V.S., MASOTTI S., RINALDO N., KHYATT M., Obesity and physical activity in children of immigrants, *European Journal of Public Health*, 24, Suppl1, 2014: 40-6
160. GUEDES D.P., ALMEIDA F.N., NETO J.T.M., MAIA F.M.F., TOLENTINO T.M., Low body weight/thinness, overweight and obesity of children and adolescents from a Brazilian region of low economic status, *Rev Paul Pediatr*, 31, 2013: 437-43
161. GURAN Ph., Pédiatrie en pratique quotidienne – l’enfant d’âge scolaire, Marketing, Paris, 1986 : 176p.
162. GURZKOWSKA B., WOJTYLO M., KULAGA Z., GRAJDA A., LITWIN M., GÓZDZ M., The relationship between selected socioeconomic factors and thinness among Polish school-aged children and adolescents, *Eur J Pediatr*, 176, 2017: 797-806
163. HAAPALAHTI M., KULMALA P., KARTTUNEN T.J., PAAJANEN L., LAURILA K., MAKI M., MYKKANEN H., KOKKONEN J., Nutritional Status in Adolescents and Young Adults with Screen-Detected Celiac Disease, *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*, 40, 2005: 566-70
164. HAAS J.D., CAMPIRANO F., International variation in height among children 7 to 18 years of age, *Food and Nutrition Bulletin*, 27, Supplement, 2006: 212-23
165. HAMILL P.V., DRIZD T.A., JOHNSON C.L., REED R.B., ROCHE A.F., NCHS, Growth curves for children birth-18years, Washington, DC : National Center for Health Statistics, Vital and health statistics : Series 11, Data from the National Health Survey ; no. 165, DHEW publication, 1977 : 74p.
166. HARTIKAINEN A.L., SORRI M., ANTONEN H., TUIMALA R., LAARA E., Effect of occupational noise on the course and outcome of pregnancy, *Scand J Work Environ Health*, 20, 1994:444-50
167. HASCHKE F., VAN’T HOF M.A., Euro-Growth references for length, weight, and body circumference, Euro-Growth Study Group, *J Pediatr Gastroenterol Nutr*, 31, Suppl 1, 2000: S14-S38
168. HAUSPIE R. C., Adolescence: Somatic growth and sex differences *In* CAMERON N., Human growth and development, Academic press, Elsevier Science, USA, 2002 : 45-63 (434p.)
169. HE Q., KARLBERG J., BMI in childhood and its association with height gain, timing of puberty, and final height, *PEDIATRIC RESEARCH* Vol. 49, 2001: 244-51
170. HENNEBERG M., Secular trends in body height – Indicator of general improvement in living conditions or of a change in specific factors ? *In* DASGUPTA P., HAUSPIE R., Perspectives in human growth, development and maturation, Kluwer Academic Publishers, Netherlands, 2001 : 159-68 (364p.)
171. HERCBERG S., GALAN P., Méthodes d’évaluation de l’état nutritionnel des populations – Application aux pays en voie de développement *In* HERCBERG S., DUPIN H., PAPOZ L., GALAN P., Nutrition et santé publique – Approche épidémiologique et politiques de prévention, Tec et Doc Lavoisier, Paris, 1985 : 77-98 (709p.)
172. HERNANDEZ-QUEVEDO C., JIMENEZ-RUBIO D., A comparison of the health status and health care utilization patterns between foreigners and the national population in Spain: New evidence from the Spanish National Health Survey », *Social Science and Medicine*, 69, 2009: 370-8
173. HEUDE B., KETTANEH A., de LAUZON GUILLAIN B., LOMMEZ A., BORYS J.M., DUCIMETIÈRE P., CHARLES M.A., the Fleurbaix Laventie Ville Santé Group, Growth curves of anthropometric indices in a general population of French children and comparison with reference data, *European Journal of Clinical Nutrition*, 60, 2006: 1430-6
174. HIMES J.H., Why study child growth and maturation *In* HAUSPIE R.C., CAMERON N., MOLINARI L.,

- Method in human growth research, Cambridge University Press, United Kingdom, 2004 : 3-26 (399p.)
- 175.HOPPA R.D., GARLIE T.N., Secular changes in the growth of Toronto children during the last century, *Ann Hum Biol*, 25, 1998: 553-61
  - 176.HOWELL B.M., Human growth and development *In* BIRX H.J., 21st century anthropology: a reference handbook, Volume 1 and 2, Library of Congress Cataloging-in-Publication Data, Mexico, 2010: 47-55 (1099p.)
  - 177.IKEDA M., WATANAB T., Constant growth of primary school children throughout four seasons of year, *Tohoku J. Exp. Med.*,145, 1985: 413-8
  - 178.INSERM, Croissance et puberté – Evolutions séculaires, facteurs environnementaux et génétiques, les éditions Inserm, 2007 : 174p.
  - 179.Instruction interministérielle n° 02 du 27 Avril 1995 relative aux modalités de création de gestion et de fonctionnement des unités de dépistage et de suivi installées dans les établissements scolaires
  180. IVANOVA L., DIMITROV P., OVCHAROVA DELLAVA J., HOFFMAN D., Economic transition household food consumption. A study of Bulgaria from 1985-2002, *Econ. Hum. Biol.*, 4, 2006: 383-97
  - 181.JELLIFFE D.B., Appréciation de l'état nutritionnel des populations – Principalement par voie d'enquête dans les pays en développement, OMS, Genève, 1969 : 227p.
  - 182.JIANG Y-F., COLE T., PAN H-K., JU M-F., LIN Z-F., DONG X-Y., ZHANG L., Body mass index percentile curves and cut off points for assessment of overweight and obesity in Shanghai children, *World J Pediatr*, 2, 2006: 35-9
  - 183.JINABHAI C.C., TAYLOR M., KR SULLIVAN K.R., Implications of the prevalence of stunting, overweight and obesity amongst South African primary school children: a possible nutritional transition?, *European Journal of Clinical Nutrition*, 57, 2003: 358-65
  - 184.JOHNSON W., STOVITZ S.D., CHOH A.C., CZERWINSKI S.A., TOWNE B., DEMERATH E.W., Patterns of linear growth and skeletal maturation from birth to 18 years of age in overweight young adults, *International Journal of Obesity*, 36, 2012: 535-41
  - 185.JOHNSTON F.E., Hormonal regulation of growth in childhood and puberty *In* ULJASZEK S.J., JOHNSTON F.E., PREECE M.A., *Encyclopedia of Human Growth and Development*, Cambridge University Press, United Kingdom, 2000: 227-29
  - 186.JORADP (Journal Officiel de la République Algérienne Démocratique et Populaire), Loi N°08-04 du 15 Moharram 1429 correspondant au 23 janvier 2008 portant loi d'orientation sur l'éducation nationale
  - 187.JÚLIÚSSON P.B., BRANNSETH B., KRISTIANSEN H., HOPPENBROUWERS K., BJERKNES R., ROELANTS M., Should children with overweight or obesity be excluded from height references? *Arch Dis Chil*, 11, 2015: 1044-8
  - 188.JULIUSSON P.B., ROELANTS M., NORDAL E., FURVIK L., EIDE G.E., MOSTER D., HAUSPIE R., DJERKNES R., Growth references for 0-19 year-old Norwegian children for length/height, weight, body mass index and head circumference, *Annals of Human Biology*, Vol 40, 2013: 220-7
  - 189.KATO N., TAKIMOTO H., YOKOYAMA T., YOKOYA S., TANAKA T., TADA H., Updated Japanese growth references for infants and preschool children, based on historical, ethnic and environmental characteristics, *Acta Paediatrica*, 103, 2014: e251–e26
  - 190.KATO S., ASHIZAWA K., SATOH K., An examination of the definition 'final height' for practical use, *Ann Hum Biol*, 25, 1998: 263-70
  - 191.KELLY A., WINER K.K., KALKWARF H., OBERFIELD S.E., LAPPE J., GILSANZ V., ZEMEL B.S., Age-Based Reference Ranges for Annual Height Velocity in US Children, *J Clin Endocrinol Metab*, 99, 2014: 2104-12
  - 192.KESSLER D. B., BAKER S. S., SILVERMAN L. A., Growth Assessment and Growth Failure, *Consensus in Pediatrics*, Vol 1, N° 5, 2004: 32p.
  193. KEVIN M., SULLIVAN K.M., GORSTEIN J., ANTHRO Software for Calculating Anthropometry, Version 1.02, Y2K Compliant 29 June 1999, WHO, CDC, 1999: 39p.
  - 194.KHADILKAR V.V., KHADILKAR A.V., COLE T.J., SAYYAD M.G., Cross-sectional growth curves for height, weight and body mass index for affluent Indian children, 2007, *Indian Pediatrics*, 46, 2009: 477-489
  - 195.KHASNUTDINOVA S.L., GRJIBOVSKI A.M., Prevalence of stunting, underweight, overweight and obesity in adolescents in Velsk district, north-west Russia: A cross-sectional study using both international and Russian growth references, *Public Health*, 124, 2010: 392-7
  - 196.KLEANTHOS K., DERMITZAKI E., PAPANIMITRIOU D.T., PAPA-EVANGELOU V., PAPANIMITRIOU A., Secular changes in the final height of Greek girls are levelling off, 106, 2017: 341-3
  - 197.KOMLOS J., BREITFELDER A., Differences in the physical growth of US-born black and white children and adolescents ages 2–19, born 1942–2002, *Annals of Human Biology*, 35, 2007: 1-21



198. KOMSTA L., NOVOMESTKY F., Moments: Moments, cumulants, skewness, kurtosis and related tests. R package version 0.14. <http://CRAN.R-project.org/package=moments>, 2015
199. KOSTERMANS K., Assessing the quality of anthropometric data: Background and illustrated guidelines for survey managers, LSMS working paper, Number 101, The World Bank, Washington, 1994: 47p.
200. KRISHAN K., VIJ K., Diurnal Variation of Stature in Three Adults and One Child, *Anthropologist*, 9, 2007: 113-7
201. KUCZMARSKI R.J., OGDEN C.L., GUO S.S., GRUMMER-STRAWN L.M., FLEGAL K.M., MEI M., WEI R., CURTIN L.R., ROCHE A.F., JOHNSON C.L., 2000 CDC growth charts for the United States : Methods and development, National Centre for Health Statistics, Vital health Stat, series 11, N°246, DHHS Publication, 2002 : 190p.
202. KULAGA Z., LITWIN M., TKACZYK M., PALCZEWSKA I., ZAJACZKOWSKA M., ZWOLINSKA D., KRYNICKI T., WASILEWESKA A., MOCZUISKA A., MORAWIEC-KNYSIAK A., BARWICKA K., GRAJDA A., GURZKOWSKA B., NAPIERALSKA E., PAN H., Polish 2010 growth references for school aged children and adolescents, *Eur J Pediatr*, 170, 2011 : 599-609
203. ŁASKA-MIERZEJEWSKA T., OLSZEWSKA E., The maturation rate of girls living in rich and poor rural regions of Poland before and after the transformation of 1989, *HOMO—Journal of Comparative Human Biology*, 55, 2004: 129-42
204. ŁASKA-MIERZEJEWSKA T., OLSZEWSKA E., Anthropological assessment of changes in living conditions of the rural population in Poland in the period 1967–2001, *Ann Hum Biol*, 34, 2007: 362-76
205. LASKER G.W., The place of anthropometry in human biology *In* ULJASZEK S.J., MASCIE-TAYLOR, C.G.N., *Anthropometry: the individual and the population*, Cambridge University press, Great Britain, 1994: 1-6 (213p.)
206. LI L., MANOR O., POWER C., Are inequalities in height narrowing? Comparing effects of social class on height in two generation, *Arch Dis Child*, 89, 2004: 1018-23
207. LINTSI M., KAARMA H., Growth of Estonian seventeen-year-old boys during the last two centuries, *Economic and Human Biology*, 4, 2006 : 89-103
208. LIU H., FANG H., ZHAO Z., Urban–rural disparities of child health and nutritional status in China from 1989 to 2006, *Econ Hum Biol.*, 11, 2013: 294-309
209. LÓPEZ-SIGUERO J.P., GARCÍA J.M.F., CASTILLO J.D.L., MOLINA J.A.M., COSANO C.R., ORTI A.J., Cross-sectional study of height and weight in the population of Andalusia from age 3 to adulthood, *BMC Endocrine Disorders* 2008, 8(Suppl 1):S1 doi:10.1186/1472-6823-8-S1-S1, <http://www.biomedcentral.com/1472-6823/8/S1/S1> Consulté le 08/08/2016
210. LUKASKI H.C., Methods for the assessment of human body composition: traditional and new, *Am J Clin Nutr*, 46, 1987: 537-56
211. LUO Y., YANG F., LEI S.F., PAPASIAN C.J., DENG H.W., Differences of height and body mass index of youths in urban vs rural areas in Hunan province of China, *Ann Hum Biol*, 36, 2009: 750-5
212. M'PEMBA-LOUFOUA A. B., NZINGOULA S., Développement pubertaire chez le congolais drépanocytaire homozygote. A propos de 53 cas, *Médecine d'Afrique Noire*, 4801, 2001 : 5 – 10
213. MA J., FENG N., ZHANG S.W., PAN Y.P., HUANG Y.B., Comparison of changes in body composition during puberty development of obese and normal-weight children in China, *Biomed Environ Sci*, 22, 2009: 413-8
214. MAIRE B., Techniques et matériel de mesure, Atelier sur la surveillance nutritionnelle en Afrique de l'ouest – Méthodologie des enquêtes nutritionnelles anthropométriques, Dakar 3-15 Juin 1991 : 6p. + annexe
215. MALIK M., BAKIR A., Prevalence of overweight and obesity among children in the United Arab Emirates, *Obesity Reviews*, 8, 2007: 15-20
216. MALINA R. M., HAMILL P.V.V., LEMESHOW S., Selected measurement of children 6-11 years, *Vital and Health Statistics Series 11, N°123*, Washington DC, U S Government printing office, 1973 : 48p.
217. MALINA R.M., BOUCHARD C., BEUNEN G., Human growth: selected aspects of current research on well-nourished children, *Ann. Rev. Anthropol.*, 17, 1988: 187-219
218. MALINA R.M., Physical growth and biological maturation of young athletes *In* HOLLOSZY J.O., Volume 22 – Exercise and Sport Sciences Reviews, 22, 1994, 389 – 433
219. MALINARI L., GASSER T., The human growth curve : Distance, vilosity and acceleration *In* HAUSPIE R.C., CAMERON N., MOLINARI L., *Method in human growth research*, Cambridge University Press, United Kingdom, 2004 : 27-54 (399p.)
220. MANOR L.L., POWER C., Are inequalities in height narrowing ? Comparing effects of social class on height in two generations, *Arch Dis Child*, 89, 2004 : 1018-23

221. MANSOURIAN M., MARATEB H.R., KELISHADI R., MOTLAGH M.E., AMINAE T., TASLIMI M., MAJZADEH R., HESMAT R., ARDALAN G., POURSAFA P., First growth curves based on the world health organization reference in nationally representative sample of pediatric population in the Middle East North Africa (MENA): The CASPIAN-III study, *BMJ Pediatrics*, 12, 2012: 149-
222. MARLOW D., DAVID N., LECLERC C. A., *L'infirmière et l'enfant*, Editions HRW Ltée, 4ème édition, Montréal, 1976 : 643 p.
223. MARQUES-VIDAL P., MADELEINE G., ROMAIN S., GABRIEL A., BOVET P., Secular trends in height and weight among children and adolescents of the Seychelles, 1956–2006, *BMC Public Health*, 8, 2008: 166 doi:10.1186/1471-2458-8-166 <http://www.biomedcentral.com/1471-2458/8/166> consulté le 07/11/2015
224. MARSHALL W. A., TANNER J. M., Puberty *In* FALKNER F., TANNER J. M., *Human growth – A comprehension treatise, Volume 2 : Postnatal growth neurobiology*, Plenum Press, New York, 2nd Edition, 1986 : 171-209 (555p.)
225. MARSHALL W.A., Evaluation of growth rate in height over periods of less than one year, *Arch Dis Child*, 46, 1971: 414-20.
226. MARTORELL R., HABICHT J.P., Growth in early childhood in developing countries *In* FALKNER F., TANNER J. M., *Human growth - A comprehension treatise, Volume 2 : Postnatal growth neurobiology*, Plenum Press, New York, 2nd Edition, 1986 : 241-62 (555p.)
227. MASON A., RANTANEN A., KIVIMÄKI H., KOIVISTO A.M., JORONEN K., Family factors and health behaviour of thin adolescent boys and girls, *Journal Advanced Nursing*, 73, 2016: 177-89
228. MASSE N. P., *L'enfant normal – Développement physique*, In MANDE R., MASSE N. P., MANCIAUX M., *Pédiatrie sociale, Flammarion Médecine-Sciences*, 2ème édition, Paris, 1977 : 77 – 91 (715p.)
229. McDONALD C.M., OLOFIN I., FLAXMAN S., FAWZI W.W., SPIEGELMAN D., CAULFIELD L.E., BLACK R.E., EZZATI M., DANAEI G., The effect of multiple anthropometric deficits on child mortality: meta-analysis of individual data in 10 prospective studies from developing countries, *Am J Clin Nutr*, 97, 2013: 896-901
230. McMURRAY R.G., HARRELL J.S., DENG J.S., BRADLEY C.B., COX L.M., BANGDIWALA S.I., The influence of physical activity, socioeconomic status and ethnicity on the weight status of adolescents, *obesity research*, Vol 8, N°2, 2000 : 130-9
231. MEKHANCHA-DAHEL C.C., Unité de Dépistage et de Suivi - Cadre pour la surveillance nutritionnelle des enfants et adolescents - Cas du Khroub (Constantine, Algérie) – 1996/97 – 1999/00 – 2001/02, Thèse de Doctorat, Université Mentouri Constantine, INATAA, 2005 : (+annexes)
232. MEKHANCHA-DAHEL C.C., ADJALI-HASSANI W., KAROUNE R., BOUZENADA N., The weight of Algerian children is moving towards obesity, *Ann. Nutr. Metab.*, 63, Suppl 1, 2013: 1185
233. MELAKU Y.A., ZELLO G.A., GILL T.K., ADAMS R.J., SHI Z., Prevalence and factors associated with stunting and thinness among adolescent students in Northern Ethiopia: a comparison to World Health Organization standards, *Archives of Public Health*, 73, 2015: 44 DOI 10.1186/s13690-015-0093-9
234. MICHELI J. L., SCHUTZ Y., JEQUIER E., Croissance fœtale et néonatale, *In* RICOUR C., GHISOLFI J., PUTET G., GOULET O., *Traité de nutrition pédiatrique*, Maloine, 2<sup>ème</sup> tirage, France, 1996 : 312 – 36 (1088p.)
235. MIHRSHAHI S., DRAYTON B.A., BAUMAN A.E., HARDY L., Associations between childhood overweight, obesity, abdominal obesity and obesogenic behaviors and practices in Australian homes, *BMC Public Health*, 18, 2018, DOI 10.1186/s12889-017-4595-y <http://bmcpublihealth.biomedcentral.com/track/pdf/10.1186/s12889-017-4595-y?site=bmcpublihealth.biomedcentral.com> consulté le 10/01/2018
236. MOCAN N., RASCHKE C., UNEL B., The impact of mother's earnings on health outputs and infants health, *Econ. Hum. Biol.*, 19, 2015: 2014-223
237. MOKHTAR N., ELATI J., CHABIR R., BOUR A., ELKARI K., SCHLOSSMAN N.P., CABALLERO B., AGUENAOU H., Diet Culture and Obesity in Northern Africa, *J. Nutr.*, 131, 2001: 887-92
238. MUELLER W.H., MARTORELL R., Reliability and accuracy of measurement *In* LOHMANN T.G., ROCHE A.F., MARTORELL R., *Anthropometric standardization reference manual*, Champaign, IL, Human kinetics books, 1988: 83-6 (177p.)
239. MUELLER W.H., The genetics of size and shape in children and adults. *In* FALKNER F., TANNER J.M. *Human Growth Vol. 3 - Methodology, ecological, genetic, and nutritional effects on growth*, Plenum Press, New York, 1986: 145-68
240. MURASKO J.E., Associations between household income, height, and BMI in contemporary US schoolchildren, *Economics and Human Biology*, 11, 2013: 185-19

241. NEYZI O., BUNDAK R., MOLZAN J., GUNOZ H., DARENDELILER F., SAKA N., Estimation of annual height velocity based on short- versus long-term measurements, *Acta Paediatr* 82, 1993: 239-44
242. NEYZI O., FURMAN A., BUNDAK R., GUNOZ H., DARENDELILER F., BAS F., Growth reference for Turkish children aged 6 to 18 years, *Acta Paediatr*, 95, 2006: 1635 – 41
243. NICOLETTI I., RAPISARDI G., TAFI L., Postnatal growth In NICOLETTI I., BENSO L., GILLI G., *Physiological and pathological auxology*, Centro Studi auxologici, Italy, 2004 : 221-35 (653p.)
244. NORGAN N.G., Nutrition and growth In CAMERON N., *Human growth and development*, Academic press, Elsevier Science, USA, 2002 : 139-64 (434p.)
245. NOVOTNY R., LI F., LEO GUERRERO R., COLEMAN P., TUFA A.J., BERSAMIN A., DEENIK J., WILKENS L.R., Dual burden of malnutrition in US Affiliated Pacific jurisdictions in the Children's Healthy Living Program, *BMC Public Health*, 17, 2017: 483 DOI 10.1186/s12889-017-4377-6
246. OLSEN E.M., Failure to thrive: still a problem of definition, *Clin Pediatr*, 45, 2006: 1-6
247. OMRAN A.R., The epidemiologic transition. A theory of the epidemiology of population change, *Milbank Memorial Fund Quarterly*, 49, 1971: 509-38
248. OMS, Utilisation et interprétation de l'anthropométrie, Rapport d'un comité d'experts, OMS Série de rapports techniques 854. Genève, OMS, 1995 : 498 p.
249. ONS, Recensement Général de la Population et de l'Habitat 2008/ Les principaux résultats du sondage au 1/10ème, Collections statistiques n°142/2008, ONS Alger, 2008 : 200p.
250. ONS, 5ème Recensement Général de la Population et de l'Habitat, Données statistiques de la wilaya de Constantine – Principaux résultats de l'exploitation exhaustive, N°527/25, 2009 : 15p.
251. ONS, Annuaire statistique de l'Algérie : Résultats 2007 – 2009, Volume n°27, ONS, Algérie, 2011 : 474p.
252. OYHANART E.E., CASTRO M.E., FORTE L.M., SICRE M.L., QUINTERO F.A., LUIS M.A., TORRES M.F., LUNA M.E., CESANI M.F., ORDEN A.B., Socioenvironmental conditions and nutritional status in urban and rural schoolchildren, *Ann Hum Biol*, 20, 2008: 399-405
253. PALCOUX B., PATIT I., SAULENIER J. P., STEPHAN J. L., TANGUY A., VAGO P., VANLIEFERINGHEN P., *Pédiatrie*, Ellips édition, Paris, 2003 : 443p.
254. PAN H., COLE T.J., A comparison of goodness of fit tests for age-related reference range, *Statist. Med.*, 23, 2004: 1749-65
255. PARTAP U., YOUNG E.H., ALLOTEY P., SANDHU M.S., REIDPA D.D., The use of different international references to assess child anthropometric status in a Malaysian population, *The Journal Of Pediatrics*, 190, 2017: 63-9
256. PATEL L., Croissance et maladies chroniques, *Ann Nestlé [Fr]*, 65, 2007 : 131-8
257. PELLETIER J.G., Les malnutritions sévères : Approche globale, *L'enfant en milieu tropical*, N° 208-209, 1993 : 86p.
258. PERINI T.A., de OLIVEIRA G.L., ORNELLAS J.D.S., de OLIVEIRA F.P., Technical error measurement in anthropometry, *Rev Bras Med Esporte*, Vol. 11, N° 1, 2005 : 86-90
259. PERNOT-ROY M.P., Etude longitudinale sur la croissance de l'enfant – Résultats de quelques mesures somatiques effectuées pendant les trois premières années de la vie, *Archives Françaises de Pédiatrie*, N°1, Tome XVI, 1959 : 202-11
260. PHILLIPS K., MATHENY A. P., Quantitative genetic analysis of longitudinal trends in height: preliminary results from the Louisville Twin Study, *Acta geneticae medicae et gemellologiae*, V 39, 1990: 143-63
261. PIERNAS C., WANG D., DU S., ZHANG B., WANG Z., SU C., POPKIN B.M., The double burden of under- and overnutrition and nutrient adequacy among Chinese preschool and school-aged children in 2009-2011, *Eur J Clin Nutr.*, 69, 2015: 1323-9
262. PIERSON M., DESCHAMPS J.P., GUEGUEN R., CONSTANT E., Actualité des courbes de croissance staturo-pondérales de l'enfant et de l'adolescent – Les travaux du groupe de Nancy, 30e Congrès de l'association des pédiatres de la langue française – La réévaluation des normes de croissance chez l'enfant et l'adolescent, Marrakech, 21 mai 1993 : 10-21.
263. POPULATION REFERENCE BUREAU, population trends and challenges in the Middle East and North Africa, MENA Policy Brief, 2001 <http://www.prb.org/pdf/PoptrendsMiddleEast.pdf> Consulté le 12/11/2016
264. R CORE TEAM, R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. (2015) URL <http://www.R-project.org/>. Téléchargé le 10/05/2015
265. RACHMI C.N., LI M., AGHO K.E., BAUR L.A., Are stunted young Indonesian children more likely to be overweight, thin, or have high blood pressure in adolescence?, *Int J Public Health*, 2016, 10 pages, DOI 10.1007/s00038-016-0905-x Consulté le 15/08/2017

266. RAFF M.C., Size control: the regulation of cell numbers in animal development, *Cell*, 86, 1996: 173-5
267. RAIHAH M., TALHI R., MESLI M.F., Surpoids et obésité des enfants de six à onze ans : Prévalence et facteurs associés à Oran, *Santé Publique*, 6, 2012 : 561-71
268. REYES M.E., TAN S.K., MALINA R.M., Urban-rural contrasts in the growth status of school children in Oaxaca, Mexico, *Ann Hum Biol*, 30, 2003: 693-713
269. ROCHE A.F., TOWNE B., Secular trends and longterm serial growth studies *In* DASGUUPTA P., HAUSPIE R., Perspectives in human growth, development and maturation, Kluwer Academic Publishers, Netherlands, 2001 : 147-58 (364p.)
270. RODD C., METZGER D.L., SHARMA A., Canadian Pediatric Endocrine Group Working Committee for National Growth Charts. Extending World Health Organization weight-for-age reference curves to older children. *BMC Pediatr* 2014;14:32 doi: 10.1186/1471-2431-14-32 PMID: 24490896
271. ROELANTS M., HAUSPIE R., HOPPENBROUWERS K., References for growth and pubertal development from birth to 21 years in Flanders Belgium, *Ann Hum Biol*, 39, 2009: 680 - 94
272. ROELANTS M., Normal variation in human growth, Vrije Universiteit Brussel, 2013: 153p.
273. ROGOL A. D., CLARK P. A., ROEMMICH J. N., Growth and pubertal development in children and adolescents: effects of diet and physical activity, *Am J Clin Nutr*, 72 (suppl), 2000 : 521-8
274. ROLLAND-CACHERA M. F., Chapitre 2 : les besoins métaboliques et leurs variations physiologiques – Le rôle de la nutrition intra-utérine et du jeune enfant sur le développement *In* DESJEUX J. F., HERCBERG S., La nutrition humaine au service de la santé, INSERM, NATHAN, 1996 : 99 – 105 (207p.)
275. ROLLAND-CACHERA M.F., Childhood obesity: current definitions and recommendations *International Journal of Pediatric obesity*, 6, 2011: 325-31
276. ROLLAND-CACHERA M.F., COLE T.J., SEMPÉ M., TICHET J., ROSSIGNOL C., CHARRAUD A., Body mass index variations: centiles from birth to 87 years, *Eur J Clin Nutr*, 45, 1991: 13-21
277. ROLLAND-CACHERA M.F., SEMPE M., GUILLOUD-BATAILLE M., PATOIS E., PEQUIGNOT-GUGGENBUHL F., FAUTRAD V., Adiposity indices in children, *Am J Clin Nutr*, 36, 1982 : 178-84
278. RONA R.J., Growth and social factors *In* NICOLETTI I., BENSO L., GILLI G., Physiological and pathological auxology, Centro Studi auxologici, Italy, 2004 : 581-59 (653p.)
279. ROSENBLUM A. L., Physiologie de la croissance, *Ann Nestlé*, 65, 2007 : 99-110
280. ROYSTON P., WRIGHT E.M., Goodness-of-fit statistics for age-specific reference intervals, *Statist. Med.*, 19, 2000: 2943-62
281. SAARI A., SANKILAMPI U., HANNILA M-L., KIVINIEMI V., KESSELI K., DUNKEL L., New Finnish growth references for children and adolescents aged 0 to 20 years: Length/height-for-age, weight-for-length/height, and body mass index-for-age, *Annals of Medicine*, 43, 2011: 235-48
282. SALANAVE B., PENEAU S., ROLLAND-CACHERA M.F., HERCBERG S., CASTETBON K., Stabilization of overweight prevalence in French children between 2000 and 2007, *International Journal of Pediatric Obesity*, 4, 2009: 66-2
283. SCHAEFER F., WINGEN A.M., HENNICKE M., RIGDEN S., MEHLS O., European Study Group for Nutritional Treatment of Chronic Renal Failure in Childhood, Growth charts for prepubertal children with chronic renal failure due to congenital renal disorders, *Pediatr Nephrol*, 10, 1996: 288-93
284. SCHAFFLER A., SCHMIDT S., Anatomie, physiologie, biologie à l'usage des professionnels de santé, édition Maloine, Paris, 1998 : 342p.
285. SCHAFFRATH ROSARIO A., SCHIENKIEWITZ A., NEUHAUSER H., German height references for children aged 0 to under 18 years compared to WHO and CDC growth charts, *Ann Hum Biol*, 38, 2011: 121-30
286. SCHELL L.M., ANDO Y., Postnatal growth of children in relation to noise from Osaka International Airport, *Journal of Sound and Vibration*, 151, 1991: 371-382
287. SCHELL L.M., KNUTSON K., Growth and the environment *In* NICOLETTI I., BENSO L., GILLI G., Physiological and pathological auxology, Centro Studi auxologici, Italy, 2004 : 576-580 (653p.)
288. SCHERDEL P., BOTTON J, ROLLAND-CACHERA M.F., LEGER J., PELE F., ANCEL P.Y., SIMON C., CASTETBON K., SALANAVE B., THIBAUT H., LIORET S., PENEAU S., GUSTO G., CHARLES M.A., HEUDE B., Should the WHO growth charts be used in France? *PLoS One*, 2015; 10:e0120806.
289. SCHMITZ J, GARNIER-LENGLINE H., Diagnostic de la maladie cœliaque en 2008, *Arch Pediatr*, 15, 2008 : 456-61
290. SCHÖNBECK Y., VAN DOMMELEN P., HIRASING R.A., VAN BUUREN S., Trend in Height of Turkish and Moroccan Children Living in The Netherlands, *PLoS ONE* 10(5), 2015: e0124686. doi:10.1371/journal.pone.0124686

291. SEFEEDLDT V.D., HARRISON G.G., Infants, children, and youth *In* LOHMANN T.G., ROCHE A.F., MARTORELL R., Anthropometric standardization reference manual, Champaign, IL, Human kinetics books, 1988: 111-4 (177p.)
292. SEIDENFELD M.E.K., SOSIN E., RICKERT V.I., Nutrition and eating disorders in adolescents, *Mt Sinai J Med*, 71, 2004: 155- 61
293. SEMPE M., PEDRON G., ROY-PERNOT M.P., Auxologie, méthode et séquences, Théraplix, Paris, 1979 : 205p.
294. SENECALE J., Les enquêtes dans les pays en voie de développement *In* FALKNER F., Croissance et développement de l'enfant normal – une méthode internationale d'étude, Centre international de l'enfance, travaux et documents – Masson Cie, Paris, 1961 : 72 – 94 (260p.)
295. SENEMAUD B., Alimentation, environnement, développement de l'enfant, *Enfant en milieu tropical*, N° 177, 1988 : 50p.
296. SERRA-MAJEM L., BARTRINA J.A., PEREZ-RODRIGO C., RIBAS-BARBA L., DELGADO-RUBIO A., Prevalence and determinants of obesity in Spanish children and young people, *British Journal of Nutrition*, 96, Suppl. 1, 2006: S67-S72
297. SHIRASAWA T., OCHIAI H., NANRI H., NISHIMURA R., OHTSU T., HOSHINO H., TAJIMA N., KOKAZE A., Trends of underweight and overweight/obesity among Japanese schoolchildren from 2003 to 2012, defined by body mass index and percentage overweight cutoffs, *J Epidemiol*, 25, 2015: 482-8
298. SHULMAN D.I., FRANE J., LIPPE B., Is there “seasonal” variation in height velocity in children treated with growth hormone? Data from the National Cooperative Growth Study, *Inter Journal of Pediatric Endocrinology*, 2013: 2, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3568055/pdf/1687-9856-2013-2.pdf> consulté le /8/2016
299. SIKLAR Z., SANLI E., DALLAR Y., TANYER G., Diurnal variation of height in children, *Pediatrics International*, 47, 2005: 645-8
300. SILVA C. M., VIANA M. B., Growth deficits in children with Sickle cell disease, *Archives of Medical Research*, 33, 2002 : 308–12
301. SILVENTOINEN K., HAUKKA J., DUNKEL L., TYNELIUS P., RASMUSSEN F., Genetics of pubertal timing and its associations with relative weight in childhood and adult height: The Swedish Young Male Twins Study, *Pediatrics*, 121, 2008: 885-91
302. SILVENTOINEN K., LAHELMA E., LUNDBERG O., RAHKONEN O., Body height, birth cohort and social background in Finland and Sweden, *European Journal of Public Health*, 11, 2001: 124-9
303. SILVENTOINEN K., SAMMALISTO S., PEROLA M., BOOSMA D.I., CORNES B.K., DAVIS C., DUNKEL L., de LANGE M., HARRIS J.R., HJELMBORG J.V.B., LUCIANO M., MARTIN N.G., MORTENSEN J., NISTICO L., PEDERSEN N.L., SKYTTE A., SPECTOR T.D., STAZI M.A., WILLEMSSEN, G., KAPRIO J., Heritability of adult body height: a comparative study of twin cohorts in eight countries, *Twin Research* 6, 2003: 399-408
304. SKINNER A.C., MAYER M.L., FLOWER K., PERRIN E.M., WEINBERGER M., Using BMI to determine cardiovascular risk in childhood: how do the BMI cutoffs fare? *Pediatrics*, 124, 2009: 905-12
305. SLAMA R., THIEBAUGEORGES O., GOUA V., AUSSEL L., SACCO P., BOHET A., FORHAN A., DUCOT B., ANNESI-MAESANO I., HEINRICH J., MAGNIN G., SCHWEITZER M., KAMINSKI M., CHARLES M.A., The EDEN Mother–Child Cohort Study Group, Maternal personal exposure to airborne benzene and intrauterine growth, *Environ Health Perspect*, 117, 2009: 1313-21
306. SOLÉ-AURÓ A., CRIMMINS E.M., Health of Immigrants in European Countries, *International Migration Review*, 42, 2008: 861-76
307. SOREL R., DALOUS A., AUBAN H., LEVRAT R., Médecine de l'enfant et de l'adolescent – Mortalité infantile, médecine scolaire, Vaccination, Les éditions Foucher, 3ème édition, Paris, 1972 : 107p.
308. STANHOPE R., FRY V., Growth and growth disorders – Serie N° 1, Child Growth Foundation, London, 2004: 29p.
309. STINSON S., Sex differences in environmental sensitivity during growth and development, *Yearbook of Physical Anthropology*, 28, 1985: 123-47
310. STOVITZ S.D., DEMERATH E.W., HANNAN P.J., LYTLE L.A., HIMES J.H., Growing into obesity: Patterns of height growth in those who become normal weight, overweight, or obese as young adults, *American Journal of Human Biology*, 23, 2011: 635-41
311. SULLIVAN K., TROWBRIDGE F., GORSTEIN J., PRADILLA A., Growth reference, *Lancet*, 337, 1991 : 1420-1
312. SUSANNE C., BODZSÁR B.É., Patterns of secular change of growth and development *In* BODZSAR B.É., SUSANNE C., Secular growth change in Europe, Eötvös Univ. Press, Budapest, 1998 : 5-26

313. SUSANNE C., REBATO E., HAUSPIE R. C., VERCAUTEREN M., SALCES I., SAN MARTIN L., ROSIQUE J., A review of the relationship between nutrition and some growth and development data *In* BODZSAR E. B., SUSANNE C., PROKOPEC M., Puberty: Variability of changes and complexity of factors, Eötvös Univ Press, Budapest, 2000 : 23-51 (211p.)
314. SYMINGTON E. A., GERICKE G. J., NEL D., LABADARIOS J. H., The relationship between stunting and overweight among children from South Africa: Secondary analysis of the National Food Consumption Survey – Fortification Baseline, *S Afr Med J*, 106, 2016: 65-9
315. TANNER J. M., Normal growth and techniques of growth assessment, *Clinics in Endocrinology and Metabolism*, Vol 15, N°3, 1986 : 411-51
316. TANNER J.M., Growth as a measure of the nutritional and hygienic status of a population, *Horm. Res*, 38 (Suppl. 1), 1992: 106–15.
317. TANNER J.M., A short walk in the garden of auxological alights *In* JOHNSON F.E., ZEMEL B., EVELETH P.B., Human growth in context, Smith-Gordon and Company limited, London, 1999 : 1-14 (357p.)
318. TANNER J. M., WHITEHOUSE R. H., Atlas of children’s growth – Normal variation and growth disorders, Academic press, London, 1982 : 206p.
319. The GBD 2013 Obesity Collaboration, NG M., FLEMING T., ROBINSON M., THOMSON B., GRAETZ N., MARGONO C., MULLANY E.C., BIRYUKOV S., ABBAFATI C., FEREDÉ ABERA S., ABRAHAM J.P., ABU-RMEILEH N.M.E., ACHOKI T., AIBUHAIRAN F.S., ALEMU Z.A., ALFONSO R., ALI M.K., ALI R., ALVIS GUZMAN N., AMMAR W. et coll., Global, regional and national prevalence of overweight and obesity in children and adults 1980-2013: A systematic analysis, *Lancet*, 384, 2014: 766–81
320. THEINTZ G., Le développement pubertaire normal *In* MICHAUD P.-A., ALVIN P., DESCHAMPS J.-P., FRAPPIER J.-Y., MARCELLI D., TURSZ A., La santé des adolescents – Approches, soins, prévention, Editions Payot Lausanne, France, 1997 : 25-39 (636p.)
321. THOMAS D., FRANKENBERG E., Health, nutrition and prosperity: a microeconomic perspective, *Bull World Health Organ*, 80, 2002: 106-13
322. THOMPSON D.R., OBARZANEK E., FRANKO D.L., BARTON B.A., MORRISON J., BIRO F.M., DANIELS S.R., STRIEGEL-MOORE R.H., Childhood overweight and cardiovascular disease risk factors: the National Heart, Lung, and Blood Institute Growth and Health Study, *J Pediatr*, 150, 2007: 18-25
323. TILLMANN V., CLAYTON P.E., Diurnal variation in heights and the reliability of height measurements using stretched and unstretched techniques in the evaluation of short-term growth, *Ann Hum Biol.*, 28, 2001: 195-206
324. UAUY R., ALBALA C., KAIN J., Obesity Trends in Latin America: Transiting from under- to overweight, *J. Nutr.*, 131, 2001: 893-9
325. ULJASZEK S. J., KERR D. A., Anthropometric measurement error and the assessment of nutritional status, *British Journal of Nutrition*, 82, 1999: 165-77
326. UNICEF, la situation des enfants dans le monde: la survie de l’enfant, Le Fonds des Nations Unies pour l’enfance, 2007: 154 p.
327. Van BUUREN S., FREDRIKS M., Worm plot. A simple diagnostic device for modeling growth reference curves, *Statist. Med.*, 20, 2001: 1259-77
328. VAN BUUREN S., Growth references *In* KELNAR C., SAVAGE M., SAENGER P., COWELL C., Growth Disorders, 2nd Rev Ed. London: Hodder Arnold, 2007: 165-181 (697p.)
329. Van de POEL V., O’DONNELL A.O., VAN DOORSLAER E., Are urban children really healthier? Evidence from 47 developing countries, *Social Science & Medicine*, 65, 2007: 1986-2003
330. VAN DER SLUIS I.M., BOOT A.M., NAUTA J., HOP W.C.J., de JONG M.C.J.W., LILIEN M.R., GROOTHOFF J.W., VAN WIJK A.E., POLS W.A.P., HOKKEN-KOELEGA A.C.S., de MUNCK KEIZER-SCHRAMA S.M.P.F., Bone density and body composition in chronic renal failure: effects of growth hormone treatment, *Pediatr Nephrol*, 15, 2000: 221-8
331. Van DOMMELEN P., de KROON M.L.A., CAMERON N., SCHONBECK Y., VAN BUUREN S., The impact of height during childhood on the national prevalence rates of overweight. *PLoS ONE* 9(1), 2014: e85769. doi:10.1371/journal.pone.0085769
332. Van HOOK J., STAMPER BALISTRERI K., Immigrant generation, socioeconomic status, and economic development of countries of origin: A longitudinal study of body mass index among children, *Social Science & Medicine*, 65, 2007: 976-89
333. VAN LOON H., SAVERYS V., VUYLSTEKE R.F., EECKELS R., Local versus universal growth standards: the effect of using NCHS as universal reference, *Annals of Human Biology*, Vol 13, N°4, 1986:

334. VANDER A. J., SHERMAN J. H., LUCIANO D. S., BRIERE R., *Physiologie humaine*, édition Chenelière Inc, 3ème, Québec, 1995 : 814p.
335. VARGAS D.S., ARENA L.F.G.L., SONCINI A.S., The secular trend of growth in height in Blumenau, Brazil, and its relationship with the human development index (HDI), *Rev Assoc Med Bras*, 56, 2010: 304-8
336. VENTURA S.J., HAMILTON B.E., MATHEWS T.J., CHANDRA A., Trends and Variations in Smoking During Pregnancy and Low Birth Weight: Evidence From the Birth Certificate, 1990–2000, *Pediatrics*, 111, 2003: 1176-80
337. VERCAUTEREN M., Croissance, facteurs socio-familiaux et évolution séculaire, *Bull. et Mém. De la Société d'Anthropologie de Paris*, 5, 1993 : 85-92
338. VIGNEROVA J., BRABEC M., BLAHA P., Two centuries of growth among Czech children and youth, *Economics and Human Biology*, 4, 2006: 237-52
339. VIRANI N., Growth patterns and secular trends over four decades in the dynamics of height growth of Indian boys and girls in Sri Aurobindo Ashram: a cohort study, *Ann Hum Biol*, 32, 2005: 259-82
340. VOSS L.D., The measurement of human growth : A Historical Review In DASGUPTA P., HAUSPIE R., *Perspectives in human growth, development and maturation*, Kluwer Academic Publishers, Netherlands, 2001 : 3-15
341. WAMANI H., NORDREHAUG ÅSTRØM A., PETERSON S., TUMWINE J.K., TYLLESKÄR T., Boys are more stunted than girls in Sub-Saharan Africa: a meta-analysis of 16 demographic and health surveys, *BMC Pediatrics*, 2007, 7:17 doi:10.1186/1471-2431-7-17, <http://www.biomedcentral.com/1471-2431/7/17> Consulté le 09/10/2015
342. WANG Y., MORENO L.A., CABALLERO B., COLE T.J., Limitations of the current World Health Organization growth references for children and adolescents, *Food and Nutrition Bulletin*, 27 (supplement), 2006: 175-88
343. WANG Y., WANG J.Q., A., Comparison of international references for the assessment of child and adolescent overweight and obesity in different populations. *European Journal of Clinical Nutrition*, 56, 2002: 973-82
344. WAQAR J., MUBASSAR F., ATTIYA S., The onset and duration of pubertal growth spurt among three skeletal malocclusions., *Journal of Pioneering Medical Sciences*, 6, 2016: 80-8
345. WATERLOW J.C., BUZINA R., KELLER W., The presentation and use of height and weight data for comparing nutritional status of groups of children under the age of 10 years, *Bull WHO*, 55, 1977: 489-98
346. WEHBY G.L., CASTILLA E.E., LOPEZ-CAMELO J., The impact of altitude on infant health in South America, *Economics and Human Biology*, 8, 2010: 197–211
347. WEI C., GREGORY J.W., *Physiology of normal growth*, *Pediatrics and child health*, Vol 19, N°5, 2009 : 236-40
348. WELLS J.C. Sexual dimorphism of body composition, *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab*, 21, 2007: 415-30
349. WHITAKER K.L., JARVIS M.J., BONIFACE D., WARDLE J., The intergenerational transmission of thinness, *Arch Pediatr Adolesc Med*, 165, 2011: 900-5
350. WHO, A growth chart for international use in maternal and child care: guidelines for primary health care personnel, WHO, Geneva, 1978: 38p.
351. WHO, Measuring change in nutritional status - Guidelines for assessing the nutritional impact of Supplementary Feeding Programmes for Vulnerable Groups, WHO, Geneva, 1983: 63p.
352. WHO, WHO child growth standards: Length/height for age, weight for age, weight for length, weight for height and body mass index for age – Methods and development, WHO, Geneva, 2006: 312p.
353. WHO, WHO child growth Standards: Growth velocity based on weight, length and head circumference: Methods and development, Geneva, WHO, 2009: 242p.
354. WHO, AnthroPlus for personal computers Manual: Software for assessing growth of the world's children and adolescents. Geneva: WHO, 2011 (<http://www.who.int/growthref/tools/en/>) consulté le 08/11/2016
355. WHO Multicentre Growth Reference Study Group, Reliability of anthropometric measurements in the WHO Multicentre Growth Reference Study, *Acta Paediatr Suppl* 450, 2006a: 38-46.
356. WHO Multicentre Growth Reference Study Group, WHO Child Growth Standards: Length/height-for-age, weight-for-age, weight-for-length, weight-for-height and body mass index-for-age: methods and development. Geneva, Switzerland, World Health Organization, 2006b: 312p.
357. WHO WORKING GROUP, Use and interpretation of anthropometric indicators of nutritional status, *Bulletin of the World Health Organization*, 64, 6, 1986: 929-91

358. WRIGHT E.M., ROYSTON P., A comparison of statistical methods for age-related reference intervals, *Journal of the Royal Statistical Society, Series A*, 160, 1997: 47-69
359. WU T.N., CHEN L.J., LAI J.S., KO G.N., SHEN C.Y., CHANG P.Y., Prospective study of noise exposure during pregnancy on birth weight, *Am J Epidemiol*, 143, 1996: 792-6
360. XU X., WANG W.P., GUO Z.P., CHEUNG Y.B., KARLBERG J., Seasonality of growth in Shanghai infants (n = 4128) born in 11 consecutive years, *Eur J Clin Nutr*, 55, 2001: 714-25
361. YANG W., KELLY T., HE J., Genetic epidemiology of obesity, *Epidemiol Rev*, 29, 2007: 49–61
362. ZEFERINO A.M.B., BARROS FILHO A.B., BETTIOL H., BARBIERI M., Monitoring growth, *Jornal de Pediatria*, 79, Supl1, 2003 : 23-32
363. ZEMEL B.S., BARDEN E.M., Body composition during growth and development *In* NICOLETTI I., BENSO L., GILLI G., *Physiological and pathological auxology*, Centro Studi auxologici, Italy, 2004 : 11-31(653p.)
364. ZEMEL B.S., RILEY E.M., STALLINGS V.A., Evaluation of methodology for nutrition assessment in children: Anthropometry, body composition, and energy expenditure, *Annu. Rev. Nutr.*, 17, 1997: 211-35
365. ZHANG Y.X., LIN M., SUN G.Z., The double burden of overweight and thinness among children and adolescents in Shandong China, *International Journal of Cardiology*, 184, 2015: 380-1
366. ZHENG W., SUZUKI K., YOKOMICHI H., SATO M., YAMAGATA Z., Multilevel longitudinal analysis of sex differences in height gain and growth rate changes in Japanese school-aged children, *J Epidemiol*, 23, 2013: 275-79
367. ZHENG W., ZHAO A., XUE Y., ZHENG Y., CHEN Y., MU Z., WANG P. ZHANG Y., Gender and urban–rural difference in anthropometric indices predicting dyslipidemia in Chinese primary school children: a cross-sectional study, *Lipids in Health and Disease*, 15, 2016: 87-94
368. ZIVICNJAK M., OFFNER G., Growth in renal diseases *In* NICOLETTI I., BENSO L., GILLI G., *Physiological and pathological auxology*, Centro Studi auxologici, Italy, 2004 : 533-40 (653p.)
369. ZONG X-N., LI H., Construction of a new growth references for China based on urban Chinese children: Comparison with the WHO growth standards. *PLoS ONE* 8(3), 2013: e59569. doi:10.1371/journal.pone.0059569
370. ZONG X-N., LI H., ZHU Z.H., Secular trends in height and weight for healthy Han children aged 0–7 years in China, 1975–2005, *American Journal of Human Biology*, 23, 2011: 209-15



# **ANNEXES**

**Annexe 1 : Valeurs étrangères, internationales et algériennes du poids (kg), de la taille (cm) et de l'IMC (kg/m<sup>2</sup>) des enfants et des adolescents**

Tableau 1 : Poids moyen (kg), taille moyenne (cm), IMC (kg/m<sup>2</sup>) des filles saoudiennes, selon l'âge et le sexe [El-mouzan et coll., 2007+ ; El Herbish et coll., 2009\*]

Age (ans)	Poids+	Age (ans)	Taille+	Age (ans)	IMC*
<b>6,51</b>	19,76512	<b>6,51129</b>	116,07149	<b>6,51129</b>	14,58894
<b>7,8987</b>	23,24039	<b>7,551849</b>	121,591	<b>7,551849</b>	14,94263
<b>8,245555</b>	24,22298	<b>8,592408</b>	126,80522	<b>8,592408</b>	15,46038
<b>9,286114</b>	27,55835	<b>9,632967</b>	132,26125	<b>9,286114</b>	15,87884
<b>10,326673</b>	31,69403	<b>10,673527</b>	138,1891	<b>10,326673</b>	16,65152
<b>11,02038</b>	34,82205	<b>11,02038</b>	140,24308	<b>11,714086</b>	17,91815
<b>12,407792</b>	41,37759	<b>12,060939</b>	146,15265	<b>12,060939</b>	18,26626
<b>13,448351</b>	45,84004	<b>13,101498</b>	150,70529	<b>13,101498</b>	19,3131
<b>14,48891</b>	49,30435	<b>14,142057</b>	153,41761	<b>14,142057</b>	20,2514
<b>15,529469</b>	51,77586	<b>15,182616</b>	154,76215	<b>15,529469</b>	21,19887
<b>16,570029</b>	53,52083	<b>16,570029</b>	155,50608	<b>16,570029</b>	21,70472
<b>17,610588</b>	54,58555	<b>17,263735</b>	155,81039	<b>17,610588</b>	21,97959
<b>18,304294</b>	55,0675	<b>18,651147</b>	156,51636	<b>18,651147</b>	22,1128
<b>18,998</b>	55,500	<b>18,998</b>	156,75546	<b>18,998</b>	22,14834

Tableau 2 : Poids moyen (kg), taille moyenne (cm), IMC (kg/m<sup>2</sup>) des garçons saoudiens, selon l'âge et le sexe [El-mouzan et coll., 2007+ ; El Herbish et coll., 2009\*]

Age (ans)	Poids+	Taille+	IMC*
<b>6,510188</b>	19,88716	116,406	14,597
<b>7,550839</b>	22,31531	122,0418	14,853
<b>8,59149</b>	25,25345	127,445	15,379
<b>9,632141</b>	28,54192	132,2641	16,026
<b>10,672792</b>	32,15393	136,9443	16,712
<b>11,019676</b>	33,4571	138,65679	16,941
<b>12,060327</b>	37,78459	144,30131	17,634
<b>13,100978</b>	42,51224	150,19854	18,277
<b>14,141629</b>	47,58254	156,68199	18,949
<b>15,529163</b>	54,1083	163,63971	19,884
<b>16,569814</b>	58,10929	166,59133	20,482
<b>17,610465</b>	61,32167	168,36336	20,996
<b>17,957349</b>	62,29007	168,70492	21,164
<b>18,651116</b>	64,18707	168,94323	21,51
<b>18,998</b>	65,13129	169,35697	21,684

Tableau 3 : Poids moyen (kg), taille moyenne (cm), IMC (kg/m<sup>2</sup>) des filles et des garçons émiratis, selon l'âge et le sexe [Abdulrazzaq et coll., 2011]

Age (ans)	Filles			Garçons		
	Poids	Taille	IMC	Poids	Taille	IMC
<b>6</b>	18,58431	113,8275	15,42309	19,11741	116,028	14,436041
<b>7</b>	20,66652	119,9821	17,11126	21,13975	120,6145	14,690484
<b>8</b>	22,9584	125,0185	17,78507	23,21644	125,4904	15,086358
<b>9</b>	25,7125	129,3895	17,93094	25,53321	129,9526	15,590618
<b>10</b>	29,1941	134,1259	18,33249	28,42285	133,97	16,175975
<b>11</b>	33,44637	139,907	18,74537	32,19561	138,3311	16,819859
<b>12</b>	38,20803	146,1439	19,2642	36,77261	143,2261	17,503496
<b>13</b>	42,83279	151,3054	19,86557	41,92437	149,5599	18,211165
<b>14</b>	46,64784	154,4443	20,39588	47,22013	155,346	18,929613
<b>15</b>	49,42994	155,8698	20,82953	52,14075	160,1452	19,64759
<b>16</b>	51,30304	156,5923	21,30345	56,41156	164,2195	20,355495
<b>17</b>	52,58496	156,7559	21,82349	59,89526	166,3885	21,045081
<b>18</b>	53,55799	156,4466	21,79844	62,76327	165,2854	21,709234

Tableau 4 : Poids (kg), taille (cm), IMC (kg/m<sup>2</sup>) des filles et des garçons qataris, selon l'âge et le sexe [Bener et Kamal, 2005]

Age (ans)	Filles			Garçons		
	Poids	Taille	IMC	Poids	Taille	IMC
6	19,00	116,00	13,9	21,00	119,00	14,6
7	22,00	122,00	14,8	23,00	121,00	15,3
8	27,00	130,00	16,2	27,90	131,00	16,4
9	34,00	136,00	18,5	34,00	136,00	17,7
10	35,00	138,00	18,2	35,00	139,00	18,7
11	37,30	143,40	18,3	38,00	143,00	18,4
12	40,70	149,00	18,4	43,60	148,00	19,0
13	46,00	153,10	19,8	48,00	155,00	20,5
14	49,00	155,00	20,3	56,50	162,00	21,3
15	50,00	156,50	20,4	58,30	166,00	21,6
16	54,00	158,30	21,2	63,00	169,50	22,2
17	52,50	158,00	21,0	63,00	170,00	22,2
18	53,8	158,70	20,7	62,00	170,00	21,9

Tableau 5 : Poids (kg), taille (cm), IMC (kg/m<sup>2</sup>) des filles et des garçons français, selon l'âge et le sexe [Sempé et coll., 1979+, Rolland-Cachera et coll., 1991\*]

Age (ans)	Filles			Garçons		
	Poids+	Taille+	IMC*	Poids+	Taille+	IMC*
6	19,02	112,2	15,44	19,87	113,8	15,13
7	21,26	118,2	15,53	22,23	119,7	15,22
8	23,83	123,9	15,75	24,73	125,3	15,44
9	26,66	129,4	16,04	27,470	130,6	15,76
10	29,62	134,7	16,36	30,340	135,6	16,18
11	33,39	140,7	16,73	33,30	140,5	16,73
12	37,80	147,7	17,20	36,73	145,8	17,38
13	43,23	154,3	17,80	41,60	152,5	18,12
14	47,78	158,7	18,49	47,70	159,9	18,85
15	50,80	161,1	19,18	54,00	166,7	19,48
16	52,10	162,4	19,81	58,40	171,1	19,96
17	52,60	162,9	20,35	61,30	173,3	20,26
18	52,80	163,2	20,80	63,30	174,5	20,44

Tableau 6 : Poids (kg), taille (cm), IMC (kg/m<sup>2</sup>) des filles et des garçons italiens, selon l'âge et le sexe [Cacciari et coll., 2002]

Age (ans)	Filles			Garçons		
	Poids	Taille	IMC	Poids	Taille	IMC
6	22,2	116,0	16,3	22,2	116,6	15,9
7	24,8	121,7	16,6	24,5	122,5	16,3
8	27,7	127,1	17,0	27,3	127,9	16,8
9	31,0	132,7	17,6	30,6	132,9	17,4
10	34,9	138,6	18,2	34,5	137,9	18,0
11	39,8	144,9	19,0	39,0	143,2	18,7
12	45,2	150,9	19,8	44,0	149,1	19,4
13	50,0	155,5	20,4	49,3	155,8	20,2
14	53,2	158,3	21,0	54,5	162,6	20,9
15	54,9	159,7	21,3	59,4	168,0	21,5
16	55,7	160,4	21,6	63,6	171,3	22,0
17	56,0	160,7	21,7	67,1	173,0	22,5
18	56,2	160,8	21,8	69,7	173,8	22,9

Tableau 7 : Poids (kg), taille (cm), IMC (kg/m<sup>2</sup>) des filles et des garçons espagnols, selon l'âge et le sexe [Carrascosa Lezcano et coll., 2008]

Age (ans)	Filles			Garçons		
	Poids	Taille	IMC	Poids	Taille	IMC
6	21,4	116,3	16,0	21,6	116,3	16,0
7	24,0	121,7	16,2	24,8	123,4	16,3
8	28,0	128,0	17,1	28,2	129	16,7
9	31,7	134,0	17,6	32,0	134,5	17,5
10	34,4	139,0	17,9	35,2	139,6	17,8
11	41,0	145,5	19,1	40,3	145,0	19,0
12	44,4	151,0	19,1	44,1	151,5	19,2
13	50,4	156,6	19,9	48,3	157,2	19,4
14	52,2	159,9	20,0	56,9	164,5	20,8
15	54,7	161,5	20,7	60,4	169,0	21,1
16	56,4	162,3	21,1	62,6	172,0	21,3
17	56,0	162,9	21,0	67,1	174,7	21,7
18	57,1	163,0	21,4	69,0	175,5	22,1

Tableau 8 : Poids (kg), taille (cm), IMC (kg/m<sup>2</sup>) des filles et des garçons grecques, selon l'âge et le sexe [Chiotis et coll., 2003+ ; Chiotis et coll., 2004\*]

Age (ans)	Filles			Garçons		
	Poids	Taille	IMC*	Poids	Taille	IMC*
6	22,0	116,0	15,93	22,0	117,0	15,98
7	25,0	122,0	16,48	25,0	123,0	16,52
8	28,5	128,0	16,92	29,0	129,0	16,80
9	32,0	134,0	17,56	32,0	134,0	17,42
10	36,0	140,0	18,10	36,0	140,0	18,45
11	41,0	147,0	18,51	40,5	146,0	18,81
12	46,5	153,0	19,37	45,5	152,0	19,48
13	50,5	157,0	20,02	51,0	158,0	20,00
14	53,5	160,0	20,58	57,0	165,0	20,64
15	55,0	162,0	20,83	63,0	170,0	21,18
16	56,5	163,0	21,10	68,0	173,0	21,88
17	57,7	164,0	21,64	71,0	176,0	22,78
18	58,0	164,0	21,74	74,0	177,0	23,25

Tableau 9 : Poids moyen (kg), taille moyenne (cm) des filles et des garçons de Arris et de Mena, selon l'âge et le sexe [Chamla et Demoulin, 1976]

Classe d'âge (ans)	Filles		Garçons	
	Poids	Taille	Poids	Taille
6,5	17,33	107,25	17,94	113,01
7,5	19,00	113,19	19,40	115,24
8,5	21,32	119,66	21,43	119,39
9,5	24,33	124,67	23,54	125,25
10,5	25,50	128,69	25,21	129,07
11,5	29,71	135,54	27,20	132,46
12,5	33,26	141,41	29,88	137,27
13,5	37,77	145,39	33,25	143,15
14,5	40,45	147,21	36,04	149,79
15,5	45,60	151,75	41,40	154,54
16,5	47,78	152,86	33,25	158,38
17,5	52,06	154,08	51,26	161,97
18,5			52,53	165,18

Tableau 10 : Poids moyen (kg), taille moyenne (cm) des filles et des garçons algériens, selon l'âge et le sexe [Graba, 1984]

Classe d'âge (ans)	Filles		Garçons	
	Poids	Taille	Poids	Taille
6,5	17,5	108	17,9	109
7,5	19,5	114	20,0	115
8,5	21,3	119	21,9	120
9,5	23,6	124	23,9	124
10,5	25,8	128	26,2	129
11,5	28,5	133	28,2	133
12,5	33,2	138	31,4	137
13,5	37,4	144	35,5	143
14,5	42,1	148	38,2	147
15,5	46,8	151	42,9	152
16,5	48,8	151	46,8	156
17,5	51,9	153	51,5	161
18,5	52,7	153	53,4	163

Tableau 11 : Poids moyen (kg), taille moyenne (cm) des filles et des garçons algériens, selon l'âge et le sexe [Dekkar, 1986]

Classe d'âge (ans)	Filles		Garçons	
	Poids	Taille	Poids	Taille
6,5	19,55	112,44	20,15	113,55
7,5	21,55	117,99	22,08	118,65
8,5	24,18	123,17	24,4	124,15
9,5	25,92	127,05	26,45	128,53
10,5	29,84	134,19	29,24	133,81
11,5	33,13	138,71	31,84	137,75
12,5	37,43	145,12	29,24	143,28
13,5	42,97	150,3	38,01	147,66
14,5	46,94	153,61	43,83	154,99
15,5	50,26	155,76	48,62	160,48
16,5	52,58	156,84	53,39	165,66
17,5	52,57	156,93	56,26	168,52
18,5	54,64	157,46	58,35	170,61

Tableau 12 : IMC ( $\text{kg/m}^2$ ) des filles et des garçons de la ville de Constantine, selon l'âge et le sexe [Benmohammed, 2009]

Age (ans)	Filles	Garçons
12	19,202	18,967
13	20,379	19,077
14	21,362	19,568
15	21,881	20,142
16	21,59	20,398
17	21,299	20,481
18	22,003	20,776

Tableau 13 : Poids (kg), taille (cm), IMC (kg/m<sup>2</sup>) des filles et des garçons du secteur urbain El Kantara (W. Constantine), selon l'âge et le sexe [Boudjada, 2010]

Age (ans)	Filles			Garçons		
	Poids	Taille	IMC	Poids	Taille	IMC
6	20,315	115,4	15,206	20,632	115,8	15,328
5	22,115	122,3	14,375	22,457	121,1	15,352
8	24,636	127,9	15,028	25,534	127,4	15,636
9	28,328	133,8	15,722	28,125	131,8	16,105
10	31,200	139,3	15,995	30,862	137	16,357
11	39,915	140,4	15,908	34,589	141,9	17,054
12	38,000	143,4	17,131	37,005	146	17,253
13	44,304	153,6	18,688	41,244	151,6	17,771
14	48,094	157,1	19,431	46,551	158,5	18,393
15	51,568	159,1	20,349	51,029	163,2	19,035
16	53,722	161,2	20,622	54,916	167,6	19,417
17	54,495	161,1	22,041	57,194	168,7	20,029

## **Annexe 2 : Méthode d'estimation de la population scolarisable de la commune de Constantine en 2007**

L'estimation de la population scolarisable selon l'âge et le sexe dans la commune de Constantine en 2007 nécessite les données suivantes :

- Population de la wilaya en 2008 (Pop W 2008) ;
- Population de la commune en 2008 (Pop C 2008) ;
- Population de la commune en 2007 (Pop C 2007)
- Effectifs à âge donné (par sexe) pour la wilaya en 2007 ( $\text{Eff}_{\text{âges}} \text{W}2007$ ).

Les deux premières données sont obtenues à partir des résultats du 5<sup>ème</sup> RGHP (ONS, 2008).

La population de la commune en 2007 est calculée en utilisant la formule suivante :

$$\text{Pop C 2007} = (\text{Pop W 2007} * \text{Pop C 2008}) / \text{Pop W 2008}$$

La quatrième donnée est prise à partir de la projection de l'ONS (ONS, Projection 2000 – 2030). Il s'agit des effectifs des filles et des garçons scolarisables dans la wilaya de Constantine en 2007.

La formule utilisée pour le calcul de des effectifs par âge (6 à 18 ans) et un sexe donné, pour l'année 2007 au niveau de la commune, est la suivante :

$$\text{Eff}_{\text{âges}} \text{C}2007 = (\text{Eff}_{\text{âges}} \text{W}2007 * \text{Pop C 2007}) / \text{Pop W 2007}$$

### **Exemple 1 : Calcul de la population de la commune Constantine en 2007**

$$\text{Pop W 2007} = 913\ 340 \text{ habitants}$$

$$\text{Pop W 2008} = 916\ 195 \text{ habitants}$$

$$\text{Pop C 2008} = 448\ 374 \text{ habitants}$$

$$\text{Pop C 2007} = (913\ 340 * 448\ 374) / 916\ 195 = \mathbf{446\ 977 \text{ habitant}}$$

### **Exemple 2 : Estimation de l'effectif des filles âgées de 6 ans dans la commune en 2007**

$$\text{Eff}_{6\text{ans}} \text{W}2007 = 7\ 022 \text{ filles}$$

$$\text{Pop C 2007} = 446\ 977 \text{ habitants}$$

$$\text{Pop W 2007} = 913\ 340 \text{ habitants}$$

$$\text{Eff}_{6\text{ans}} \text{C}2007 = (7\ 022 * 446\ 977) / 913\ 340 = \mathbf{3\ 436 \text{ filles}}$$

### **Annexe 3 : Monographie de Constantine**

La wilaya de Constantine se situe entre 800 m et 1 200 m d'altitude [ANDI, 2013]. Le climat est semi-aride au sud de la wilaya et présente des amplitudes thermiques très variées. Dans les hautes plaines, le climat est continental. Les températures varient par saison et par jour. La moyenne mensuelle des températures des minima est de 2,9°C et celle des maxima est de 32,8°C. Les vents marins adoucissent la région et lui apportent des pluies. La wilaya reçoit au moins 250 mm d'eau par an sur tout son territoire. Toutefois, ces pluies ne sont pas réparties de façon homogène sur toute la période pluviale [DPAT, 2008].

La wilaya est composée de 12 communes dont celle de Constantine [ONS, 2009]. D'après le décret exécutif de 1991 du journal officiel de la république algérienne démocratique et populaire [JORADP, 1991], cette commune est subdivisée en 10 secteurs urbains : El Kantara, Ziadia, Sidi Mabrouk, El Gamas, Muriers, Belle vue, 5 juillet, Salah Boudraa, Abdelmalek Kitouni, Sidi Rached. Sa superficie représente 8 % (183 km<sup>2</sup>) de la surface totale de la wilaya [DPAT, 2008].

La population de la commune a un taux d'activité de 46,3 %, l'un des plus élevés de la wilaya [ONS, 2009] et du pays [ONS, 2008]. Le taux de raccordement en eau potable, électricité et gaz sont respectivement de 88%, 96,2 % et 71 % [DPAT, 2008].

En 2007, la commune à elle seule, disposait de 7 hôpitaux dont un centre hospitalo-universitaire, 15 polycliniques, 10 centres de santé, une salle de soins et 3 centres de protection maternelle et infantile ou PMI [DPAT, 2008].

Selon les estimations du 5<sup>ème</sup> Recensement de la Population et de l'Habitat (RGPH) de 2008 réalisé entre le 16 et 30 avril 2008, la population de la wilaya de Constantine est de 916 195 habitants dont 448 374 résidents dans la commune de Constantine [ONS, 2008]. La population de la commune dont l'âge varie de 5 à 19 ans, était de 111 877. Elle représentait, en 2008, 44,3 % de la population de la wilaya [ONS, 2008]. La répartition générale par sexe traduit une distribution presque équilibrée entre la population masculine avec un pourcentage de 49,7 % et la population féminine avec 50,3 % [ONS, 2009].

La population scolarisable de la commune dont l'âge varie de 6 à 15 ans est de 70 432 [ONS, 2009].

Le nombre d'établissements primaire à l'échelle de la wilaya, en 2007, a été de 360. Celui des collèges et lycées a été respectivement de 108 et 35. Plus de la moitié des établissements moyens et secondaires sont localisés dans la commune de Constantine (51,9 % et 54,6 % respectivement). Et plus de 44 % des élèves de la wilaya de Constantine fréquentent les établissements de la commune (Guide scolaire, Direction de l'Education Nationale. W. de Constantine, 2008).



**ANDI** (Agence Nationale du développement de l'Investissement), Wilaya de Constantine, 2013  
<http://www.andi.dz/PDF/monographies/Constantine.pdf>, consulté le 12/2011

**DPAT** (Direction de la Planification et de l'Aménagement du Territoire), Monographie 2007 de la wilaya de Constantine – Constantine par les chiffres, 2008: 75p.

**JORADP** (Journal Officiel de la République Algérienne Démocratique et Populaire), Décret exécutive N° 91-536 du 25 décembre 1991 portant création des secteurs urbains dans les communes d'Oran et de Constantine, 1991

**ONS**, 5<sup>ème</sup> Recensement Général de la Population et de l'Habitat, Données statistiques de la wilaya de Constantine – Principaux résultats de l'exploitation exhaustive, N°527/25, 2009 : 15p.

**ONS**, RGPH 2008/ Les principaux résultats du sondage au 1/10<sup>ème</sup>, Collections statistiques n°142/2008, ONS Alger, 2008 : 200p.

Annexe 4 : Autorisation d'accès aux établissements scolaires

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
وزارة التربية الوطنية

ولاية قسنطينة  
مديرية التربية  
مصلحة المالية والوسائل  
مكتب النشاط الاجتماعي والصحة  
المدرسية و المنح  
رقم 258 /2007/

قسنطينة، في 05 نوفمبر 2007  
من  
السيد/ مدير التربية  
إلى  
السيد/ مدير معهد التغذية و التغذي  
و التكنولوجيا الفلاحية و الغذائية  
- قسنطينة -

الموضوع/ - فيما يخص ترخيص بزيارة إلى المؤسسات  
التربوية.  
المرجع/ - إرسالكم بتاريخ 01 أكتوبر 2007.

تبعاً لإرسالكم المشار إليه في المرجع المذكور أعلاه،

يشرفني أن أرخص لئلاسة بحشاشي نورة أستاذة بمعهد التغذية و التغذي  
و التكنولوجيا الفلاحية بزيارة للقيام بفحوصات للتلاميذ بالمؤسسات التربوية  
و ذلك وفقاً للبرنامج و هذا خلال السنة الدراسية 2007/2008.

مدير التربية

أ. أ. ق. ل.



*(Handwritten signature)*

- نسخة موجهة إلى:  
- السادة رؤساء المؤسسات  
" للتطبيق "

## Annexe 5 : Listes des établissements scolaires des trois paliers (Constantine, 2007)

Tableau 1 : Liste des établissements primaires (Année scolaire 2006/2007)

Numéro	Etablissement	Adresse
1	El Moutanabi	Cité Ziadia
2	BOUMEZBER Omar	Cité SAADA khelkhal
3	BEN LOUNICI Hamdane	Cité Ziadia
4	DJEDOU Rabeh	Cité Ziadia
5	KETAB Elbahi	Cité 11décembre, Djebel El Ouahche
6	HENACHE Rabeh	Cité Elouiam, Serkina
7	MEZIANI Mouhamed	Cité Elouiam, Serkina
8	ZOUATINE Ali	Djebel El Ouahche
9	Abou Baker Assedik	Djebel El Ouahche
10	SERRADJ Moustafa,	Ferme BOUKHELKHAL Saïd
11	CHAARAOUI Houcine	Tafrent, Djebel El Ouahche
12	Elchaïkh Ahmed Houcine	Sakiet Sidi Youcef
13	BEN AYACHE Omar	Sakiet Sidi Youcef
14	Ali Ibn Abi Taleb	Sakiet Sidi Youcef
15	LOUCIF Fatima	8, Cité Mouhamed LOUCIF
16	DJEMAOUNI Saleh,	7, Cité Mouhamed LOUCIF
17	PASTEUR	3, Rue SUISSI Saïd
18	SAOULI El Cherif	2, Rue SUISSI Saïd
19	E Khaldounia	22, Rue frères BOUMAAZA
20	ELCHARIFIA	28 rue CHIHANI Bachir, Cité amir Abd El Kader
21	IBN EL FAREDH	Cité amir Abd El Kader
22	Saïda Hadjer	n°2, CHIHANI Bachir, Cité amir Abd El Kader
23	Mouloud FIRAAOUN	1 rue amir Abd El Kader
24	YAHYAOUI Ramdhan	Pièrre CURIE,Cité amir Abd El Kader
25	IBN TOFAYL	Cité amir Abd El Kader
26	GHIMOUZE Roukaïa	2 rue Pièrre CURIE,Cité amir Abd El Kader
27	Ahmed BOUCHEMAL	10, Rue BEN DJELLOUL
28	GRINE Khadidja	Cité ABABSA Taher
29	Med EL MOUKRANI	Cité ABABSA Taher
30	Amir Abd El Kader	Rue HARKATI Ramdhan
31	Frères LACHETERE	22, HARCHI Sliman
32	ELDJAHID	Cité MENTOURI Cherif
33	Halima ESSAADIA	Cité MENTOURI Cherif
34	BOUBLATE Saleh	Cité Hadj Ahmed Bey
35	EL BEYROUNI,	Cité des officiers El Mansourah
36	El Chahid Hamza	5, Rue KIMOUCHE Med El Mansourah
37	ABDELHAK ABD ELMADJID	Cité DAKSI Abd Esselam
38	Med El Aïd ELKHALIFA	Frères ABBES
39	GUIMOUCHE Messaoud	Frères ABBES
40	ARBAT Mouhamed	Frères ABBES
41	Ahmed BOUSSOUF	Frères ABBES
42	MAALEM Saleh	Cité DAKSI Abd Esselam
43	Abou Oubayda Benou El Djarrah	Cité DAKSI Abd Esselam
44	HACHEMI Med Saleh	Cité DAKSI Abd Esselam
45	Rabaa ELADAOUIA	Frères ABBES
46	Ibn Sina	4ème km, route de Batna
47	Abou ElKacem EL CHABI	4ème km,
48	Mouhamed BOUGUETAYA,	800 Logements
49	BABOURI Atika	Cité El Gammas
50	Les trois frères MALKI	Cité El Gammas

51	Assed Ben ElFourat	Cité El Gammas
52	MAHDJOUB ElAyfa	Cité El Gammas
53	BOUHBEL Saleh	800 Logements
54	MENIE Abd El Karim	Cité El Riad
55	KHANFERI Amar	Cité El Riad
56	SISSAOUI Ahmed	Route de Batna, Cité SISSAOUI
57	KHERAB Abd ElMadjid	Cité SISSAOUI Ahmed
58	BOURSAS Nouar	Cité des pins, Bentellis
59	ELMESSAOUDI	Cité des pins, Bentellis
60	EIKhaouarizmi	Cité des peupliers
61	Chadjarat Eddour	Cité cousins BOULBAHRI
62	ANNABI Mebarek	Cité des mûriers
63	Ibn Djoubayr	Cité cousins BOULBAHRI
64	Frères FARAD	Cité frères FARAD
65	ARAF A Abd Ellah	Ferme BENLATRECHE
66	HAMMANI Amar	Cité KHAZNADAR A. Errahman, Route Aïn El Bey
67	ADOUI Bachir	Cité BOUAMAMA Ahmed
68	KERIS Belkacem	Cité 1100 logements,
69	ARAF A Mouhamed	Cité 500 logements, ZOUAGHI Slimane
70	FILALI Moukhetar,	Cité LEFGOUNE, Oued Yaagoub, El Djedour
71	Capitaine LAKHDER A, ElMoumen	Ferme des 3 martyres
72	Taher FILALI	Cité Chaab Ersas
73	EL OUIDJHANI Ali	5ème km, Route de Batna
74	BOUDJABIR Hacene	Cité Boumerzoug
75	DJEBAR Ahmed	ONAMA, 5ème km, Route Batna
76	MOUKLATI EL OUKI Ibrahim	Cité Boumerzoug
77	Edakhel Abd Errahman	Cité KOUHIL Lakhdar
78	ELBEDJAOUI Abd ElKader	Cité BIDI Louiza
79	BEN NOUSSAIR Moussa	Rue DEMEK Med Saleh
80	KHEMISTI Mouhamed ,	Cité DJOUAD Taher
81	Soukaïna	Rue Dr KALAMATE
82	Si Mouhamed BOUGUERRA	Cité fadila SAADANE
83	Hacene BEN ENNOUAMANE	Cité Fadila SAADANE
84	Moussa CHAABANE	Cité BENZEKRI
85	ZERDANI Belkacem	Cité BENBOULAI D
86	KADI Boubaker	Cité KACI Boubaker
87	TAHA Houciene	BEN AZZOUZ Moustafa
88	SAADANE Meriem	Frères BENSAL EH
89	DJA A FER Mouhamed	Rue Frères BENRABEH
90	KHALFA Ramdhan	Cité Kadour BOUMEDOUS
91	CHAABANE Bachir	Cité Kadour BOUMEDOUS
92	IBN ZAYDOUN	CHIGIVARA
93	Cousins BOUHBILA,	Cité 5 juillet 1962
94	ZIGHED Ismaïl	Cité BOUSSOUF
95	AISSOUS Rabeh	Cité BOUSSOUF (1ère tranche)
96	RIGHA Saleh	Cité BOUSSOUF
97	TENIOU AbdEllah	Cité BOUSSOUF
98	ELAI DI Khelifa	HADDAD Mahmoud Cité BOUSSOUF
99	AZABI Essaid	Cité BOUSSOUF
100	BOUSSOUF Abd El Hafid	1ère tranche
101	DJIDJLI Farhat	Cité frères ARAFA (Zaoueche)
102	BOUDIAF AbdEllah ,	Cité frères ARAFA (Zaoueche)
103	Cousins CHERRAK	Cité el fedj Aïn El Bey

104	IBN BATOUTA	Cité BOUDRAA Saleh
105	TALBI Messaoud	Cité BOUDRAA Saleh
106	ELIDRISSI	Cité BOUDRAA Saleh
107	EL OUARTILANI Foudhil	Cité BOUDRAA Saleh
108	CHAOUECHE TIARA El Sedik	Cité BOUDRAA Saleh Cité El Bir
109	KECHID Abd El Madjid	Cité El Bir
110	ELBOUSSAÏRI	Cité des martyres
111	IBN RACHIK	Cité des martyres
112	Frères TALHA	Cité des martyres
113	Frères BOUDJERDA	Cité Saleh Bey
114	MOULAY Mouhamed	CHETTABA
115	LAAROUSSI Rahem	Cité BEN CHERGUI
116	TOUATI Mouhamed	Cité BEN CHERGUI
117	REBAI Aissa	Pont BOUBARBARA Rabia El Menia
118	El tarbia ouataalim	17, Rue BENBADIS,
119	HADDAD Akila	30, Rue BEN M'HIDI Laarbi
120	IBN TOUMERTE	16, Rue BEN M'HIDI Laarbi
121	BEN EL ABED Mouloud	3, Rue SALLAHI Taher
122	ELGHAZALI	3, Rue SOUIDANI Boudjema
123	Youm El Ilm 16avril	3, Rue El kouds
124	Amina Bent Ouahb	Place 12 mai 1956
125	El Bint El Mouslima	34, Rue 19 mai 1956
126	BEN BADDIS Abd Elhamid	34, Rue TATACHE Belkacem
127	BEN SI HAMD Ibrahîm	Rue de Roumanie
128	MEDEGHRI Mohamed	4, Rue RAHMANI Achour
129	Oukba Bnou Nafaa	101, Rue RAHMANI Achour
130	HAMD I Aldjia	Rue RAHMANI Achour
131	METATLA Taher	Rue RAHMANI Achour
132	Mouhamed EL GHASSIRI	Rue KIMOUCHE Abd El Hamid
133	Asma Bent Abi Bakr Essedik	Rue KHAYAT Abd Essalem
134	Tarek BENZIAD	40, Rue KITOUNI Abd El Malek
135	Les frères BOUDJERAYOU	22, Messaoud BOUDJERAYOU
136	BELKHEL Nafissa	Rue de l'indépendance Elkoudia
137	OUAHAB Bachir	Rue des maquisards (El thouar)
138	ADOUANI Aldjia	20 août 1955
139	DAOUDI Slimane	20 août 1955
140	IBN EL CHAIB Houcine	Cité Sidi M'sid

Tableau 2 : Liste des établissements moyens (Année scolaire 2006/2007)

Numéro	Etablissement	Adresse
1	MOUFDI Zakaria	Route Djebel El Ouahche
2	CEM nouveau de Djebel El Ouahche	Cité 11 décembre 1960
3	FRANCE FANON	Cité Ziadia
4	CEM nouveau SERKINA	Cité SERKINA
5	ELMAMOUN	Cité LOUCIF
6	MENTOURI Med Cherif	Rue BELAYEB med
7	Salah Eddine ELAYOUBI	17, Rue ABBAD Youcef
8	ELKHALDOUNIA	MADAOUI Boudjema
9	Abd el hamid BEN BADIS	Cité El Amir Abd Elkader
10	AYCHA	5, Rue ABABSA Taher
11	Ali BOUMENDJEL	Rue ARIS Miloud
12	KHOUALDIA Saleh	EL MANSOURAH
13	HAMOUDI Saïd	17, Rue HARCHI Sliman
14	Allaoua BENBAATOUICHE	EL MANSOURAH
15	Essadek HAMANI	Frères ABBES
16	El Mekki BEN YAHIA	Frères ABBES
17	Frères BOUSSALEM	Cité DAKSI
18	IBN ZAYDOUN	Cité DAKSI
19	Khaled IBN ELOUALID	Cité DAKSI
20	KATEB Abd El Hamid	Cité El Riad
21	Mouhamed BOUMAAZA	Cité ElGammas
22	CEM nouveau	Cité ElGammas
23	IBN SINA	4ème km, route El Gammas
24	BENYEZAR Ibrahim	4ème km, Route de Batna
25	Ahmed SISSAOUI	Cité SISSAOUI
26	MAAZOUZI Ibrahim	Les mûriers
27	Djamel Eddine ELAFGHANI	Cité Bentellis
28	BOUMERZOUG,	Cité BOUMERZOUG
29	SOUIDANI Boudjema ,	Frères FARAD
30	CEM nouveau ZOUAGHI	Cité ZOUAGHI
31	ABDELMOUMEN	Cité KADI Boubaker
32	Mouhamed ABDOU,	Cité 20 août 1955
33	Fadila SAADANE	Cité fadila SAADANE
34	Hacene BOURGHOUD	7, Rue LOUMINIA
35	BIDI Louiza	Cité BIDI Louisa
36	KOUHIL Lakhder	Cité KOUHIL Lakhder
37	IBN ABD ELMALEK	Rue FERDI Ibrahim et BENDJELIT Kamel
38	BOUGHABA Roukaia	Rue HAMROUCHE Bachir
39	BOUSSOUF Abd El Hafid	Cité BOUSSOUF
40	Moussa CHAABANE	Rue HADDAD Mahmoud Cité BOUSSOUF
41	BENKHALDOUN	5 juillet 1962

<b>42</b>	El Fedj	Cité Aïn El Bey
<b>43</b>	CEM cité Zaoueche	Cité frères ARAFA (Zaoueche)
<b>44</b>	BOUDRAA Saleh	Cité des martyrs
<b>45</b>	ABOUD Khayder	Cité des martyrs
<b>46</b>	nouveau CEM ElBir ,	cité BOUDRAA Saleh
<b>47</b>	CEM cité ElMenchar	Cité des martyrs
<b>48</b>	Ahmed OUROUA	Cité cousins SAIDI BEN CHERGUI
<b>49</b>	Mouhamed EZZAHI	PlaceRabeh BELLOUCIF
<b>50</b>	OUELD Ali	Place Sidi Djelis
<b>51</b>	ELKETANIA	54 Rue Si AbdEllah BOUHROUM
<b>52</b>	CEM tarbia ouataalim	Rue Si AbdEllah BOUHROUM
<b>53</b>	Fatima Ezzahra	3, Rue Si El Haoues
<b>54</b>	Khadidja Oum El Mouminine	Rue SELLAMI Sliman Elkoudia
<b>55</b>	Omar BEN ELKHATAB,	Rue RAHMANI Achour,
<b>56</b>	IBN BATOUTA	Cité Sidi M'sid

Tableau 3 : Liste des établissements secondaires (Année scolaire 2006/2007)

Numéro	Etablissement	Adresse
1	Lycée Ziadia	Cité ZIADIA
2	Lycée Djebel El Ouahch	Cité Djebel El Ouahch
3	DJIDJLI	28, Rue frères beskri
4	Technicum Ziadia	Route de Djebel El Ouahch
5	HIHI El Meki	38, Rue frères KHAZNADAR
6	KHAZNADAR Toufik,	49, Rue MADAOUI Boudjemaâ,
7	ZIGHOUD Youcef	Plateau Mansourah
8	Tarek BEN ZIAD	Plateau Mansourah
9	Ahmed Bey	Plateau Mansourah
10	BOUSHABA Ali,	N°2, Cité Ali BESBES
11	Saadi Taher HARATH	Cité DAKSI
12	BENBOUELAID	4ème km, Route de Batna,
13	Technicum El Gammas	Cité El GAMMAS
14	AIN EL BEY	Cité Moustafa BOUDJERIOU, 1 100 logements
15	Abd El Hamid BEN BADIS	Cité kadour BOUMEDDOUS
16	IBNTAÏMIA	Rue BEN AZZOUC
17	AbdElHafid BOUSSOUF	Cité BOUSSOUF
18	Malek HEDDAD	Cité BOUSSOUF
19	Hacene BOUDJENANA	Cité BOUDJENANA
20	TECH ZAOUECHE	Cité frères ARAFA
21	YOUGHOURTA	13, Boulevard de l'indépendance
22	EL HOURRIA	6, Boulevard de l'indépendance
23	MERIEM & FADILA SAADANE	KIKAYA Amar,
24	Tayeb EL OUKBI	Cité RAHMANI Achour
25	Soumia	Place ELADJABI,
26	HOUHOU Ridha	19 juin 1956



## Annexe 6 : Fiche des mesures anthropométriques

ALNUTS – INATAA

Enquête auprès des enfants et des adolescents scolarisés 2007/2008

<p>1 Date de l'enquête: / ___ / ___ / ___ /</p> <p>2- Classe pédagogique : .....</p> <p>3- N° de l'élève : / ___ / ___ /</p> <p>4- Nom et prénom de l'élève : .....</p> <p>5- Date de naissance: / ___ / ___ / ___ /  <div style="display: flex; justify-content: space-around; font-size: small;"> <span>Jour</span> <span>Mois</span> <span>Année</span> </div> </p> <p>6- Sexe: <input type="checkbox"/> (Féminin = F    Masculin = M)</p> <p>7- Poids (kg): / ___ / ___ / ___ /, / ___ / ___ /</p> <p>8- Taille (cm) : / ___ / ___ / ___ /, / ___ /</p> <p>9- Remarques : .....</p>	<p>Enquêteur : .....</p> <p>UDS : .....</p> <p>Etablissement : .....</p> <p>1 Date Enq   ___   ___   ___  </p> <p>2 Classe Péd   ___   ___   ___  </p> <p>3 N Elève   ___   ___  </p> <p>4 Nom Prén   ___   ___     ___   ___  </p> <p>5 Date Nais   ___   ___   ___  </p> <p>6 Sex <input type="checkbox"/></p> <p>7 Poids (kg)   ___   ___   ___  ,   ___   ___  </p> <p>8 Taille (cm)   ___   ___   ___  ,   ___  </p>
---	---

## Annexe 7 : Résumé de la méthodologie de quelques articles sur la construction de courbes de croissance

REFERENCE	METHODOLOGIE
BEGHIN D., WACHHOLDER A., TRABELSI M., CANTRAINE F., La taille et le poids des écoliers du Cap Bon (Tunisie), Ann. Soc. Belge Méd. Trop., 55, 1975 : 341-58	<p><b>Méthode</b> : transversale</p> <p><b>Population et technique d'échantillonnage</b> : 5 610 élèves (3 074 garçons et 2 536 filles) âgés de 6 à 18 ans fréquentant les établissements d'enseignement primaire et secondaire. Selon les auteurs, la population étudiée est considérée appartenant un groupe social favorisé et homogène, le taux de scolarisation est élevé</p> <p><b>Paramètres</b> : Age, poids, taille</p> <p><u>Age</u> : est arrondi à l'anniversaire le plus proche ;</p> <p><u>Poids</u> : à l'aide d'une bascule de type Unicef. Pesée avec sous-vêtement léger. Le poids obtenu est arrondi à l'hectogramme inférieur ;</p> <p><u>Taille</u> : lecture arrondie au cm le plus proche.</p> <p><b>Calculs</b> : moyenne, déviation standard et percentiles</p>
PAPOZ L., ACHOUR N., HENRY-AMARM., BEN KHLIFA F., ESCHWEGE E., BEN AYED H., Etude transversale de la croissance entre 3 et 20 ans dans la population de Tunis, Rev. Epidém. et Santé Publ, 31, 1983 : 1-10	<p><b>Méthode</b> : transversale</p> <p><b>Population et technique d'échantillonnage</b> : tirage au sort en grappes à trois degrés au 1/100 de la population du gouvernorat de Tunis. Tirage au sort d'un district sur cinq et l'intérieur de chaque district, un logement sur deux. Au total, 3 829 sujets ont été mesurés (1 889 garçons et 1 940 filles) âgés de 3 à 20 ans.</p> <p><b>Paramètres</b> : poids, taille, plis cutanés (tricipital, subscapulaire)</p> <p><u>Age</u> : âge chronologique calculé en années révolues, par différence entre la date de visite et la date de naissance;</p> <p><u>Poids</u> : à l'aide d'une balance portative de type pèse-personne, la valeur est exprimée en kg ;</p> <p><u>Taille</u> : mesurée en cm à l'aide d'un double mètre pliable.</p> <p><u>Plis cutanés</u> : mesurés en dixièmes de millimètres à l'aide d'un compas de type Harpenden Skinfold Caliper</p> <p><b>Calculs</b> : percentiles et lissage par la méthode des moyennes mobiles sur 3 points.</p>
VERCAUTEREN M., Evolution séculaire et normes de croissance chez les enfants belges, Bull. Soc. Roy belge Anthropol. Préhist, 95, 1984 : 109-23	<p><b>Méthode</b> : transversale</p> <p><b>Population et technique d'échantillonnage</b> : 4 177 sujets (2 084 filles et 2 093 garçons) âgés de 3 à 25 ans de nationalité belge et résidant la ville de Bruxelles. Cette population fréquente les jardins d'enfants, les écoles d'enseignement primaire, les collèges, les lycées, les écoles normales et écoles professionnelles.</p> <p>Questionnaire remis aux sujets : niveau de scolarité et activité professionnelle des parents</p> <p><b>Paramètres</b> : Age, poids, taille</p> <p>Les sujets ont été regroupés en classes d'âge de 1 année</p> <p><b>Calculs</b> : moyenne et écart type par variable.</p>
ZOPPI G., BRESSAN F., LUCIANO A., Height and weight reference chart for children aged 2-18 years from Verona, Italy, European Journal of Clinical Nutrition, 50, 1996: 462-8	<p><b>Méthode</b> : transversale</p> <p><b>Population et technique d'échantillonnage</b> : 40 879 sujets (20 534 filles et 20 349 garçons) âgés de 2 à 18 ans, population fréquentant tous les établissements primaires et secondaires de la région de Verona.</p> <p>Questionnaire remis aux sujets : niveau de scolarisation et profession des parents</p> <p><b>Paramètres</b> : Age, poids, taille,</p> <p>Age : exprimé en mois et calculé par différence entre la date de mesure et la date de naissance</p> <p><b>Calculs</b> : Valeurs correspondantes aux différents centiles ont été obtenues par groupe d'âge et sexe par l'utilisation de la méthode LMS.</p>
VIGNEROVA J., LHOTSKA L., BLAHA P., ROTH Z., Growth of the czech child population 0-18 years compared to the world health organisation growth reference, AMERICAN JOURNAL OF HUMAN BIOLOGY, 9, 1997 : 459-68	<p><b>Méthode</b> : transversale</p> <p><b>Population et technique d'échantillonnage</b> : pour chaque âge, 300 à 400 sujets par sexe ont été mesurés. Un total de 86 846 enfants (42 852 garçons et 43 994 filles) a été mesuré ce qui correspond approximativement à 3 % de la population d'enfants.</p> <p>Statut socioéconomique : niveau d'éducation des parents.</p>

	<p><b>Paramètres :</b></p> <p><u>Age</u> : la première année, des intervalles en mois. La deuxième année par des intervalles de 3 mois. De 2 à 4 ans, des intervalles de 6 mois. Puis des intervalles d'une année ;</p> <p><u>Poids</u> : précision des mesures de 0,1 kg ;</p> <p><u>Taille</u> : précision des mesures de 0,1 cm.</p> <p><b>Calculs</b> : données analysées par utilisation de Epi-info.</p>
<p>RAVANSHAD Sh., SETOUDEH-MARAM E., TABATABAEE S. H. R., Physical growth of 6-18 years old school children in relation to the national center for health statistics standard in Shiraz, Iran, Irn J Med Sci, 23, 3 et 4, 1998 : 85-8</p>	<p><b>Méthode</b> : transversale</p> <p><b>Population et technique d'échantillonnage</b> : 3 534 élèves en bonne santé (2 037 garçons et 1 497 filles) représentant 2,5 % de la population scolarisée. Echantillonnage par tirage au sort en grappe à plusieurs degrés dans quatre régions à Shiraz</p> <p><b>Paramètres</b> : Toutes les mesures ont été prises en utilisant la procédure décrite par <b>Jelliffe (1966)</b></p> <p><u>Age</u> : calculé aux 6 mois près à partir des dossiers des élèves.</p> <p><b>Calculs</b> : réalisés par SPSS. Epi-inf version 5 a été utilisé pour calculer les centiles.</p>
<p>AL SHARBATI M. M., YOUNAN A. A., SUDANI O., H., Growth pattern or primary schoolchildren in Benghazi, Libya, SQU Journal for Scientific Research: Medical Sciences, 1, 2001: 45-9</p>	<p><b>Méthode</b> : transversale</p> <p><b>Population et technique d'échantillonnage</b> : 2 022 élèves (1 160 garçons et 862 filles) âgés de 6 à 12 ans.</p> <p>Les établissements primaires étatiques dans trois régions à différent niveau socioéconomique dans la ville de Benghazi ont été listés. Les établissements privés ont été exclus de l'étude. Un seul établissement dans chaque région a été tiré au sort. 3 à 4 classes ont été examinées par grade et par établissement.</p> <p>Questionnaire : date de naissance de l'élève, niveau d'éducation des parents et leurs professions, taille de la famille.</p> <p><b>Paramètres</b> : poids, taille</p> <p><u>Poids</u> : mesuré aux 100 g près.</p> <p><u>Taille</u> : à l'aide d'une règle fixée au mur, mesurée au 0.1cm près.</p> <p><b>Calculs</b> : Les données ont été analysées par Harvard Graphics.</p>
<p>AMINORROAYA A., AMINI M., MOSAVI A. F., SANAAT Z., Increased heights weights of Isfahani female children and adolescents in Iran, Journal of Tropical Pediatrics, Dec, 48, 2002 : 377-9</p>	<p><b>Méthode</b> : transversale</p> <p><b>Population et technique d'échantillonnage</b> : 4 638 élèves sur un total de 200 000 élèves de sexe féminin âgés de 6 à 18 ans. Echantillonnage par sondage par grappe.</p> <p><b>Paramètres</b> : poids, taille, âge</p> <p><b>Calculs</b> : Percentiles déterminés par SPSS</p>
<p>AMINORROAYA A., AMINI M., NAGHDI H., ZADEH A.H., Growth chart of heights and weights of male children and adolescents of Isfahan, Iran, J Health Popul Nutr, Dec, 2003 : 3441-6</p>	<p><b>Méthode</b> : transversale</p> <p><b>Population et technique d'échantillonnage</b> : 4 364 élèves sur un total de 200 000 élèves de sexe masculin âgés de 6 à 18 ans dans la capitale. La taille de l'échantillon a été déterminée selon la formule <math>n = Z^2 S^2 / d^2</math> (Z = 1.96, d = 1cm, S = déviation standard des tailles des garçons)</p> <p><b>Paramètres</b> : âge, poids, taille</p> <p><u>Age</u> : copié à partir des cartes d'identité des élèves</p> <p>Classe 6 ans : jusqu'à 6 ans 11 mois et 29 jours ;</p> <p>Classe 7 ans : jusqu'à 7 ans 11 mois et 29 jours</p> <p><u>Poids</u> : Résultat arrondi au 1 kg près (si 24.4kg alors mettre 24 kg, si 24.8kg alors mettre 25kg)</p> <p><u>Taille</u> : Résultat arrondi au 1cm près</p> <p><b>Calculs</b> : courbes poids, taille, IMC en percentiles calculés par SPSS.</p>
<p>HUANG YC., WU JY., YANG MJ. O., Weight for height reference and the prevalence of obesity for school children and adolescents in Taiwan and Fuchien areas, J Chin Med Assoc, 66, 2003 : 598-605</p>	<p><b>Méthode</b> : transversale</p> <p><b>Population et technique d'échantillonnage</b> : Tous les établissements d'enseignement ont été listés par village et par ville, puis ont été répartis en 3 niveaux : primaires, secondaires, supérieures et professionnelles. Echantillonnage par sondage stratifié à deux degrés : choix des établissements puis des classes pédagogiques. Cette méthode a inclus 86 967 sujets (44 133 garçons et 42 834 filles) âgés de 6,5 à 18,5 ans, représentant 2,4 % de la population à étudier.</p> <p><b>Paramètres</b> : Age, poids, taille,</p> <p><u>Age</u> : Classe des 6,5 ans : représentée par 6,25 et 6,74 ans ;</p> <p><b>Calculs</b> : les 3<sup>ème</sup>, 10<sup>ème</sup>, 25<sup>ème</sup>, 50<sup>ème</sup>, 75<sup>ème</sup>, 90<sup>ème</sup> et 97<sup>ème</sup> percentiles.</p>

<p>KAMAL S. A., FIRDOUS S., ALAM S. J., An investigation of the growth profiles of pakistani children, INT. J. BIOTECH., 1, 2004 : 709-17</p>	<p><b>Méthode</b> : transversale  <b>Population et technique d'échantillonnage</b> : élèves des établissements préparatoires et primaires âgés de 4 à 11 ans et ne présentant pas de complication avant la naissance et durant le sevrage. Des données sur le niveau d'éducation et la profession des parents ainsi que sur la taille de la famille ont été collectées. L'échantillon est considéré, par les auteurs, comme représentatif de tous les secteurs et provinces et représentatif de tous les groupes socioéconomiques.  <b>Paramètres</b> : poids, taille debout, taille assise, tour bicipital, largeur des épaules. Mesures réalisées le matin au niveau de l'école (selon les auteurs, les enfants sont de 1 à 1,5 cm plus grand le matin).  <u>Poids</u> : précision des mesures de 0,1 kg ;  <u>Taille debout</u> : précision des mesures était de 0,1 cm.  <b>Calculs</b> : IMC</p>
<p>BENER A., KAMAL A A., Growth patterns of qatari school children and adolescent aged 6-18years, J Health Popul Nutr, 23, 3, 2005 : 250-8</p>	<p><b>Méthode</b> : transversale  <b>Population et technique d'échantillonnage</b> : sondage stratifié à plusieurs degrés. La taille d'échantillon a été de 17 % (représentant 7 800 élèves) du total des élèves qataris âgés de 6 – 18 ans, avec 300 élèves en bonne santé par « âge-sexe »  Distribution de questionnaire (revenu familial, conditions de vie, taille du ménage). Les élèves qui n'ont pas répondu au questionnaire ont été écartés de l'étude.  <b>Paramètres</b> : Age, poids, taille  <u>Age</u> : date de naissance prise à partir des certificats de naissance. L'âge a été calculé par différence entre la date de l'interview et la date de naissance. La classe d'âge des 6ans inclue 6 - 6,99 ans ;  <u>Poids</u> : à l'aide d'une balance contrôlée à l'aide d'un objet à poids connu. Poids mesuré en gramme puis converti en kg avec 2 chiffres après virgule.  <u>Taille</u> : à l'aide d'une toise montée sur la balance. Taille mesurée en cm puis convertie en mètre avec 2 chiffres après virgule.  <b>Calculs</b> : IMC  Analyse statistique à l'aide de SPSS et LMS</p>
<p>RAO V. L. N., DHARMA RAO B., SESHAGIRI RAO Ch., BUSI B. R., Patterns of growth and physiological variables among Khond tribal population of Visakhapatnam district, Anthropologist, 7, 4, 2005 : 237-45</p>	<p><b>Méthode</b> : transversale  <b>Population et technique d'échantillonnage</b> : 2 657 sujets âgés 0 à 18 ans (1 525 garçons et 1 132 filles) ont été tirés au sort à partir de 15 établissements.  <b>Paramètres</b> : Age, poids, taille, circonférence crânienne, circonférence abdominale, circonférence du mollet, tour de bras, tension artérielle  <u>Age</u> : noter à partir des registres d'admission des écoles. Cette information a été vérifiée avec les personnes âgées du village et les éducateurs. Les classes d'âge ont été définies comme suit :  Groupe d'âge 0 : incluant 0,00à 0,99 ans  Groupe d'âge 1 : incluant 1,00 à 1,99 ans, ...  <u>Mesures anthropométriques</u> : prises selon <b>Weiner et Lourie (1981)</b>  <u>Tension artérielle</u> : selon <b>WHO (1962)</b>  <b>Calculs</b> : Analyse statistique effectuée à l'aide de SPSS.</p>

## Annexe 8 : Questionnaire d'enquête (version française)

ALNUTS – INATAA

Enquête auprès des enfants et des adolescents scolarisés 2007/2008

N° de l'élève : /\_\_/\_/\_\_\_/

### CARACTERISTIQUES SOCIO-ECONOMIQUES DES ENFANTS ET ADOLESCENTS SCOLARISES

Date enquête: /\_\_/\_/\_\_\_/  
Enquêteur : .....

UDS : .....

Etablissement : .....

Identification

#### I – IDENTIFICATION

1- Classe pédagogique : .....

1 Classe Péd |\_|\_|\_|

2- Date de naissance: /\_\_\_/\_\_\_/\_\_\_/

2 Date Nais |\_|\_|\_|

3- Sexe:  (Féminin = F Masculin = M)

3 Sexe

#### II – DONNEES SOCIO-ECONOMIQUE

Données SE

4- Niveau d'instruction du père :

4 Niveau Instr P

(Aucun = 1 Primaire = 2 Moyen = 3 Secondaire = 4 Universitaire = 5)

5- Niveau d'instruction de la mère :

5 Niveau Instr M

(Aucun = 1 Primaire = 2 Moyen = 3 Secondaire = 4 Universitaire = 5)

6- Profession du tuteur : .....

6 Profession P

7- Profession de la mère : .....

7 Profession M

8- Type d'habitat :

8 Type Habit

(Maison traditionnelle = 1 Immeuble = 2 Villa = 3 Autre = 4)

9- Adresse : .....

9 Adresse

10- Nombre de pièces : /\_\_\_/\_\_\_/

10 Nbre Pièces |\_|\_|

(Sans compter la cuisine, la salle de bain et WC)

11- Nombre de personnes vivant dans le ménage : /\_\_\_/\_\_\_/

11 Nbre Per Mén |\_|\_|

12- Nombre de personnes actives dans le ménage : /\_\_\_/\_\_\_/

12 Nbre Per Act |\_|\_|

13- Nombre total d'enfant : /\_\_\_/\_\_\_/

13 Nbre Enf |\_|\_|

14- Place dans la fratrie : /\_\_\_/\_\_\_/

14 Place Frat |\_|\_|

15- Biens possédés

Biens possédés

15-1 Machine à laver  (Oui = O Non = N)

15-1 Machine à laver

15-2 Chauffe-eau  (Oui = O Non = N)

15-2 Chauffe-eau

15-3 Micro-ordinateur  (Oui = O Non = N)

15-3 Micro-ordinateur

15-4 Connexion Internet  (Oui = O Non = N)

15-4 Connexion Internet

15-5 Climatiseur  (Oui = O Non = N)

15-5 Climatiseur

15-6 Véhicule  (Oui = O Non = N)

15-6 Véhicule

## Questionnaire d'enquête (version arabe)

ALNUTS\_INATAA

Enquête auprès des enfants et des adolescents scolarisés 2007/2008

N° de l'élève.....

### استمارة سير الأراء

Enquêteur :.....

UDS :.....

Etablissement :.....

Date enquête : /\_\_/\_/\_\_\_/

#### I تعريف التلميذ

1 القسم :.....

2 تاريخ الميلاد : /\_\_\_/\_\_\_/\_\_\_/

3 الجنس :  (ذكر = أنثى)

#### II معلومات خاصة :

4. المستوى الدراسي للأب  (أمي=1 ابتدائي=2 متوسط=3 ثانوي=4 جامعي=5)

5. المستوى الدراسي للأم :  (أمي=1 ابتدائي=2 متوسط=3 ثانوي=4 جامعي=5)

6 مهنة الأب :.....

7 مهنة الأم :.....

8 نوع المسكن :  (بيت عرب=1 عمارة=2 فيلا=3 غير ذلك=4)

9 العنوان :.....

10. عدد الغرف : /\_\_\_/ (دون حساب المطبخ و الحمام)

11. عدد الأفراد المقيمين في المنزل : /\_\_\_/

12. عدد الأفراد العاملين في المنزل : /\_\_\_/

13. عدد كل الأبناء : /\_\_\_/

14. الرتبة بين الإخوة : /\_\_\_/

15. أثاث المنزل :

1. غسالة ملابس  (نعم أو لا)

2. مسخن ماء الحمام  (نعم أو لا)

3. كمبيوتر  (نعم أو لا)

4. أنترنات في البيت  (نعم أو لا)

5. مكيف هواء  (نعم أو لا)

6. سيارة  (نعم أو لا)

## Annexe 9 : Procédure de standardisation de collecte des données anthropométriques sur terrain (WHO, 1983)

### 1. Collecte des données

La série de normalisation courante porte sur dix sujets. Chacun des observateurs mesure chaque sujet deux fois de telle façon que la première mesure ne l'influence pas pour la deuxième ; sinon la concordance serait artificielle. Les premières mensurations sont notées sur une fiche appropriée et mises de côté en attendant la deuxième série, qui doit être faite dans le même ordre que la première. Les résultats des mesures sont inscrits dans les deux colonnes a et b, pour le contrôleur et les opérateurs (observateurs), dans le tableau ci-dessous :

Tableau 01 : Recueil des mesures brutes dans un test de normalisation

Sujets	Contrôleur		Observateurs							
			A		B		C		D	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

a : Première mesure

b : Deuxième mesure, faite indépendamment après un intervalle approprié et enregistré séparément.

### 2-Calculs

Les résultats des mesures sont inscrits dans les deux premières colonnes a et b. Un tableau (tableau ci-dessous) est préparé pour chaque opérateur (observateur).

Tableau 2 : Calculs d'un test de normalisation

Sujet	A	B	d	d <sup>2</sup>		s	S	D	D <sup>2</sup>	
	1 <sup>ère</sup> mesure	2 <sup>ème</sup> mesure	a-b	(a-b) <sup>2</sup>	signe	(a+b)	(a+b)	(s-S)	(s-S) <sup>2</sup>	Signe
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
Sommes										

- Dans la colonne d, on inscrit le chiffre correspondant à (a-b), avec le signe approprié ;
- Dans la colonne d<sup>2</sup> on élève (a-b) au carré.
- On compte les signes + et - de (a-b). La somme du signe le plus fréquent constitue le numérateur d'une fraction dont le nombre total de signes est le dénominateur (on ne tient pas compte des zéros) ;
- Dans la colonne s on inscrit la somme de (a+b). Les cinq opérations sont faites par chaque observateur et par contrôleur ;
- La colonne s de la feuille du contrôleur est sur la feuille de chacun des observateurs dans la colonne S.

- La différence entre  $s$  (observateur) et  $S$  (contrôleur) est inscrite dans la colonne  $D(s-S)$  avec le signe approprié et élevée au carré dans la colonne  $D^2$  ;
- On compte les signes + et les signes - de  $(s-S)$ . La somme du signe le plus fréquent constitue le numérateur d'une fraction dont le nombre total de signes est le dénominateur (on ne tient pas compte des zéros) ;
- Les sommes de  $d^2$  et  $D^2$  et les résultats du dénombrement des signes sont reportés sur une seule feuille de calcul (tableau 03).

**Tableau 03** : Feuille de calcul pour un test de normalisation (WHO, 1983)

Mesures	$\sum d^2$	Signe	$\sum D^2$	Signe	Observation (du contrôleur)
<b>Contrôleur</b>					
<b>Observateurs A</b>					
<b>B</b>					
<b>C</b>					
<b>D</b>					

### 3.-Evaluation des résultats

Les règles générales suivantes s'appliquent à l'analyse des résultats.

- Le  $\sum d^2$  du contrôleur sera normalement le plus faible, sa précision étant la meilleure (il est théoriquement le plus compétent) ;
- Le  $\sum d^2$  de l'observateur (inversement proportionnel à la précision) n'est arbitrairement pas plus du double (ce facteur  $f$  doit être inférieur à 2,97 pour raisons de théorie) du  $\sum d^2$  du contrôleur ;
- Le  $\sum D^2$  de l'observateur (inversement proportionnel à l'exactitude) n'est arbitrairement pas plus du triple (ce facteur doit être inférieur à  $2f$  pour des raisons de théorie) du  $\sum d^2$  du contrôleur ;
- Le  $\sum D^2$  de l'observateur doit être supérieur à son  $\sum d^2$ , sinon les données doivent être examinées de très près et recalculées.



**Annexe 10 : Valeurs moyennes du poids (kg), de la taille (cm) et de l'IMC (kg/m<sup>2</sup>) des enfants et des adolescents algériens**

Tableau 1 : Poids moyen (kg), taille moyenne (cm), IMC moyen (kg/m<sup>2</sup>) des filles et des garçons de Constantine, selon l'âge et le sexe [Bouzenada et coll., 2005]

Classe d'âge (ans)	Filles			Garçons		
	Poids	Taille	IMC	Poids	Taille	IMC
6,5	22	121,38	14,83	23,7	123,00	15,57
7,5	22	119,09	15,41	22,5	119,05	15,84
8,5	23,4	122,38	15,55	24,7	123,09	16,21
9,5	27,3	130,55	15,95	28	129,74	16,58
10,5	30	132,4	16,87	30,1	133,22	16,88
11,5	34,2	140,94	17,15	34,2	140,11	17,31
12,5	39,1	146,52	18,01	37,8	144,98	17,84
13,5	44,5	152,31	19,05	42	150,15	18,53
14,5	48,7	156	19,93	48,5	155,78	19,83
15,5	52,8	158,39	21,02	54,5	163,68	20,28
16,5	56,5	160,62	22,03	58,3	168,39	20,48
17,5	57,7	161,01	21,88	61,3	170,37	20,68
18,5	59,3	159,92	23,19	63,5	173,15	21,23

Tableau 2 : Poids moyen (kg), taille moyenne (cm), IMC moyen (kg/m<sup>2</sup>) des filles et des garçons d'El Khroub, selon l'âge et le sexe [Mekhancha-Dahel, 2005]

Classe d'âge (ans)	Filles			Garçons		
	Poids	Taille	IMC	Poids	Taille	IMC
6,5	21,3	116,3	15,7	21,8	117,1	15,9
7,5	23,6	121,4	15,9	24,7	122,8	16,3
8,5	26,8	127,6	16,4	27,7	128,4	16,8
9,5	29,5	132,7	16,7	30,3	133,7	16,8
10,5	33,5	138,3	17,4	34,6	139,6	17,7
11,5	38,1	145,7	17,8	37,0	145,6	17,3
12,5	41,4	153,7	17,4	40,2	151,2	17,5
13,5	45,3	158,2	18,0	44,7	158,4	17,8
14,5	54,0	162,1	20,5	49,6	165,0	18,1
15,5	54,1	160,4	21,0	55,1	169,0	19,1
16,5	58,4	160,4	22,7	60,1	172,7	20,1
17,5	57,8	160,9	22,3	61,6	174,0	20,3
18,5	56,6	158,8	22,4	67,6	175,5	21,9

Tableau 3 : Poids moyen (kg), taille moyenne (cm), IMC moyen (kg/m<sup>2</sup>) des filles et des garçons de Batna, selon l'âge et le sexe [Abdelkrim et Boussaha, 2009]

Classe d'âge (ans)	Filles			Garçons		
	Poids	Taille	IMC	Poids	Taille	IMC
6,5	20,600	120,0	14,3	21,3	120,4	14,6
7,5	23,500	126,0	14,7	24,0	126,1	15,0
8,5	25,800	130,0	15,2	26,4	131,2	15,4
9,5	28,900	135,5	15,7	29,4	136,0	15,8
10,5	31,800	139,7	16,2	32,6	140,8	16,4
11,5	35,800	145,5	16,8	34,8	144,1	16,7
12,5	42,000	153,0	17,8	39,5	149,6	17,5
13,5	46,100	156,0	18,9	43,0	155,3	17,8
14,5	50,500	159,0	19,9	48,5	161,6	18,4
15,5	53,000	160,4	20,5	53,1	166,0	19,1
16,5	55,600	160,3	21,6	56,9	167,0	19,5
17,5	55,400	160,5	21,3	57,8	171,3	19,7

Tableau 4 : Poids moyen (kg), taille moyenne (cm), IMC moyen (kg/m<sup>2</sup>) des filles et des garçons de Bou Saâda, selon l'âge et le sexe [Abdelkrim et Boussaha, 2009]

Classe d'âge (ans)	Filles			Garçons		
	Poids	Taille	IMC	Poids	Taille	IMC
6,5	19,7	117,1	14,4	20,8	118,2	14,8
7,5	22,3	121,8	15,0	23,2	123,1	15,2
8,5	25,2	127,0	15,5	26,4	128,6	15,9
9,5	29,2	133,3	16,3	29,7	133,8	16,5
10,5	31,6	137,6	16,6	31,2	136,9	16,6
11,5	35,4	143,7	17,0	34,6	142,0	17,1
12,5	39,4	149,0	17,6	36,4	145,5	17,1
13,5	42,2	149,1	18,7	41,9	152,0	18
14,5	47,1	152,1	20,4	47,2	156,8	18,8
15,5	51,4	159,8	20,1	54,3	166,9	19,3
16,5	50,2	157,9	20,1	59,7	168,7	20,9
17,5	52,4	158,8	20,7	55,7	168,4	19,5

Tableau 5 : Poids moyen (kg), taille moyenne (cm), IMC (kg/m<sup>2</sup>) des filles et des garçons de Médéa, selon l'âge et le sexe [Gasri, 2009]

Classe d'âge (ans)	Filles			Garçons		
	Poids	Taille	IMC	Poids	Taille	IMC
6,5	20,1	116,4	14,8	21,1	117,3	15,2
7,5	21,9	119,7	15,2	22,4	120,4	15,4
8,5	25,1	124,1	16,2	26,4	125,6	16,7
9,5	28,0	129,2	16,7	29,2	130,9	17,0
10,5	31,3	134,3	17,2	31,9	134,7	17,5
11,5	37,9	140,6	19,1	37,5	141,0	18,7
12,5	40,4	144,3	19,3	40,5	144,0	19,5
13,5	44,6	146,4	20,7	42,7	147,0	19,6
14,5	49,2	150,6	21,7	44,5	148,7	20,1
15,5	53,3	155,2	22,1	51,2	155,9	21,0
16,5	56,2	157,8	22,6	57,3	159,8	22,4
17,5	55,7	157,5	22,5	60,1	163,3	22,6
18,5	57,4	159,9		61,1	163,3	23,0

Tableau 6 : Poids moyen (kg), taille moyenne (cm), IMC moyen (kg/m<sup>2</sup>) des filles et des garçons de la commune de Redjas (W. Mila), selon l'âge et le sexe [Bousbia, 2014]

Classe d'âge (ans)	Filles			Garçons		
	Poids	Taille	IMC	Poids	Taille	IMC
6,5	16,9	113,9	13,0	17,0	123,0	12,8
7,5	19,5	121,8	13,6	20,3	119,05	13,8
8,5	22,6	126,8	14,0	23,9	123,09	14,4
9,5	24,5	132,5	13,9	26,0	129,74	14,2
10,5	28,3	137,7	14,8	29,3	133,22	15,4
11,5	31,9	141,6	15,8	33,2	140,11	16,3
12,5	40,5	147,9	18,4	38,4	144,98	17,7
13,5	44,2	151,7	19,1	39,9	150,15	17,7
14,5	47,5	154,0	19,3	44,8	155,78	17,9
15,5	50,4	157,0	19,9	50,3	163,68	19,0
16,5	52,1	159,1	20,6	54,8	168,39	19,5
17,5	53,6	159,8	21,0	57,8	170,37	19,4
18,5	53,7	161,7	20,6	59,7	173,15	19,8

**Annexe 11 : Données médianes du poids (kg), taille (cm) et IMC (kg/m<sup>2</sup>)  
de données locales**

Tableau 1 : Poids moyen (kg), taille moyenne (cm) des filles et des garçons égyptiens, selon l'âge et le sexe (Ghaly et coll., 2008)

Age (ans)	Filles		Garçons	
	Poids	Taille	Poids	Taille
6	19,5	115,0	20,0	116,028
7	22,4	121,5	22,5	120,6145
8	26,0	126,5	25,5	125,4904
9	30,4	131,5	29,5	129,9526
10	34,5	138,0	34,0	133,97
11	39,5	144,5	39,0	138,3311
12	44,0	150,5	44,0	143,2261
13	48,5	154,5	49,0	149,5599
14	52,5	157,0	53,5	155,346
15	55,4	158,0	57,5	160,1452
16	57,5	158,8	61,0	164,2195
17	58,8	159,0	63,5	166,3885
18	59,3	159,0	65,5	165,2854

Tableau 2 : Poids moyen (kg), taille moyenne (cm), IMC (kg/m<sup>2</sup>) des filles et des garçons d'origine marocaines vivant au pays bas, selon l'âge et le sexe [Fredriks et coll., 2004]

Age (ans)	Filles			Garçons		
	Poids	Taille	IMC	Poids	Taille	IMC
6	21,1	114,6	16,1	21,4	116,2	15,9
7	23,4	120,2	16,2	23,9	122,2	16,0
8	26,0	126,4	16,4	26,4	128,0	16,2
9	28,8	132,4	16,7	29,2	133,4	16,5
10	32,2	138,0	17,2	32,2	138,7	16,8
11	36,5	144,0	17,8	35,5	143,3	17,2
12	41,9	150,5	18,6	39,2	148,1	17,7
13	47,4	155,6	19,4	43,5	153,8	18,3
14	51,7	158,6	20,2	48,7	160,3	18,9
15	54,6	159,8	20,9	54,2	166,8	19,5
16	56,4	160,3	21,6	58,7	171,2	20,0
17	57,6	160,4	22,2	62,1	173,5	20,6
18	58,5	160,9	22,7	64,5	174,0	21,1

Tableau 3 : Taille (cm) des filles et des garçons de l'Europe du Sud, selon l'âge et le sexe  
[Bonthuis et coll., 2012]

<b>Age (ans)</b>	<b>Filles</b>	<b>Garçons</b>
<b>6</b>	116,17	116,62
<b>7</b>	121,88	123,05
<b>8</b>	127,79	128,69
<b>9</b>	133,54	134,25
<b>10</b>	139,1	139,33
<b>11</b>	145,64	144,74
<b>12</b>	151,65	150,88
<b>13</b>	156,74	157,28
<b>14</b>	159,81	164,6
<b>15</b>	161,39	169,81
<b>16</b>	162,21	172,97
<b>17</b>	162,7	175,13
<b>18</b>	162,84	175,9

**Annexe 12 : Effectifs des élèves présents et absents par classe et par établissements tirés au sort (Constantine, 2009)**

Tableau 1 : Effectifs totaux et absents au niveau de l'école A. SISSAOUI\*

Classe pédagogique	Nbre de groupes pédagogiques	Effectif	Absents	Remarques
1	1	42	1	Un handicapé parmi les élèves
2	2	23 (2P <sub>1</sub> ) 20 (2P <sub>2</sub> )	0 0	/
3	1	31	2	/
4	2	24 (4P <sub>1</sub> ) 23 (4P <sub>2</sub> )	0 0	/
5	1	23	0	/
6	2	29 (6F <sub>1</sub> ) 29 (6F <sub>2</sub> )	2 1	Elèves absents malades Une handicapée parmi les élèves de 6F <sub>1</sub>
<b>Total</b>	9	244	6	

\* : mesures anthropométriques prises par enquêtrice 1      Nbre : Nombre      / : Pas de remarques

Tableau 2 : Effectifs totaux et absents au niveau de l'école A. O. BENOUELDJARAHA

Classe pédagogique	Nbre de groupes pédagogiques	Effectif	Absents	Remarques
1	2	30 (1P <sub>1</sub> ) 23 (1P <sub>2</sub> )	4 1	Parmi les absents, il y a deux étrangers (Sénégal)
2	2	31 (2P <sub>1</sub> ) 34 (2P <sub>2</sub> )	3 0	/
3	2	29 (3P <sub>1</sub> ) 31 (3P <sub>2</sub> )	0 2	/
4	2	27 (4P <sub>1</sub> ) 22 (4P <sub>2</sub> )	0 0	/
5	2	32 (5P <sub>1</sub> ) 29 (5P <sub>2</sub> )	6 0	/
6	3	30 (6F <sub>1</sub> ) 29 (6F <sub>2</sub> ) 20 (6F <sub>3</sub> )	0 0 1	/
<b>Total</b>	13	367	17	

\* : mesures anthropométriques prises par enquêtrice 1      Nbre : Nombre      / : Pas de remarques

Tableau 3 : Effectifs totaux et absents au niveau de l'école Frères LACHTAR

Classe pédagogique	Nbre de groupes pédagogiques	Effectif	Absents	Remarques
1P	2	19 (1P <sub>1</sub> ) 19 (1P <sub>2</sub> )	1 1	Malade Malade
2P	1	32	0	/
3P	1	20	1	Malade
4P	1	29	0	/
5P	2	23 (5P <sub>1</sub> ) 20 (5P <sub>2</sub> )	0 0	/
6F	1	37	0	/
<b>Total</b>	8	199	3	

\* : mesures anthropométriques prises par enquêtrice 1      Nbre : Nombre      / : Pas de remarques

Tableau 4 : Effectifs totaux et absents au niveau de l'école El BAYROUNI

Classe pédagogique	Nbre de groupes pédagogiques	Effectif	Absents	Remarque
1P	1	30	3	/
2P	1	25	0	/
3P	1	30	1	/
4P	2	17 (4P <sub>1</sub> ) 18 (4P <sub>2</sub> )	0 0	/
5P	1	32	0	/
6F	1	27	0	/
<b>Total</b>	7	179	4	

\* : mesures anthropométriques prises par enquêtrice 1

Nbre : Nombre

/ : Pas de remarques

Tableau 5 : Effectifs totaux et absents au niveau de l'école primaire Asma bint ABOU  
BAKEUR

Classe pédagogique	Nbre de classes pédagogiques	Effectif	Absents	Remarques
1P	2	35 (1P <sub>1</sub> ) 33 (1P <sub>2</sub> )	0 0	/ /
2P	2	36 (2P <sub>1</sub> ) 33 (2P <sub>2</sub> )	3 0	/ /
3P	1	28	1	/
4P	2	30 (4P <sub>1</sub> ) 34 (4P <sub>2</sub> )	0 3	/ /
5P	1	35	3	/
6F	1	33 (6F <sub>1</sub> )	2	/
		297	12	

\* : mesures anthropométriques prises par enquêtrice 2

Nbre : Nombre

/ : Pas de remarques

Tableau 6 : Effectifs totaux et absents au niveau de l'école El KHAOUARIZMI

Classe pédagogique	Nbre de groupes pédagogiques	Effectif	Absents	Remarques
1P	3	26 (1P <sub>1</sub> ) 25 (1P <sub>2</sub> ) 26 (1P <sub>3</sub> )	0 1 0	/ / /
2P	3	27 (2P <sub>1</sub> ) 29 (2P <sub>2</sub> ) 26 (2P <sub>3</sub> )	0 0 1	/ / /
3P	2	34 (3P <sub>1</sub> ) 31 (3P <sub>2</sub> )	0 0	/ Un handicapé parmi les élèves
4P	2	37 (4P <sub>1</sub> ) 38 (4P <sub>2</sub> )	0 0	/ /
5P	2	35 (5P <sub>1</sub> ) 32 (5P <sub>2</sub> )	0 0	/ Un handicapé parmi les élèves
6F	3	34 (6F <sub>1</sub> ) 38 (6F <sub>2</sub> ) 33 (6F <sub>3</sub> )	0 0 0	/ / /
<b>Total</b>	15	471	3	

\* : mesures anthropométriques prises par enquêtrice 1

Nbre : Nombre

/ : Pas de remarques

Tableau 7 : Effectifs totaux et absents au niveau de l'école YAHYAOUI Ramdhan

Classe pédagogique	Nbre de groupes pédagogiques	Effectif	Absents	Remarques
1P	2	22 (1P <sub>1</sub> )	0	/
		21 (1P <sub>2</sub> )	0	Deux handicapés parmi les élèves
2P	2	24 (2P <sub>1</sub> )	0	/
		26 (2P <sub>2</sub> )	0	/
3P	2	31 (3P <sub>1</sub> )	2	/
		32 (3P <sub>2</sub> )	0	/
4P	2	22 (4P <sub>1</sub> )		Un des présents porte le plâtre
		23 (4P <sub>2</sub> )	3	/
5P	2	23 (5P <sub>1</sub> )	0	/
		22 (5P <sub>2</sub> )	0	/
6F	2	31 (6F <sub>1</sub> )	1	Deux élèves ont été exclus des mesures (refus d'enlever leur bonnet)
		34 (6F <sub>2</sub> )	1	
<b>Total</b>	12	311	17	

\* : mesures anthropométriques prises par enquêtrice 1      Nbre : Nombre      / : Pas de remarques

Tableau 8 : Effectifs totaux et absents au niveau de l'école Saïda Hadjer

Classe pédagogique	Nbre de groupes pédagogiques	Effectif	Absents	Remarques
4P	1	5	0	/
5P	1	4	1	/
6F	1	12	3	/
<b>Total</b>	3	21	4	

\* : mesures anthropométriques prises par enquêtrice 1      Nbre : Nombre      / : Pas de remarques

Tableau 9 : Effectifs totaux et absents au niveau de l'école primaire El Tarbia Oua Taalim

Classe pédagogique	Nbre de groupes pédagogiques	Effectif	Absents	Remarques
1P	2	19 (1P <sub>1</sub> )	0	Parmi les sujets, il y a un handicapé
		18 (1P <sub>2</sub> )	0	
2P	1	21	0	/
3P	1	25	1	/
4P	1	24	0	/
5P	1	20	0	/
6F	1	20	1	/
<b>Total</b>	7	147	2	

\* : mesures anthropométriques prises par enquêtrice 2      Nbre : Nombre      / : Pas de remarques

Tableau 10 : Effectifs totaux et absents au niveau de l'école GHIMOUZ Roukaya

Classe pédagogique	Nbre de groupes pédagogiques	Effectif	Absents	Remarques
1P	1	18	0	/
2P	1	32	0	/
3P	1	18	1	/
4P	1	14	0	/
5P	1	16	1	/
6F	1	23	3	/
<b>Total</b>	6	121	5	

\* : mesures anthropométriques prises par enquêtrice 1      Nbre : Nombre      / : Pas de remarques



Tableau 11 : Effectifs totaux et absents au niveau de l'école primaire DJAAFAR Mohamed

Classe pédagogique	Nbre de groupes pédagogiques	Effectif	Absents	Remarques
1P	2	22 (1P <sub>1</sub> )	0	/
		20 (1P <sub>2</sub> )	2	/
2P	2	27 (2P <sub>1</sub> )		/
		27 (2P <sub>2</sub> )	0	/
3P	1	35 (3P <sub>1</sub> )	2	/
4P	2	14 (4P <sub>1</sub> )	0	/
		16 (4P <sub>2</sub> )	0	/
5P	2	19 (5P <sub>1</sub> )		/
		17 (5P <sub>2</sub> )		/
6F	2	26 (6F <sub>1</sub> )	1	/
		22 (6F <sub>2</sub> )	1	/
<b>Total</b>	11	245	6	

\* : mesures anthropométriques prises par enquêtrice 2      Nbre : Nombre      / : Pas de remarques

Tableau 12 : Effectifs totaux et absents au niveau de l'école primaire KHALFA Ramdhan

Classe pédagogique	Nbre de groupes pédagogiques	Effectif	Absents	Remarques
1P	2	38 (1P <sub>1</sub> )	3	Un élève parmi les sujets mesurés date de naissance sous jugement
		40 (1P <sub>2</sub> )	1	
2P	2	32 (2P <sub>1</sub> )	0	/
		31 (2P <sub>2</sub> )	2	/
3P	2	34 (3P <sub>1</sub> )	0	Un handicapé parmi les élèves non mesurés
		35 (3P <sub>1</sub> )	6	
4P	2	34 (4P <sub>1</sub> )	1	/
		36 (4P <sub>2</sub> )	3	/
5P	2	29 (5P <sub>1</sub> )	2	/
		30 (5P <sub>2</sub> )	0	/
6F	3	28 (6F <sub>1</sub> )	4	/
		28 (6F <sub>2</sub> )	0	/
		26 (6F <sub>3</sub> )	0	/
<b>Total</b>	13	421	22	

\* : mesures anthropométriques prises par enquêtrice 2      Nbre : Nombre      / : Pas de remarques

Tableau 13 : Effectifs totaux et absents au niveau de l'école SAADANE Merième

Classe pédagogique	Nbre de groupes pédagogiques	Effectif	Absents	Remarques
1P	2	19 (1P <sub>1</sub> )		/
		22 (1P <sub>2</sub> )	2	/
2P	2	17 (2P <sub>1</sub> )		/
		18 (2P <sub>2</sub> )	1	/
3P	2	28 (3P <sub>1</sub> )	1	/
		19 (3P <sub>2</sub> )	1	/
4P	2	20 (4P <sub>1</sub> )		/
		22 (4P <sub>2</sub> )	1	/
5P	2	19 (5P <sub>1</sub> )		/
		19 (5P <sub>2</sub> )	1	/
6F	2	31 (6F <sub>1</sub> )	0	/
		28 (6F <sub>2</sub> )	0	Un handicapé parmi l'effectif
<b>Total</b>	12	262	7	

\* : mesures anthropométriques prises par enquêtrice 2      Nbre : Nombre      / : Pas de remarques

Tableau 14 : Effectifs totaux et absents au niveau du CEM A. SISSAOUI\*

Classe pédagogique	Nbre de groupes pédagogiques	Effectif	Absents	Date des mesures anthropométriques	Remarques
<b>1M</b>	6	37 (1M1)	1	12 et 13/02/08	/
		38 (1M2)	1	13/02/08	Absent a quitté le CEM
		38 (1M3)	0	11 et 17/02/08	/
		37 (1M4)	1	12 et 13/02/08	Absent a quitté le CEM
		35 (1M5)	0	13/02/08	/
		38 (1M6)	0	17/02/08	/
<b>2M</b>	4	40 (2M1)	0	11 et 13/02/08	/
		40 (2M2)	2	12/02/08	Absents ont quitté le CEM
		40 (2M3)	0	17/02/08	/
		42 (2M4)	2	14 et 17/02/08	Absents ont quitté le CEM
<b>3M</b>	3	38 (3M1)	0	11 et 13/02/08	/
		38 (3M2)	0	11/02/08	/
		39 (3M3)	0	12/02/08	/
<b>4M</b>	3	35 (4M1)	0	13/02/08	/
		36 (4M2)	0	13/02/08	Un élève avait un plâtre
		38 (4M3)	4	12/02/08	Un élève avait un plâtre. Absents ont quitté CEM
<b>Total</b>	16	609	11		

\* : mesures anthropométriques prises par enquêtrice 1      Nbre : Nombre      / : Pas de remarques

Tableau 15 : Effectifs totaux et absents au niveau du CEM ABD EL MOUMEN

Classe pédagogique	Nombre de groupes pédagogiques	Effectif	Absents	Date des mesures anthropométriques*	Remarques
<b>1M</b>	5	34 (1M1)	4	16/02/08	/
		38 (1M2)	4	17/02/08	/
		33 (1M3)	1	16 et 18/02/08	/
		31 (1M4)	3	23/02/08	/
		34 (1M5)	3	20/02/08	2 absents ont quitté CEM, Mesures prises par l'enquêtrice 1
<b>2M</b>	4	30 (2M1)	2	18/02/08	/
		30 (2M2)	4	20/02/08	Mesures prises par l'enquêtrice 1
		29 (2M3)	2	17/02/08	/
		29 (2M4)	0	17/02/08	/
<b>3M</b>	4	35 (3M1)	8	14/02/08	/
		35 (3M2)	0	20/02/08	Mesures prises par l'enquêtrice 1
		35 (3M3)	2	20/02/08	Mesures prises par l'enquêtrice 1
		37 (3M4)	10	17/02/08	/
<b>4M</b>	5	34 (4M1)	4	18/02/08	/
		34 (4M2)	5	16/02/08	/
		34 (4M3)	2	19/02/08	/
		35 (4M4)	2	14/02/08	/
		35 (4M5)	4	16/02/08	/
<b>Total</b>	18	602	60		

\* : mesures anthropométriques prises par enquêtrice 2      Nbre : Nombre      / : Pas de remarques

Tableau 16 : Effectifs totaux et absents au niveau du CEM FRANTZ FANON

Classe pédagogique	Nombre de groupes pédagogiques	Effectif	Absents	Date des mesures anthropométriques	Remarques
<b>1M</b>	7	35 (1M1)	0	09/03/08	/
		34(1M2)	1	08 et 11/03 et 03/04/08	Absent a quitté le CEM
		32(1M3)	1	11/03/08	Absent a quitté le CEM
		32(1M4)	0	11/03 et 03/04/08	/
		31(1M5)	0	11/03 et 03/04/08	/
		31(1M6)	0	05/03 et 03/04/08	/
		33(1M7)	2	09/03 et 03/04/08	Absent a quitté le CEM
<b>2M</b>	5	25 (2M1)	0	08/03 et 03/04/08	/
		24 (2M2)	0	08/03 et 03/04/08	/
		24 (2M3)	0	11/03 et 03/04/08	/
		24 (2M4)	0	05/03/08	/
		24 (2M5)	1	11/03 et 03/04/08	Absent a quitté CEM
<b>3M</b>	4	30 (3M1)	0	11/03 et 03/04/08	/
		34 (3M2)	2	08/03/08	/
		32 (3M3)	1	11/03 et 03/04/08	/
		33 (3M4)	0	05/03/08	/
<b>4M</b>	4	34 (4M1)	0	11/03 et 03/04/08	/
		35 (4M2)	0	11/03 et 03/04/08	/
		33 (4M3)	1	11/03 et 03/04/08	/
		35 (4M4)	0	05/03 et 03/04/08	/
<b>Total</b>	20	615	9		

\* : mesures anthropométriques prises par enquêtrice 1      Nbre : Nombre      / : Pas de remarques

Tableau 17 : Effectifs totaux et absents au niveau du CEM ELTARBIA OUA TAALIM

Classe pédagogique	Nombre de groupes pédagogiques	Effectif	Absents	Date des mesures anthropométriques	Remarques
<b>1M</b>	4	32 (1M1)	4	30/03/08	
		32 (1M2)	3	04/03/08	
		31 (1M3)	2	02/04/08	
		30 (1M4)	4	30/03/08	
<b>2M</b>	2	31 (2M1)	2	03/03/08	
		31 (2M2)	3	02/04/08	
<b>3M</b>	2	35 (3M1)	15	04/03/08	
		36 (3M2)	2	01/04/08	
<b>4M</b>	3	28 (4M1)	7	30/03/08	
		28 (4M2)	1	31/03/08	
		31 (4M3)	1	04/03/08	
<b>Total</b>	11	345	44		

\* : mesures anthropométriques prises par enquêtrice 2      Nbre : Nombre      / : Pas de remarques

**Tableau 18 : Effectifs totaux et absents au niveau du CEM El Arbi MOUSSA**

<b>Classe pédagogique</b>	<b>Nombre de groupes pédagogiques</b>	<b>Effectif</b>	<b>Absents</b>	<b>Date des mesures anthropométriques</b>	<b>Remarques</b>
<b>1M</b>	4	38 (1M1)	4	06/04/08	Absent a quitté CEM Un présent a plâtre, un absent a quitté CEM
		38 (1M2)	5	10/04/08	
		38 (1M3)	4	10/04/08	/
		35 (1M4)	3	10/04/08	/
<b>2M</b>	3	33 (2M1)	2	08/04/08	/
		30 (2M2)	0	08/04/08	/
		31 (2M3)	3	06/04/08	/
<b>3M</b>	3	38 (3M1)	1	06/04/08	/
		39 (3M2)	1	09/04/08	Un handicapé
		39 (3M3)	3	10/04/08	Un présent a plâtre
<b>4M</b>	3	31 (4M1)	0	09/04/08	/
		32 (4M2)	1	06/04/08	/
		32 (4M3)	1	09/04/08	/
<b>Total</b>	13	464	28		

\* : mesures anthropométriques prises par enquêtrice 1

Nbre : Nombre

/ : Pas de remarques

Tableau 19 : Effectifs totaux et absents au niveau lycée M. HADDAD\*

Classe pédagogique	Groupes pédagogiques	Effectif total	Absents	Date des mesures anthropométriques	Remarques
1S	L1	27	1	08 et 21/01/2008	Absent a quitté lycée,
	L2	30	5	19/01/2008	Mesures prise par enquêtrice 2
	L3	28	0	14/01/2008	/
	S1	38	1	19, 20, 21/01/2008	Absent a quitté lycée. Mesure prise par enquêtrice 2
	S2	37	2	08 et 21/01/2008	/
	S3	38	0	14 et 21/01/2008	/
	S4	34	5	16/01/2008	/
	S5	37	0	08 et 21/01/2008	/
2S	LE	16	0	20 et 21/01/2008	/
	LP	28	1	14/01/2008	Absent a quitté lycée
	S	33	1	20 et 21/01/2008	/
	G E	24	1	14 et 20/01/2008	/
	M	14	2	16/01/2008	Absent a quitté lycée
3S	LSH	24	0	21/01/2008	/
	S1	31	18	20/01 et 10/02/2008	/
	S2	27	10	10/02/2008	/
	S3	27	8	10/02/2008	/
	LP1	18	7	10/02/2008	/
	LP2	18	5	10/02/2008	/
	G E	20	1	16/01 et 10/02/2008	/
	L E	20	0	14/01/2008	/
	M	13	0	14/01/2008	/
	SNV1	42	1	08, 20, 21/01/2008	Absent a quitté lycée
	SNV2	43	4	08, 20, 21/01/2008	/
<b>Total</b>	24	667	93		

\* : mesures anthropométriques prises par enquêtrice 1

Nbre : Nombre

/ : Pas de remarques

L : Lettres ; S : Sciences ; LE : Langues étrangères ; LP : Lettres et philosophie ; G E : Gestion et économie ;

M : Maths ; LSH : Lettres et sciences humaines ; SNV : sciences de la nature et de la vie

Tableau 20 : Effectifs totaux et absents au niveau lycée IBN TAYMIA\*

Classe pédagogique	Groupes pédagogiques	Effectif total	Absents	Date des mesures anthropométriques	Remarques
1S	L1	29	2	16/01/2008	Absent a quitté lycée
	L2	28	0	15/01/2008	Mesures prises par enquêtrice 1
	S1	40	1	17 et 27/01/2008	Absent a quitté lycée
	S2	41	4	15 et 16/01/2008	2 absents ont quitté lycée. Mesures prises par enquêtrice 1
	S3	39	5	26/01/2008	4 absents ont quitté lycée
2S	LE	18	6	15/01/2008	Mesures prises par enquêtrice 1
	LP	34	4	17/01/2008	3 absents ont quitté lycée
	S1	26	4	15 et 26/01/2008	/
	S2	26	2	20 et 27/01/2008	/
	G E	25	3	20 et 27/01/2008	/
3S	LSH	33	2	20 et 27/01/2008	/
	S1	39	6	27 et 30/01/2008	Absent a quitté lycée
	S2	38	7	26 et 30/01/2008	/
	S3	34	3	16/01/2008	/
	LP	30	14	26/01/2008	/
	G E	29	1	16/01/2008	Absent a quitté le lycée
	L E	22	3	16/01/2008	/
	SNV	42	1	15 et 27/01/2008	Absent a quitté lycée. Mesures prises par enquêtrice 1
<b>Total</b>	18	534	68		

\* : mesures anthropométriques prises par enquêtrice 2

Nbre : Nombre

/ : Pas de remarques

L : Lettres ; S : Sciences ; LE : Langues étrangères ; LP : Lettres et philosophie ; G E : Gestion et économie ;

M : Maths ; LSH : Lettres et sciences humaines ; SNV : sciences de la nature et de la vie

Tableau 21 : Effectifs totaux et absents au niveau du lycée BEN BOULAIID\*

Classe pédagogique	Nombre de groupes pédagogiques	Effectif	Absents	Date des mesures anthropométriques	Remarque
1S	L1	37	0	29 et 31/01 et 05/02/08	/
	L2	36	0	31/01 et 05/02/08	/
	L3	36	2	30/01/08	Absent a quitté le lycée
	S1	39	1	29/01 et 05/02/08	Absent a quitté le lycée
	S2	41	4	29/01 et 05/02/08	3 absents ont quitté lycée
	S3	39	1	29/01 et 04/02/08	Absent a quitté lycée
	S4	40	4	30 et 31/01/08	3 absents ont quitté lycée
	S5	40	3	29/01/08	Absents ont quitté lycée
2S	LE	16	1	30/01 et 05/02/08	Absent a quitté lycée
	LP1	28	0	27 et 31/01/08	/
	LP2	28	0	04 et 05/02/08	/
	S	46	0	28/01 et 05/02/08	/
	M	9	0	03/02/08	/
3S	LSH	5	0	31/01/08	/
	S1	27	0	27/01 et 03/02/08	/
	S2	30	1	30/01 et 05/02/08	Absent a quitté lycée
	S3	31	7	03 et 05/02/08	/
	S4	30	0	29/01/08	/
	LP1	32	0	27/01/08	2 étudiantes portent tchador
	LP2	24	2	27/01/02	/
	LP3	33	0	05/02/08	/
	LE	28	0	30/01/08	/
	M	15	0	27/01/08	/
	SNV1	43	0	03 et 05/02/08	/
	SNV2	41	0	27/01/08	/
<b>Total</b>	25	774	26		

\* : mesures anthropométriques prises par enquêtrice 1 Nbre : Nombre / : Pas de remarques  
L : Lettres ; S : Sciences ; LE : Langues étrangères ; LP : Lettres et philosophie ; G E : Gestion et économie ;  
M : Maths ; LSH : Lettres et sciences humaines ; SNV : sciences de la nature et de la vie

Tableau 22 : Effectifs totaux et absents au niveau du Lycée KHAZNADAR\*

Classe pédagogique	Nombre de groupes pédagogiques	Effectif	Absents	Date des mesures anthropométriques	Remarque
1S	L1	39	6	11 et 13/02/08	/
	L2	37	5	02 et 04/02/08	/
	S1	42	6	06/02/08	Absent a quitté lycée
	S2	43	7	11/02/08	Absent a quitté lycée
	S3	42	4	11 et 13/02/08	2 Absents ont quitté lycée
2S	LP	11	2	06/02/08	/
	S	18	3	04/02/08	/
	M	28	4	05/02/08	/
3S	S1	20	0	07/02/08	/
	S2	24	3	02/02/08	/
	LP	24	3	05/02/08	Absent a quitté lycée
	LE	18	2	05/02/08	/
	M	12	3	07/02/08	/
	MT	14	2	31/01 et 07/02/08	/
	GE	18	0	04/02/08	/
	GM	24	3	09/02/08	Absent a quitté lycée
<b>Total</b>	16	457	53		

\* : mesures anthropométriques prises par enquêtrice 2 Nbre : Nombre / : Pas de remarques  
L : Lettres ; S : Sciences ; LE : Langues étrangères ; LP : Lettres et philosophie ; G E : Gestion et économie ;  
M : Maths ; LSH : Lettres et sciences humaines ; SNV : sciences de la nature et de la vie, MT : math technique ;  
GM : génie mécanique

Tableau 23 : Effectifs totaux et absents au niveau du lycée ZAOUECHE\*

Classe pédagogique	Nombre de groupes pédagogiques	Effectif	Absents	Date des mesures anthropométriques	Remarque
<b>1S</b>	L1	35	0	11/12/08	/
	L2	33	4	16 et 17/12/08 ; 12/01/09	/
	L3	34	3	14/01/09	/
	S1	30	2	11/12/08 et 12/01/09	/
	S2	29	0	11/12/08	/
	S3	27	2	06/01/09	/
	S4	29	1	11/12/08	/
	S5	29	1	14/01/09	/
	S6	29	1	11 et 16/12/08	/
<b>2S</b>	LE	14	5	11/01/09	/
	LP1	32	0	13/01/09	/
	LP2	32	8	17/12/08	/
	S1	32	1	17/12/08	/
	S2	33	0	08/01/09	/
	M	23	0	17/12/08	/
	GE	31	1	13/01/09	/
<b>3S</b>	S	36	2	04/01/09	/
	LP	18	1	11/12/08 ; 06 et 11/01/09	/
	LE	11	0	08/01/09	/
	M	18	2	08 et 13/01/09	Un élève a refusé de participer
	GE	14	0	14/01/09	/
<b>Total</b>	21	569	34		

\* : mesures anthropométriques prises par enquêtrice 1

Nbre : Nombre

/ : Pas de remarques

L : Lettres ; S : Sciences ; LE : Langues étrangères ; LP : Lettres et philosophie ; G E : Gestion et économie ;

M : Maths ; LSH : Lettres et sciences humaines ; SNV : sciences de la nature et de la vie

## Abstract

Growth charts are graphical illustrations of body measurements represented by age and sex. There has been, until now, no Algerian references to evaluate growth.

The aim of this study was to develop reference growth centiles (weight, height, Body Mass Index) for Algerian children and adolescents (6– 18 years of age) schooled in Constantine according to the World Health Organization (WHO). Our secondary objectives were to comparing growth and corpulence of our sample with those of other Algerians and foreigners; examining the height secular evolution; and evaluating the prevalence of stunting, thinness, overweight and obesity according to national and international references.

A cross-sectional survey was conducted in 23 public schools on 7772 healthy school children (54.9% girls) in the city of Constantine (2008/2009). The anthropometric measures were weight, height and birth date. The Lambda-Mu-Sigma (LMS) method was used for curve smoothing. Our data were presented with local data from Arab and European countries, international references from WHO (2007) and the International Obesity Task Force (IOTF 2000; 2007).

The results showed that between 11 and 13 years (puberty), girls were taller and heavier than boys. For girls, the median height and weight increased until 16 and 17 years, respectively; whereas in boys, they still showed increase with age. BMI Median values for both sexes increased with age. Girls had lower BMI values than boys before the age of 10 years but they were higher until 18 years of age. Weight and height median curves of our study were intermediate in comparison to those observed in other Arab countries, while those of BMI were generally less. They were higher than French reference values until 13 years. Median curves of weight, height and BMI of our study were generally lower than those of WHO reference at all ages.

The prevalence of overweight (including obesity) and obesity in girls and boys was 13.7% and 3.0%, respectively according to IOTF (2000) standards, and 16.9% and 4.9% according to WHO (2007). According to IOTF, girls were more affected by excess malnutrition. The prevalence of stunting and thinness according to WHO (2007) was 2.8% and 3.3%, respectively.

Curves which we developed according to international guidelines could serve as a national reference for monitoring growth and development in Algerian children and adolescents. They could be used as a complement to the 0 to 5year-old WHO 2006 standards.

**Key words:** *Child – Adolescent – growth – BMI-Reference growth curve – LMS - Constantine*



## المخلص

منحنيات النمو عبارة عن رسومات بيانية لقياسات الجسم بدلالة السن و الجنس . في الجزائر لا توجد هناك مراجع و وطنية لرصد النمو و البنية . الهدف من هذه الدراسة هو وضع منحنيات الوزن ، الطول و مؤشر كتلة الجسم حسب معايير المنظمة العالمية للصحة لتطوير المراجع من أجل عينة تمثيلية للأطفال و المراهقين (6-18 سنة ) ممتدرسين بقسنطينة. أهدافنا الثانوية هي : مقارنة أطفال دراستنا مع الآخرين من أصل جزائري و اجنبي ، دراسة التطور الجلي للقامة ، تقدير نسبة تفشي تأخر النمو ، النحافة ، زيادة الوزن و السمنة حسب مراجع وطنية و عالمية .

تم إجراء دراسة من نوع عرضي مست 7772 تلميذ ( 54.9 % إناث) على مستوى 23 مؤسسة تعليمية حكومية تم إختيارها في مدينة قسنطينة في 2008-2009. القياسات الإنتروبومترية المعنية هي الوزن ، الطول ، تاريخ الميلاد و الجنس . تم إستخدام طريقة LMS للحصول على منحنيات النمو و البنية. قورنت النتائج المتحصل عليها بأخرى لدول عربية و أوروبية بالإضافة إلى المراجع العالمية لمنظمة الصحة العالمية (2007) و IOTF (2007,2000).

بين سن 11 و 13 سنة (مرحلة البلوغ ) تكون الفتيات أطول و ذوات وزن أكبر من الذكور. تبدأ قامتهم ووزنهم في الإستقرار عند 16-17 سنة على التوالي بينما الذكور، تستمر هذه المعطيات في الزيادة مع التقدم في العمر. القيم الوسطية لمؤشر كتلة الجسم عند كلى الجنسين تزيد مع العمر. قبل عمر 10 سنوات، قيم مؤشر كتلة الجسم عند الفتيات أقل منه عند الذكور ، ثم أكبر فيما بعد .المنحنيات المتوسطة للوزن و الطول في دراستنا هي على مستوى متوسط بين تلك لدول عربية في حين منحنيات مؤشر كتلة الجسم أقل عموما . القيم الوسطية تقع إلى أعلى المراجع الفرنسية حتى سن 13 عاما ، و بشكل عام أسفل مراجع منظمة الصحة العالمية .

كانت نسبة إنتشار زيادة الوزن ( بما في ذلك السمنة ) و السمنة بين الإناث و الذكور تقدر بـ 13.7 % و 3.0 % على التوالي وفقا لمراجع IOTF (2000) و 16.9 % و 4.9 % حسب مرجع المنظمة العالمية للصحة (2007) . وفقا لـ IOTF (2007) ، نسبة سوء التغذية المفرط شائع أكثر بين الفتيات . بلغ مجمل نسبة إنتشار تأخر النمو و النحافة عند التلاميذ 2.8 % و 3.3 % على التوالي حسب مرجع المنظمة العالمية للصحة (2007) .

يمكن استخدام المنحنيات المتحصل عليها ، وفق التوجيهات العالمية ،على المستوى الوطني لتقييم و مراقبة نمو و بنية الأطفال و المراهقين الجزائريين .كما يمكن دمجها مع مراجع المنظمة العالمية للصحة (2006) لفئة 0-5 سنوات

الكلمات الدالة : طفل – مراهق – نمو – مؤشر كتلة الجسم – مراجع النمو – LMS – قسنطينة .

## RESUME

Les courbes de croissance sont des illustrations graphiques des mesures corporelles représentées en fonction de l'âge et du sexe. Il n'existe pas de références algériennes pour évaluer la croissance et la corpulence des enfants. L'objectif de cette étude est de réaliser des courbes de poids, de taille et d'IMC suivant les recommandations de l'OMS pour l'élaboration des courbes de référence, pour un échantillon représentatif d'enfants et d'adolescents (âgés de 6 à 18 ans) scolarisés à Constantine. Nos objectifs secondaires sont de comparer la croissance et la corpulence de notre échantillon avec d'autres algériens et étrangers ; d'étudier l'évolution séculaire de la croissance en taille et d'évaluer la prévalence du retard de croissance, de la minceur, du surpoids et de l'obésité selon des références nationales et internationales.

Une enquête transversale a été menée auprès de 7772 élèves (54,9 % filles) au niveau de 23 établissements scolaires publics tirés au sort dans la ville de Constantine en 2008/2009. Les mesures anthropométriques étaient le poids, la taille et la date de naissance. La méthode Lambda-Mu-Sigma (LMS) a été utilisée pour le lissage des courbes. Les données de cette étude sont présentées avec des courbes de croissance de pays arabes, européens ainsi qu'avec les références internationales de l'OMS (2007) et de l'IOTF (2000 ; 2007).

Entre 11 et 13 ans (phase pubertaire), les filles sont plus grandes et leur poids est plus élevé que celui des garçons. Leurs taille et poids commencent à se stabiliser respectivement à 16 et 17 ans alors que pour les garçons ces paramètres continuent d'augmenter avec l'âge. Les valeurs médianes de l'IMC des deux sexes augmentent avec l'âge. Avant 10 ans, la corpulence des filles est inférieure à celle des garçons, puis supérieure ensuite. Les courbes médianes de poids et de taille de notre étude se situent à un niveau intermédiaire entre celles de différents pays arabes alors que celles de l'IMC sont généralement à un niveau inférieur. Elles sont situées au-dessus de celles des références françaises jusqu'à 13 ans et généralement en dessous des références de l'OMS (2007).

Les prévalences de surpoids (dont obésité) et obésité sur l'ensemble des filles et des garçons ont été respectivement de 13,7 et 3 % selon les références IOTF (2000) et de 16,9 et 4,9 % selon l'OMS (2007). D'après l'IOTF, les filles sont plus touchées par la malnutrition par excès. Les prévalences du retard de croissance et de la minceur au sein des élèves selon l'OMS (2007) ont été de 2,8 % et 3,3 % respectivement.

Les courbes que nous avons réalisées selon les recommandations internationales pourraient être utilisées à l'échelle nationale pour évaluer et suivre la croissance et la corpulence des enfants et adolescents algériens et pourraient compléter les standards OMS 2006 concernant la tranche d'âge de 0 à 5 ans.

**Mots clés :** *Enfant – Adolescent – Croissance – IMC - Courbe de référence – LMS - Constantine*