

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Constantine -1-
Institut de la Nutrition, de l'Alimentation et des Technologies Agro- Alimentaires
(INATAA)

N° d'ordre :

N° de série :

Mémoire
Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Magister en Sciences Alimentaires
Option : Alimentation, Nutrition et Santé

**CONTRIBUTION A L'ELABORATION DE COURBES DE
CROISSANCE LOCALES DE LA COMMUNE DE
CONSTANTINE**

Présenté par :

BADIS Nadia

Soutenu le : 02 mars 2014

Devant le jury composé de :

Président :	Pr. BOUDJLAL A	INATAA (UC1)
Directeur :	Pr. MEKHANCHA- DAHEL C.C	INATAA (UC1)
Examineurs :	Pr. NEZZAL L.	FSM(UC3)
	Dr. OULAMARA H.	INATAA (UC1)

Année universitaire 2013- 2014

Remerciements

Je tiens à remercier chaleureusement mon encadreur : le Pr. MEKHANCHA-DAHEL Corinne Colette pour son aide, ses encouragements, et ses précieux conseils ;

J'exprime ma gratitude envers le Pr. BOUDJELLAL A. directeur de l'INATAA de m'avoir fait l'honneur d'accepter de présider le jury ;

Je remercie vivement le Pr. NEZZAL L. pour son soutien et d'avoir accepté de juger ce travail en tant qu'examineur ;

Je tiens à remercier le Dr. OULAMARA H. d'avoir accepté de juger ce travail en tant qu'examinatrice ;

Je tiens également à remercier et à exprimer ma reconnaissance :

Aux promoteurs et aux animateurs du laboratoire de recherche Alimentation, Nutrition et Santé (ALNUTS) qui ont été à l'origine de la création du magister « Alimentation, Nutrition et Santé », au laboratoire ALNUTS qui a soutenu pédagogiquement, matériellement et financièrement la réalisation de notre formation ;

Aux membres du Comité Pédagogique du Magister : le Pr. BENLATRECHE Chérifa (présidente), le Pr. NEZZAL Lahcène et le Pr. ABADI Nouredine et Mr MEKHANCHA Djamel- Eddine ;

A l'ensemble des enseignants de l'INATAA ; de l'UC1, des autres universités algériennes et de l'étranger qui ont animé les cours durant notre Magister ;

A Mr MEKHANCHA D.E. maître-assistant à l'INATAA, et membre du laboratoire ALNUTS pour sa précieuse expérience et son altruisme ;

A Mme BAHCHACHI N. et Mme BENATALLAH L. pour leurs aides, à mes collègues de magister, au personnel de l'INATAA pour leurs soutiens ;

Au directeur de l'éducation nationale de la wilaya de Constantine, aux directeurs d'établissements, aux enseignants, et aux élèves enquêtés.

A mes parents, à ma famille et à mes prunelles Imène et Kaouther pour leur soutien inconditionnel, je leur dédie ce mémoire.

SOMMAIRE

INTRODUCTION	1
CHAPITRE 1 : DEVELOPPEMENT ET CROISSANCE HUMAINE	3
1.1.- DEFINITIONS	3
1.2.- CARACTERISTIQUE DU DEVELOPPEMENT	3
1.3.- STADES DU DEVELOPPEMENT	4
1.3.1.- Stades de la croissance staturo-pondérale	4
1.3.2.- Stades du développement psychomoteur	5
1.4.- FACTEURS INFLUENÇANT LE DEVELOPPEMENT	6
1.4.1.- Facteurs de l'environnement	6
1.4.2.- Facteurs génétiques	8
1.4.3.- Facteurs endocriniens	9
1.4.4.- Etat de santé et intégrité des grandes fonctions	11
1.5.- MOYENS D'ETUDE DE LA CROISSANCE SOMATIQUE	11
1.5.1.- Mesures anthropométriques	11
1.5.2.- Courbes de croissance	12
1.5.3.- Vitesse de croissance	13
1.5.4.- Index de maturation	14
1.6.- TROUBLES DE LA CROISSANCE	18
1.6.1.- Petite taille	18
1.6.2.-Grande taille	19
CHAPITRE 2 : ANTHROPOMETRIE	
2.1.- DEFINITION ET INTERETS DE L'ANTHROPOMETRIE	20
2.2.- MESURES ANTHROPOMETRIQUES	20
2.3.- MATERIEL DE MESURE	23
2.4.- METHODES DE STANDARDISATION	24
2.5.- INDICES ANTHROPOMETRIQUES	25
2.5.1.-Poids-pour-âge	25
2.5.2.-Taille-pour-âge	25
2.5.3.- Poids-pour-taille	25
2.6.- MODE D'EXPRESSION DES INDICES	26
2.6.1- Notion d'écart- type (ET) ou de déviation- standard (DS)	26
2.6.2- Expression en centiles ou percentiles	27
2.7.- INDICATEURS ANTHROPOMETRIQUES	27
CHAPITRE 3 : COURBES DE CROISSANCE	
3.1.-HISTORIQUE DES COURBES DE CROISSANCE	29
3.2.- DEFINITION ET INTERET DES COURBES DE CROISSANCE	30
3.3.- COURBE DE REFERENCE OU NORME	31

3.4.- REFERENCE INTERNATIONALE OU LOCALE ?	32
3.5.- CARACTERISTIQUES DES DONNEES DE REFERENCE	34
3.5.1.- Méthodes d'élaboration d'une courbe de croissance	34
3.5.2.- Echantillonnage	37
3.5.3.- Organisation de l'étude	38
CHAPITRE 4 : COURBES DE REFERENCE	
4.1.- COURBES DE REFERENCES NATIONALES	39
4.1.1.- Courbes américaines	39
4.1.2.- Courbes françaises	46
4.1.3.- Courbes britanniques	47
4.1.4.- Courbes italiennes	50
4.2.- COURBES DE REFERENCES INTERNATIONALES	53
4.2.1.- Courbes NCHS/OMS 1977	53
4.2.2.- Courbes OMS 2005	53
4.2.3.- Courbes OMS 2007	54
4.2.4.-Références de l'IOTF	55
CHAPITRE 5 : EXPERIENCE ALGERIENNE	
5.1.- DEVELOPPEMENT PHYSIQUE DE L'ELEVE ALGERIEN	56
5.2.- CROISSANCE DES ALGERIENS DE L'ENFANCE A L'AGE ADULTE, REGION DES AURES	57
5.3.- ETUDE DE LA CROISSANCE D'ENFANTS ALGERIENS DU TELL ET DU AHAGGAR (SAHARA)	59
5.4.- DONNEES BIOMETRIQUES DE LA POPULATION ALGERIENNE AGEE DE 0 A 19 ANS	60
5.5.- CROISSANCE ET DEVELOPPEMENT DE L'ELEVE ALGERIEN	60
5.6.- CROISSANCE DE L'ENFANT ALGERIEN	61
5.7.- DONNEES ANTHROPOMETRIQUES DES ELEVES AGES DE 5 A 18 ANS DANS LA COMMUNE DU KHROUB EN 1996/97 ET 1999/2000 ET 2001/02	62
MATERIEL ET METHODES	
1- CADRE GENERAL DE L'ETUDE	64
1.1.- Monographie de Constantine	64
1.2.- Données sur l'enseignement scolaire à la Wilaya de Constantine	67
2- METHODOLOGIE	68
2.1.- TYPE DE L'ETUDE	68
2.2.- POPULATION CIBLE	68
2.3.- ECHANTILLONNAGE	69
2.4.- MATERIEL	71
2.5.- MESURES ANTHROPOMETRIQUES	74
2.6.- ORGANISATION DE L'ENQUETE	75

2.7.-PROBLEMES RENCONTRES	78
---------------------------	----

RESULTATS

1.- COMPARAISON DE L'ETUDE AVEC LES RECOMMANDATIONS DE L'OMS (1995)	79
1.1.-TYPE DE L'ETUDE	79
1.2.- PROCEDURE D'ECHANTILLONNAGE	79
1.3.- POPULATION ETUDIEE	81
1.4.- ECHANTILLON RETENU	82
1.4.- MATERIEL ET MESURES	83
2- COMPARAISON DE LA METHODOLOGIE DE L'ETUDE AVEC CELLE D'AUTRES ETUDES	84
3- TRAITEMENT DES DONNEES	88
4.- PROPOSITIONS	88
CONCLUSION	90
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	91
ANNEXES	

LISTE DES TABLEAUX

Numéro	Titre du tableau	Page
01	Classification de TANNER des stades de développement pubertaire (INSERM, 2007)	16
02	Normes traditionnellement utilisées pour la puberté chez la fille (MARCHALL et TANNER, 1969 cités par INSERM, 2007)	17
03	Normes habituellement utilisées pour la puberté chez le garçon (MARCHALL et TANNER, 1969 cités par INSERM, 2007)	17
04	Effectif total des élèves scolarisés, tirés au sort et enquêtés par palier	79
05	Effectif total des élèves tirés au sort, enquêtés par établissement	80
06	Exemple de valeurs de précision contrôleur, enquêteurs	83
07	Exemple de valeurs du Test de STUDENT	84
08	Comparaison des différentes études d'élaboration de courbes de référence	87

LISTE DES FIGURES

Numéro	Titre des figures	Page
01	Sélection de l'échantillon des élèves inclus dans l'étude	81
02	Répartition de l'échantillon selon l'âge et selon le sexe	82

LISTE DES ANNEXES

Numéro	Titre des annexes
01	Tableaux relatifs aux études algériennes
02	Tableaux relatifs aux données statistiques de la wilaya de Constantine
03	Tableaux relatifs aux données de l'enseignement de la wilaya de Constantine
04	Données relatives au guide scolaire annuel 2005/2006 de la DEN
05	Questionnaire et fiche anthropométrique utilisés dans l'enquête
06	Procédure de standardisation de collecte des données anthropométriques sur terrain de l'OMS 1983
07	Tableaux relatifs aux effectifs de l'étude Constantine 2008/2009

LISTE DES ABREVIATIONS

ALNUTS	Laboratoire Alimentation, Nutrition et Santé
ANDRS	Agence Nationale de Recherche en Santé
BMI	Body Mass Index
BMI/A	Body Mass Index per Age
CDC	Center of Diseases Control and Prevention
CEM	Collège d'enseignement Moyen
CHU	Centre Hospitalo- Universitaire
CIE	Centre International de l'Enfance
DEN	Direction de l'Education Nationale
DPAT	Direction de la Planification et de l'Aménagement du Territoire
DS	Déviation Standard
DSP	Direction de la Santé et de la Population
EHS	Etablissements Hospitaliers Spécialisés
ET	Ecart Type
FRI	Fels Research Institute
G numéro	Stade de développement des organes génitaux externes du garçon
Gr	: Gramme
Ibs	Livre
INATAA	Institut de la Nutrition, de l'Alimentation et des Technologies Agro-Alimentaires
IMC	Indice de Masse Corporelle
IMC	Indice de Masse Corporelle par Age
IOTF	International Obesity Task Force
Kg	Kilogramme
M	Mètre
NCHS	National Center for Health Statistics
NHANES	National Health and Nutrition Examination Survey
NHES	National Health Examination Survey
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
ONS	Office National des Statistiques (Algérie)
P	Poids
P numéro	Stade de pilosité pubienne
P/A	Poids pour Age
PC	Périmètre Crânien
P/T	Poids pour Taille
PC/A	Périmètre Crânien par Age
RCIU	Retard de Croissance Intra Utérin
RGPH	Recensement Général de la Population et de l'Habitat
S numéro	Stade de développement mammaire de la fille
SIEDP	Société Italienne d'Endocrinologie Pédiatrique et du Diabète
T	Taille
T/A	Taille pour Age
UDS	Unité de Dépistage et de Suivi
UK	United Kingdom
UNICEF	United Nations International Children Emergency Fund
USA	United States of America
WHO	World Health Organisation
Z	Ecart réduit

Introduction

INTRODUCTION

Le suivi de la croissance de la taille, du poids, du périmètre crânien et du développement pubertaire est un élément clé dans la surveillance d'un enfant. Ces mesures sont universellement standardisées et se réfèrent à des courbes de croissance. Cela permet de rassurer l'enfant et sa famille sur l'évolution de son corps et surtout de dépister toute anomalie de croissance.

D'après de ONIS et HABICHT (1996), l'évaluation de la croissance est l'outil le plus utile pour définir l'état de santé et l'état nutritionnel de l'enfant, tant au point de vue individuel que démographique.

Les courbes de croissance sont une présentation des mesures corporelles, qui contribuent à apprécier la forme et la taille et à observer les tendances de rendement de la croissance. Elles permettent d'évaluer et de surveiller chaque enfant et de faire du dépistage dans des populations entières (de ONIS *et al.*, 2007a). La référence anthropométrique permet donc de comparer la croissance d'individus vivants dans des environnements différents et de situer ces groupes les uns par rapport aux autres (WRIGHT *et al.*, 2002).

D'après MARTORELL *et al.*, (1989) ; THIBAUT *et al.*,(2009) même s'il existe certaines différences de croissance raciales et ethniques, ces différences sont relativement minces par rapport aux variations de croissance mondiales imputables à des influences sanitaires et environnementales (par exemple mauvaise alimentation, maladies infectieuses, statut socio-économique).

Dans la mesure où les données de référence sous-entendent certaines caractéristiques ou certains profils de normalité, elles ont été massivement mal utilisées pour tirer des conclusions sur la santé et/ou l'état nutritionnel des individus et des populations.

Selon CHAULIAC et MASSE-RAIMBAULT (1989), vu les diverses conditions de vie existant dans le monde, les données de référence ne constituent pas un objectif universel. Pour chaque pays, voire pour chaque région, les responsables de la santé peuvent établir des données de références locales.

Donc, il serait plus intéressant de comparer les individus d'une population vivants dans les mêmes conditions en utilisant des courbes de référence locales. Selon GOLDSTEIN et TANNER, (1980), les courbes de références pour surveiller les enfants doivent dériver de la population ou sous population dans laquelle l'enfant vit. Il semble inapproprié d'utiliser des standards dérivés d'un groupe économiquement privilégié, et d'utiliser dans un pays les références d'un autre pays. En effet, de nombreux pays utilisent leurs propres références ou des références régionales. Au niveau national, une référence commune doit donc être acceptée et

utilisée par tous les personnels de santé (chercheurs, cliniciens, travailleurs sanitaires et sociaux). Si des références locales sont recommandées, il est intéressant de temps en temps de comparer ses propres données à celles d'autres pays sur la base d'une référence internationale commune (CHAULIAC et MASSE-RAIMBAULT, 1989).

L'établissement des normes de 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 des couches sociales les plus favorisées et bénéficiant d'une bonne protection médico-sociale (WATERLOW, 1976). Donc l'appréciation du niveau socio-économique des individus constituant l'échantillon est nécessaire.

L'Organisation mondiale de la santé (OMS) a publié de nouveaux standards permettant d'évaluer la croissance des enfants et des adolescents (WHO, 2006 ; de ONIS *et al.*, 2007b). Ils ont été élaborés pour remplacer les courbes de référence internationales National Center for Health Statistics (NCHS/OMS) dont les limites ont été largement détaillées.

L'Algérie utilise à ce jour les références NCHS/OMS (1977) pour le poids par âge, taille par âge et les références françaises de SEMPE (1979) pour le périmètre crânien par âge, elles figurent sur le carnet de santé des enfants algériens.

Il y a peu d'études entreprises pour la réalisation des courbes de référence locales dans les pays en développement. D'autant que dans notre pays, ces études ne sont pas disponibles ou accessibles si elles existent, hormis l'étude du Pr ALLAS en 1995 menée sur des enfants à Constantine et celle de Pr DEKKAR en 1986 menée sur des enfants et adolescents algériens.

L'Algérie ne dispose pas encore de ses courbes locales de croissance. Il est recommandé de les construire et de les comparer avec celles d'autres pays.

Les jeunes représentent une classe démographique importante dans notre pays. La répartition de la population par âge indique l'importance de la jeunesse dans sa composante. La population âgée de moins de 25 ans représente 54,8% de la population totale de la wilaya de Constantine. Le taux de scolarisation de la population totale âgée de 5 à 14 ans est de 75,7% (DPAT, 2008). Donc les établissements scolaires représentent un lieu privilégié pour collecter les données anthropométriques nécessaires à la réalisation des courbes de référence. De là découle notre intérêt pour les courbes de croissance locales des enfants et des adolescents.

Notre travail a pour objectifs de :

- Présenter la méthode d'élaboration des courbes de référence locales des enfants et adolescents de 6 à 18 ans de la commune de Constantine ;
- Comparer la méthodologie suivie dans notre étude avec celle recommandée par l'OMS (OMS, 1995) et celles utilisées par d'autres pays ;
- Proposer des rectifications pour l'amélioration de notre méthodologie

Synthèse bibliographique

CHAPITRE 1 : DEVELOPPEMENT ET CROISSANCE HUMAINE

1.1.- DEFINITIONS

Le terme *développement* désigne l'ensemble des phénomènes qui participent à la transformation progressive de l'être humain depuis la conception jusqu'à l'âge adulte. Le *développement physique* est la résultante d'un processus de croissance et d'un processus de maturation. *La croissance somatique* est l'augmentation en taille, en poids, en surface ou en volume, suivant les cas, des différentes parties du corps et de tous les organes et tissus qui le composent. *La maturation* représente, plus qu'un processus de multiplication, elle est un perfectionnement des structures et des fonctions dans l'évolution vers l'état adulte ; c'est l'exemple des maturation dentaire, sexuelle, neuromotrice...(BOURRILLON, 2003).

Le *développement psychique* intéresse divers secteurs qu'il est artificiel de séparer sinon pour des raisons didactiques et pratiques. C'est ainsi que l'on peut distinguer un développement moteur, sensoriel, cognitif, affectif et social en fait interdépendant et communément dénommé développement psychomoteur (BOURRILLON, 2003).

La croissance intéresse non seulement le domaine physique mais également le domaine psychologique : maturation affective, psychique et intellectuelle. L'enfant qui progresse sur ses deux plans a une croissance harmonieuse.

La croissance staturale est le mécanisme qui permet à l'individu d'atteindre une taille adulte (DESPERT, 2000). Elle est liée à l'allongement des os longs et à la croissance vertébrale par l'intermédiaire du cartilage de la croissance. Elle est le résultat de l'interaction de phénomènes complexes intriqués, parmi lesquels on reconnaît les déterminants génétiques, les facteurs hormonaux, les facteurs nutritionnels et d'environnement (THIBAUT et *al.*, 2009).

La croissance pondérale est la prise de poids, elle est parallèle à la celle de la taille (DESPERT, 2000). Elle s'évalue grâce à la courbe du poids selon l'âge, et de façon plus précise, grâce à la courbe de corpulence.

La croissance n'est pas seulement quantitative mais renvoie également à une dimension qualitative qu'exprime la notion de maturation. La croissance staturale et pondérale sont imbriquées et leur analyse doit se faire de manière conjointe (THIBAUT et *al.*, 2009).

1.2.- CARACTERISTIQUE DU DEVELOPPEMENT

Selon GASSIER *et al.* (1989), le développement est caractérisé comme étant un phénomène global, cinétique et unique.

Un phénomène global, car le développement somatique associe : la croissance pondérale et staturale, l'augmentation du volume des organes et des viscères, l'évolution des proportions des différents segments corporels, et la maturation des os. Simultanément à la croissance somatique, l'enfant se développe sur le plan moteur, intellectuel, affectif et social. Ces différentes

transformations intimement liées les unes aux autres, et soumises à des influences communes, tendent à la construction harmonieuse de la personne (GASSIER *et al.*, 1989).

Un phénomène cinétique, parce que le rythme du développement somatique varie selon les périodes de la vie.

Un phénomène unique parce que le rythme de développement est propre à chaque individu. Le développement ne survient pas de façon erratique, mais selon un ordre défini. Il y a une relation directe entre chacune des étapes et l'une dépend toujours de la précédente. Chaque enfant est unique ; il ne devrait jamais être catalogué comme membre d'un groupe ou confondu avec l'ensemble. Chaque enfant a son propre rythme de croissance, mais l'ordre dans lequel les étapes surviennent est assez constant. Par exemple, un enfant doit pouvoir s'asseoir avant de se tenir seul debout. L'âge auquel tel enfant en particulier acquiert telle habileté spécifique peut varier tout en demeurant à l'intérieur de certaines limites acceptables (MARLOW, 1973).

1.3.- STADES DU DEVELOPPEMENT

1.3.1.- Stades de la croissance staturo-pondérale

La croissance normale se déroule de façon ininterrompue de la conception à la maturation. Selon DESPRES et le COMPTE-PRIN (1988), nous pouvons schématiser deux étapes de croissance rapide, séparées par une période de développement assez uniforme et régulière.

A. Première étape

La première étape comporte les périodes foetale, néonatale (de la naissance à 1 mois) du nourrisson (jusqu'à 18 mois) et de la première enfance (jusqu'à 3 ans). Elle est marquée par une croissance très rapide que l'on peut étudier avant la naissance par échographie. A 6 mois de gestation le fœtus a acquis 70% de sa taille de naissance mais n'a encore que 25% de son poids. Après la naissance, l'évolution de la taille reflète ce dynamisme : elle est de 50 cm à la naissance, le gain statural atteint 20 à 25 cm pendant la première année (72 à 75 cm à 12 mois), 12 cm la deuxième année (83 à 86 cm à 2 ans).

Le poids est également un bon indicateur de croissance, il reflète aussi l'état de nutrition. Le poids à la naissance est en moyenne de 3 400 à 3 500 g. La progression pondérale est rapide ; le poids double vers le quatrième- cinquième mois, triple à douze mois.

Pendant cette première étape de la croissance, on assiste également à des modifications des proportions du corps : développement très rapide de la tête et en particulier du cerveau, dont témoigne l'augmentation rapide du périmètre crânien (12 cm en 12 mois), changement rapide de la morphologie. En fait la plupart des organes vitaux vont participer à cette croissance rapide. Les proportions du corps sont inversées par rapport à celles de l'adulte : brièveté du segment inférieur (distance pubis- sol) avec un rapport segment inférieur/segment supérieur (SI/SS) très faible de 0,50 (GASSIER *et al.*, 1989).

B. Deuxième étape

La seconde étape est caractérisée par une croissance très régulière et plus lente. Elle s'étend de l'âge de trois ans à la puberté. La régularité de la croissance pendant cette période se traduit sur les courbes staturales avec un gain de taille de 5 à 6 cm par année et un accroissement pondéral de 2 à 2,5 kg par année. On assiste à une modification générale de la morphologie avec allongement du segment inférieur. Le rapport SI/SS devient égal à 1 à l'âge de dix ans ; les points d'ossification apparaissent selon une chronologie bien établie.

C. Troisième étape

C'est la période de l'adolescence. Au cours de cette étape se produisent les modifications pubertaires, elles sont relativement rapides. La puberté est difficile à définir chronologiquement. Elle commence à 10 ou 12 ans chez la fille, à 12 ou 13 ans chez le garçon, jusqu'à la fin de la puberté. Pendant cette période se produisent les bouleversements de la période pré pubertaire et de la puberté. La taille retrouve un rythme d'accroissement rapide, le poids subit une augmentation qui précède le gain statural d'où la fréquence des excès pondéraux pré pubertaire. La morphologie évolue rapidement soit vers le type féminin avec développement de la graisse sous-cutanée des hanches et des fesses, l'élargissement du bassin, soit vers le type masculin avec développement des masses musculaires, élargissement du thorax. Les mesures segmentaires reflètent bien cette différenciation telle que l'augmentation du diamètre bi acromial chez le garçon et du diamètre bi-crétal iliaque chez la fille. Nous assistons, enfin, au développement des caractères sexuels secondaires (DESPERT, 2000).

1.3.2.- Stades du développement psychomoteur

Le développement psychomoteur de l'enfant concerne l'ensemble des progrès accomplis par l'enfant, tant sur le plan psychique (intelligence, langue, affectivité) que sur le plan moteur (mouvements du corps et des membres). Ces deux phénomènes évoluent parallèlement (GASSIER *et al.*, 1993).

Le développement psychomoteur est étroitement lié à :

- Maturation cérébrale ;
- Qualité des échanges affectifs ;
- Stimulation de l'environnement.

Les stimulations offertes à l'enfant ont un rôle important dans le cours du développement de l'enfant. L'enfant vit par le jeu, et grâce à lui il s'éveille à la vie. Découvrir, expérimenter, créer, toucher sont des actes fondamentaux pour l'enfant.

Le développement psychomoteur de l'enfant se fait par stades se succédant toujours dans le même ordre, indépendamment de l'environnement humain.

Un stade de développement est l'ensemble des compétences d'un enfant à un âge donné.

Le développement de l'enfant ne suit pas une ligne ascendante continue, mais il se fait par « paliers » successifs de durée variable selon les enfants. A chaque palier, le développement semble être stationnaire. En fait, le palier sert de tremplin pour acquérir une nouvelle maturité.

1.4.- FACTEURS INFLUENÇANT LE DEVELOPPEMENT

La croissance est soumise à l'influence de déterminants biologiques tels que le sexe, le milieu intra-utérin, le rang de naissance, le poids à la naissance, la gémellité, la stature et la constitution génétique des parents. Elle dépend aussi de facteurs extérieurs, entre autres le climat et le niveau socio-économique. Le milieu ambiant exerce principalement son influence par la présence ou l'absence de maladies infectieuses, parasitaires ou psychiques et surtout par le niveau qualitatif et quantitatif de l'alimentation (JELLIFFE, 1969).

De façon générale, les travaux récents indiquent que le milieu, et en particulier l'alimentation, jouent un rôle plus important que le patrimoine génétique ou d'autres facteurs biologiques. Les dimensions du corps sont fortement influencées par la nutrition surtout dans la période de croissance rapide de la première enfance.

1.4.1.- Facteurs de l'environnement

La bonne santé de l'enfant et l'harmonie de son développement somatique dépendent des conditions dans lesquelles il croît.

A. Alimentation

L'apport alimentaire, qualitatif et quantitatif, doit satisfaire aux besoins spécifiques liés à la croissance. Une malnutrition, qu'elle soit la conséquence d'une carence d'apport ou d'une malabsorption, entraînera un retard de croissance. A l'inverse, la constitution d'un excès de poids s'accompagne d'une accélération de la croissance et d'une avance globale de maturation (THIBAUT *et al.*, 2009).

Dans les périodes de croissance accélérée, le manque de protéines animales (lait, en particulier) et l'insuffisance d'apport calorique sont, incontestablement, les carences les plus dommageables pour l'organisme. Elles entraînent précocement une stagnation de la courbe de poids, tandis que la taille n'est freinée que si l'insuffisance persiste. L'équilibre hormonal et les fonctions enzymatiques sont aussi perturbés. En cas de malnutrition la récupération est d'autant plus difficile que l'enfant est plus jeune, surtout dans la première année de la vie (GASSIER *et al.*, 1989).

Le niveau de corpulence dépend principalement de l'équilibre entre les apports et les dépenses énergétiques. L'excès d'apport est surtout constaté en phase de constitution ou d'aggravation de la surcharge pondérale. Une attention particulière est accordée actuellement à l'équilibre des apports

en macronutriments, qui devrait tenir compte des besoins spécifiques aux différents stades du développement et notamment aux besoins très spécifiques de la petite enfance.

B. Hygiène de vie et hygiène corporelle

Si les soins du corps, en écartant certains risques infectieux, sont indispensables au maintien de la santé, le respect des biorythmes de l'enfant a toute son importance aussi bien pour son équilibre nerveux que pour l'harmonie de son développement physique (GASSIER *et al.*, 1989). Plus un enfant est jeune et plus il a besoin de sommeil et de repos. A l'âge scolaire, 9 et 10 heures de sommeil, sont nécessaires, auxquels s'ajoutent, pour les enfants de 3 à 6 ans, deux heures de sieste (SOREL *et al.*, 1972).

C. Conditions socio-économiques et culturelles

La situation socio-économique de la famille retentit sur le développement somatique et intellectuel de l'enfant. A âge égal, les enfants de familles économiquement démunies sont plus petits, pèsent moins lourds et leur développement est globalement moins avancé que dans les familles aisées.

Cet état tend à disparaître dans les sociétés développées alors qu'il reste manifeste dans les pays en voie de développement. Si pendant longtemps, l'appartenance à un milieu défavorisé était associée à un risque de dénutrition, elle est actuellement, notamment dans les pays développés, un facteur de risque majeur d'obésité (THIBAUT *et al.*, 2009).

D. Conditions psycho-affectives

L'équilibre psycho-affectif du jeune enfant retentit directement sur son appétit. L'enfant est en quête permanente de communication, de manifestations d'affection de la part de l'adulte. En situation de carence affective, il se trouve insécurisé, triste, et n'éprouve plus ni le besoin, ni le plaisir de manger (GASSIER *et al.*, 1989). L'importance des facteurs psychologiques transparait dans le modèle pathologique qu'est le nanisme psychosocial, dans lequel le retard de croissance s'accompagne d'un taux d'hormone de croissance (IGF-1) effondré, alors que la sécrétion d'hormone de croissance est normale (THIBAUT *et al.*, 2009).

Des difficultés psychologiques peuvent être associées aussi bien à des situations d'insuffisance que d'excès pondéral.

E. Activité physique

Les niveaux d'activité physique et de sédentarité sont des éléments importants de la croissance pondérale et de la corpulence. Les enfants sont de nos jours plus sédentaires que par le passé, comme le suggère l'augmentation de certains comportements tels que le temps passé devant la télévision ou les jeux vidéo, qui constituent des facteurs de risque de l'obésité (LIORET *et al.*,

2006). L'activité physique contribue à diminuer le bilan énergétique et a un rôle favorable sur la composition corporelle, les capacités fonctionnelles et le développement des enfants.

F. Environnement naturel

La taille des populations en haute altitude est significativement plus petite que celle des populations vivant au bord de la mer. Ceci peut être expliqué par le fait que leur niveau économique est plus faible et leur alimentation généralement plus pauvre. Les saisons rythment la croissance qui est un peu plus rapide au printemps et en été qu'en automne et en hiver (THIBAUT *et al.*, 2009).

1.4.2.- Facteurs génétiques

L'existence indéniable de l'influence génétique sur les phénomènes de croissance n'écarte pas pour autant le rôle de l'environnement. Ainsi jusqu'à 3 ans, l'action des facteurs de l'environnement est prépondérante, tandis qu'au-delà les facteurs génétiques s'expriment plus nettement, notamment (GASSIER *et al.*, 1989) :

- Facteur racial, qui touche aussi bien la taille que la vitesse de croissance ;
- Facteur familial, car l'enfant a les mêmes caractéristiques de croissance que ses parents ;
- Facteur de maturation qui varie en fonction du sexe (l'âge osseux du garçon est en retard sur celui de la fille).

A. Hérité

La génétique a une grande influence sur la croissance staturale, qu'on l'aborde par la taille adulte, les proportions corporelles, la cinétique de la croissance ou le rythme de maturation. En témoignent les différences interethniques parfois considérables ou, à l'inverse, les similitudes retrouvées à l'échelle d'un même groupe ethnique et plus encore d'une même famille. Dans la population générale, l'amplitude des variations de la taille adulte entre -2 et +2 écarts- types est de l'ordre de 25 cm, alors que cet écart se trouve réduit à 16 cm au sein des fratries et à seulement 1,6 cm pour les jumeaux homozygotes. Si l'on s'intéresse à la vitesse de croissance, à chaque stade (nourrissons, enfance, puberté) les coefficients de corrélation interfamiliaux sont également proches de 0,5. La similitude de vitesse de croissance s'accroît avec l'âge de l'enfant, ce qui implique que l'expression des facteurs génétiques devient, avec l'âge, de plus en plus importante. Les pères et les mères contribuent de manière égale à la croissance des enfants, cependant pour les filles et à partir de 8 ans, la corrélation est meilleure avec la mère (THIBAUT *et al.*, 2009).

Des progrès importants ont été réalisés dans la compréhension des bases génétiques de la corpulence. Il existe une inégalité des individus face à l'obésité. Les études comparant la corpulence entre vrais et faux jumeaux, ainsi que celles comparant les relations entre la corpulence des parents et des enfants, selon que les enfants sont adoptés ou non, plaident en

faveur de l'existence de facteurs génétiques. La part attribuée à l'hérédité dans la prédisposition à l'obésité varierait de 50% à 80% (THIBAUT *et al.*, 2009).

B. Taille parentale et prédiction de la taille finale

L'importance de l'hérédité rend compte des tentatives d'estimation de la taille adulte d'un individu. On définit ainsi la taille cible comme étant le niveau auquel on projette ce que devrait être la taille adulte d'un individu en fonction de la taille de ses parents, à l'exclusion de tout autre facteur. Elle se détermine par l'équation suivante, ou formule de TANNER :

Taille cible (garçon) = (taille de la mère + taille du père + 13)/ 2

Taille cible (fille) = (taille de la mère + taille du père - 13)/ 2

La taille prédite est le niveau auquel on projette la taille de l'enfant à partir d'éléments actuels ou recueillis antérieurement ; on peut y répondre de manière assez précise lorsque la croissance se déroule de façon normale, mais de manière moins nette lorsque la croissance se déroule hors des normes en situation pathologique (THIBAUT *et al.*, 2009).

Toutes les méthodes de prédiction de taille sont basées sur l'emploi d'indicateurs qui ont une corrélation significative avec la taille adulte. Les principaux sont : la taille de l'enfant, la taille parentale moyenne et la maturation osseuse.

C. Accroissement séculaire

On enregistre depuis quelques décennies une accélération de la croissance par rapport aux générations précédentes. Cette tendance concerne la taille, mais aussi le poids, et s'accompagne d'une maturation pubertaire atteinte à un âge plus précoce qu'autrefois (THIBAUT *et al.*, 2009). Il s'agit de phénomène général d'évolution de l'espèce qui n'est pas nouveau et qui renvoie à un mécanisme constant d'adaptation du potentiel génétique à l'environnement dans lequel il évolue. La comparaison des enfants français (nés en 1955) de l'étude longitudinale internationale de croissance avec les enfants de même origine (nés en 1985) de l'étude nutrition croissance, a permis de confirmer ces observations (DEHEEGER et ROLLAND CACHERA, 2004). Ainsi, actuellement les enfants sont plus grands (il existe dans les deux sexes un allongement relatif des jambes) et ils ont plus de masse grasse (la masse maigre a peu changé). L'allongement des jambes et l'augmentation des plis cutanés abdominaux suggèrent une morphologie plus androïde des enfants (filles et garçons) des plus jeunes générations, pouvant être associée à une augmentation des facteurs de risques, notamment cardiovasculaires.

1.4.3.- Facteurs endocriniens

C'est un facteur intrinsèque complexe. L'activité hormonale joue un rôle important tant dans la croissance staturale que dans la maturation osseuse.

L'observation de pathologie provoquée chez l'enfant par excès ou par défaut de certaines hormones et les expériences chez l'animal permettent d'affirmer l'action déterminante des

hormones et leurs effets complémentaires (GASSIER *et al.*, 1989). Les hormones intervenant dans la croissance sont :

A. Hormone de croissance ou hormone somatotrope (STH)

Selon GURAN (1986), c'est une protéine sécrétée par l'antéhypophyse au cours du sommeil profond : des dosages dans le sérum ont montré que le taux de STH varie en fonction de l'alimentation mais aussi de l'âge de l'enfant. Ainsi, durant la période de croissance rapide, le taux de sécrétion de la STH est nettement plus élevé que chez l'adulte.

Son action sur la croissance du squelette est particulièrement nette au niveau des cartilages de conjugaison. De plus, ses propriétés métaboliques ne sont pas négligeables puisque la STH a un effet sur (GURAN, 1986) :

- La synthèse des graisses de réserve et la correction de l'hypoglycémie à jeun ;
- La synthèse des protéines du cartilage osseux dont la croissance est stimulée ;
- La rétention des éléments minéraux (phosphore, calcium, magnésium, potassium) sans en modifier le taux sanguin ;
- L'augmentation de l'absorption intestinale et l'élimination urinaire du calcium.

B. Hormones thyroïdiennes

De la naissance à la fin de la croissance, la thyroïde augmente de volume et la sécrétion thyroïdienne, facteur indispensable à l'évolution de l'os, est le principal régulateur de la croissance. Ce phénomène est dû en particulier à l'action de la triiodothyrosine ou T3 et de la thyroxine ou T4 (GURAN, 1986).

Une insuffisance thyroïdienne entraîne un ralentissement de la croissance staturale et un retard important de la maturation osseuse.

C. Hormones corticosurrénales

D'après GURAN (1986), les glucocorticoïdes n'interviennent pas physiologiquement dans le déterminisme de la vitesse de croissance. Ils jouent un rôle négatif sur la croissance lorsqu'ils sont en excès. Un ralentissement ou un blocage de la croissance staturale est observé dans le cas d'un hypercorticisme spontané (maladie de Cushing) ou thérapeutique (corticothérapie prolongée).

D. Hormones sexuelles

Les androgènes interviennent dans la croissance squelettique et musculaire, d'une part en agissant sur le cartilage de conjugaison, d'autre part en régulant la sécrétion de la STH.

Les oestrogènes, sécrétés en faible quantité chez le garçon, jouent un rôle essentiel dans la maturation osseuse chez la fille (GURAN, 1986).

1.4.4.- Etat de santé et intégrité des grandes fonctions

L'état de santé de l'enfant est un facteur non négligeable de croissance. Tout organisme soumis, en période de croissance, à des affections répétées, épuise ses forces dans la réparation et l'entretien, au détriment de sa construction. Ainsi par exemple, aussi banales soient-elles, les affections ORL et pulmonaires répétées entraînent des perturbations dans le rythme de développement du jeune enfant. D'où la nécessité de soins réguliers et adaptés aux besoins de l'enfant (GASSIER *et al.*, 1993).

L'intégrité des grandes fonctions (appareils digestif, respiratoire, cardio-vasculaire et rénal) est nécessaire pour assurer une croissance normale : Sachant que les divers stimuli métaboliques ou hormonaux responsables de la croissance vont s'exercer sur des tissus récepteurs et ne pourront être efficace que si ceux-ci sont aptes à répondre à ces incitations (DESPRES et LE COMTE-PRIN, 1988).

Les maladies aiguës ralentissent temporairement la croissance et sont ensuite habituellement suivies d'une phase de croissance rapide de rattrapage. Les maladies chroniques entraînent souvent un retard statural. Certains d'entre elles (maladie coeliaque, mucoviscidose, maladies inflammatoires, etc) peuvent même être révélées par un retard staturo-pondéral. Une cassure de la courbe pondérale est souvent un des premiers signes de certaines pathologies chroniques (digestives, métaboliques, infectieuse, immunitaire, etc.), en particulier chez le jeune enfant. Les pathologies endocriniennes pouvant être associées à un excès de poids (hypothyroïdie, hypercorticisme) s'accompagnent toujours d'une cassure de la courbe de croissance staturale (THIBAUT *et al.*, 2009).

1.5.- MOYENS D'ETUDE DE LA CROISSANCE SOMATIQUE

Les renseignements apportés par l'étude des divers paramètres de la croissance ont une grande importance pour le diagnostic, le traitement et le suivi de nombreuses maladies, et pour l'évaluation de l'état nutritionnel de l'enfant.

En pratique, la croissance est évaluée par des critères anthropométriques et par des critères de maturation osseuse, dentaire, et pubertaire. Il existe normalement une harmonie entre ces paramètres.

1.5.1.- Mesures anthropométriques

Les mesures qui sont régulièrement utilisées pour apprécier le développement somatique des enfants sont la taille, le poids et périmètre crânien. Ces valeurs sont comparées à celles d'une population infantile homogène ou population de référence. Ces mesures sont reportées sur le carnet de santé après chaque examen médical, ou vaccination.

Taille

Il s'agit d'une donnée quantitative. Elle se mesure en position couchée jusqu'à l'âge de 2-3 ans. Pendant cette période, elle est appelée longueur. Après 3 ans, la taille est mesurée en position debout. Pour sa mesure et en disposant d'une toise correctement installée, il faut vérifier la rectitude des membres inférieurs (GURAN, 1986).

Poids

Le poids est une mesure de grande importance à suivre non seulement chez le nourrisson, mais également chez l'enfant plus âgé, car il donne une appréciation plus globale de l'état nutritionnel du sujet (DESPRES et le COMPTE-PRIN, 1988). Jusqu'à deux ans, le poids se mesure à l'aide d'un pèse-bébé, puis comme cela se fait pour la taille à partir de l'âge de deux ans, le poids sera mesuré en position debout. L'enfant sera légèrement vêtu, immobile au centre du plateau, le poids du corps réparti également sur les deux pieds (THIBAUT et al., 2009).

Périmètre crânien

De la naissance à l'âge de trois ans, l'examen inclut systématiquement la mesure du périmètre crânien (PC). Il se mesure en plaçant un mètre ruban souple (gradué en millimètre) juste au dessus des sourcils, en passant au dessus des oreilles et par la bosse occipitale. La mesure est réalisée sur le plus grand périmètre céphalique fronto-occipital (THIBAUT *et al.*, 2009).

Périmètre abdominal

La mesure de tour de taille pourra être utile chez les enfants en surpoids afin d'évaluer l'adiposité abdominale. Il est mesurée sur l'enfant debout, en expiration (fin d'inspiration normale), à mi-distance entre la dernière côte et la crête iliaque (THIBAUT *et al.*, 2009).

1.5.2.- Courbes de croissance

Les variations physiologiques des paramètres de la croissance sont importantes et les mensurations de l'enfant ne doivent pas être comparées à une valeur moyenne mais à une fourchette comportant une valeur minimale et une valeur maximale. La meilleure façon d'apprécier la croissance est d'utiliser des courbes de référence pour chacun des paramètres à étudier (taille, poids, périmètre crânien...).

Pour évaluer la croissance staturale d'un enfant, il est essentiel de tracer sa courbe de taille selon l'âge, afin de surveiller son évolution. Pour cela, on peut recourir au carnet de santé, aux bilans de santé scolaire, aux mensurations familiales. Il faut insister sur l'importance de noter très régulièrement sur le carnet de santé les mesures de l'enfant afin de reconstruire de manière fiable l'histoire de sa croissance. Il est intéressant de mettre l'âge statural en rapport avec le degré de la maturation osseuse et le stade de développement pubertaire (THIBAUT *et al.*, 2009). La courbe staturale constitue le document essentiel pour l'analyse de la croissance. Elle permet de préciser, d'une part, le niveau statural actuel de l'enfant et, d'autre part, à partir de son évolution, d'estimer

sa vitesse de croissance. Une croissance normale régulière dans un même couloir comprise entre - 2 et + 2 DS peut être considérée comme normale.

Les courbes de poids ne sont pas suffisantes pour l'évaluation du statut pondéral des enfants avec précision. Pour cela, on peut utiliser les courbes du poids selon la taille, mais elles ne prennent pas en compte l'âge. Comparants différents indices de la formes poids/taille ⁿ, il a été montré que le poids (kg)/ taille (m)² était l'indice le plus lié au poids et à la masse grasse, tout en étant indépendant de la taille (ROLLAND- CACHERA *et al.*, 1982). Il s'agit de l'indice de QUETLET appelé aussi indice de corpulence ou indice de masse corporelle (IMC). Les courbes de corpulence reflètent l'évolution de l'adiposité au cours de la croissance.

Jusqu'à trois ans, il faut également tracer la courbe de croissance du périmètre crânien, particulièrement rapide sur cette période, pour dépister une insuffisance ou un excès de croissance (THIBAUT *et al.*, 2009).

1.5.3.- Vitesse de croissance

La vitesse de croissance reflète l'aspect dynamique ou cinétique de la croissance. Elle est le gain de croissance obtenu en un temps donné. Ainsi, la croissance staturale est exprimée en cm/an (ROY, 1997). Elle est calculée par le quotient de l'accroissement de la taille dans un intervalle de temps par la longueur de cet intervalle. Elle est exprimée, après une règle de 3, en cm par trimestre, par semestre ou par année (GRENIER *et al.*, 1985). Elle n'est pas constante et varie en fonction de l'âge :

- Elle est rapide de la naissance à 4 ans (50 cm à la naissance, 100 cm à 4 ans),
- Elle est linéaire ensuite de 4 ans au début de la puberté (5 à 6 cm par an),
- Elle est accélérée au cours de la puberté,
- Elle décélère et s'annule au terme de la puberté.

Le gain de croissance peut être chiffré entre deux temps donnés. Une courbe de vitesse de croissance peut donc ainsi être établie en fonction des années d'âge, pour un paramètre donné, pour un sexe et une population déterminée. Ces courbes peuvent être exprimées en déviations standard (DS) ou en percentiles.

Chaque organe n'a pas la même vitesse de croissance :

- La croissance du cerveau est très rapide dans la première année de la vie et presque terminée à l'âge de 6 ans.
- Les membres ont une croissance plus rapide avant la puberté.
- Le rachis a une croissance importante à la puberté.
- Les gonades et l'utérus se développent surtout en période pubertaire.

1.5.4.- Index de maturation

L'évaluation de la maturation osseuse, dentaire et pubertaire est indispensable pour apprécier l'évolution physiologique de l'enfant, prévoir son développement, ou surveiller une éventuelle thérapie.

La maturation osseuse semble un reflet fidèle de la maturation biologique. Elle est évaluée commodément par l'âge osseux. Aussi, toute étude de la croissance suppose la connaissance de la situation de l'enfant par rapport à la puberté.

Age osseux

C'est le plus utilisé. Il consiste à estimer, d'après les tables, le niveau de maturation des cartilages de croissance chez un enfant donné et pour un âge donné.

Selon ROY (1997) la mesure est basée sur l'apparition progressive des centres d'ossification des cartilages épiphysaires ou des os courts (tarse et carpe) de la naissance à l'adolescence. L'âge osseux est déterminé à partir d'abaques préétablis. Cette mesure nécessite une radiographie qu'il faut limiter, en fonction de l'âge, aux régions où les modifications sont les plus importantes.

Ainsi l'âge osseux s'estime habituellement sur le squelette gauche :

- De la naissance à un an : pied, membre (table de Lefevre) ;
- De 6 mois à la puberté : main et poignet gauche face (Atlas Greulich et Pyle) ;
- A la phase pubertaire : étude des soudures des os du poignet et main ;
- Crête iliaque (test de Rissler).

Trois données chiffrées sont comparées au cours du développement de l'enfant, et qui sont concordantes chez l'enfant normal :

- L'âge chronologique (A. C.) est l'âge réel calculé en fonction de la date de naissance ;
- L'âge statural (A. S.) est l'âge estimé à partir de la taille ;
- L'âge osseux (A. O.) est évalué à partir du niveau de la maturation osseuse

Les méthodes de prévisions de la taille adulte tiennent compte de l'âge osseux.

Maturation dentaire

Elle est plus difficile à évaluer. La dispersion considérable de l'index de maturation dentaire rend ce type d'index inutilisable en pratique.

Schématiquement, il existe deux dentitions :

- La première dentition, provisoire, entre 6 et 20 mois (20 dents)
- La deuxième dentition, définitive, entre 6 et 12 ans (28 dents + 4 dents de sagesse inconstantes).

Maturation pubertaire

La puberté est la dernière étape du développement somatique. Elle transforme l'enfant en un adulte capable de reproduction. Sa description, son contrôle et son évaluation doivent être connus (GRENIER *et al.*, 1979).

Le démarrage de la puberté commence par la puberté surrénalienne qui est une stimulation de la puberté androgénique. Elle se traduit par une augmentation progressive de la sécrétion des androgènes surrénaliens, l'absence de caractères sexuels secondaires ou l'apparition de quelques poils pubiens. Elle précède d'environ deux ans la puberté gonadique. Cette dernière est déclenchée par la diminution de sensibilité des récepteurs hypothalamo-hypophysaires aux stéroïdes sexuels. Elle se traduit par une augmentation progressive de sécrétion des gonadotrophines et des stéroïdes sexuels, et par l'ensemble des manifestations cliniques de la puberté.

Selon CHAUSSAIN (1997) lors du déclenchement et du déroulement de la puberté normale, l'A.C. d'apparition des premiers signes pubertaires est très variable. Chez la fille, les âges limites sont 9- 16 ans, en moyenne 11 ans. Chez le garçon, ils sont de 10- 15 ans, avec une moyenne de 12 ans. Il existe également une bonne corrélation entre le début de la puberté et le degré de la maturation osseuse (apparition du sésamoïde du pouce) :

- A. O. de 10- 11 ans chez la fille ;
- A. O. de 12-13 ans chez le garçon.

L'âge du début de la puberté est influencé par des facteurs familiaux, nutritionnels et socioéconomiques d'où l'avance séculaire de la puberté.

L'accélération de la croissance staturale est constante lors de la puberté. Chez la fille, la vitesse de croissance moyenne est de 7,5 cm la première année de la puberté et 5,5 cm la deuxième année. Chez le garçon, elle est de 8,7 cm la première année de la puberté et 6,5 cm la deuxième année. Cette croissance s'arrête environ 5 ans après le début de la puberté.

La puberté représente une étape importante de la maturité. Elle met en oeuvre des modifications corporelles, physiologiques et psychologiques. La croissance durant la puberté représente 15 à 20% de la taille atteinte à l'âge adulte.

La puberté correspond à l'activation de la fonction hypothalamo- hypophyso- gonadique, aboutissant au développement complet de caractères sexuels, à l'acquisition de la taille définitive, de la fonction de reproduction et de la fertilité. Les différents stades du développement pubertaire sont cotés de 1 (stade pré- pubère) à 5 (stade adulte) selon la classification de TANNER portant sur les caractères sexuels secondaires (INSERM, 2007).

TANNER a établi une cotation facilitant la comparaison et la surveillance de l'évolution pubertaire. Trois paramètres sont appréciés : la pilosité dans les deux sexes (P), le développement

des organes génitaux (G) chez le garçon, et celui des seins (S) chez la fille. Suivant la maturation une note est affectée de 1 à 5 à chacun des indicateurs (Tableau 01).

Tableau 01 : Classification de TANNER des stades de développement pubertaire (INSERM, 2007)

Pilosité pubienne P (les 2 sexes)	Développement mammaire S (Fille)	Développement des organes génitaux externes G (Garçon)
P1 : duvet pubien	S1 : saillie du mamelon pré pubère	G1 : les testicules et verge de taille infantile
P2 : Quelques poils longs sur le pubis, à la racine de la verge ou sur les grandes lèvres	S2 : petit bourgeon mammaire avec élargissement de l'aréole	G2 : augmentation du volume testiculaire de 4 à 6 ml, la peau du scrotum s'épaissit et devient plus rouge
P3 : pilosité pubienne au-dessus de la symphyse Poils noirs bouclés, clairsemés	S3 : la glande mammaire dépasse la surface de l'aréole	G3 : continuation de l'accroissement testiculaire de 6 à 12 ml, accroissement de la verge
P4 : pilosité pubienne fournie Poils de type adulte	S4 : développement maximum du sein, saillie de l'aréole et du mamelon sur la glande	G4 : accroissement testiculaire de 12 à 16 ml et de la verge
P5 : la pilosité s'étend à la racine de la cuisse et s'allonge vers l'ombilic chez le garçon	S5 : aspect adulte, disparition de la saillie de l'aréole	G5 : morphologie adulte

Chez la fille, la première manifestation pubertaire est le développement des glandes mammaires (S1). Dans les pays occidentaux, ce développement commence en moyenne à partir de 10,5/11 ans. Le développement de la pilosité pubienne et axillaire survient en général après le stade S2, de même que les modifications de la vulve. Les ménarches surviennent en moyenne entre 2 ans et 2,5 ans après le stade S2, mais le délai est variable d'un individu à l'autre et d'autant plus bref que la puberté est tardive (Tableau 02). Leur date de survenue est considérée comme physiologique entre 10 et 15,5 ans. La maturation osseuse est sous la dépendance des stéroïdes sexuels, d'où une certaine concordance entre l'A. O. de 11 ans (10 à 12 ans) correspondant à l'apparition du sésamoïde du pouce et le début de la puberté chez la fille (S2). Il existe cependant une grande variabilité dans la concordance entre maturation pubertaire clinique et la vitesse de croissance pubertaire (INSERM, 2007).

Tableau 02 : Normes traditionnellement utilisées pour la puberté chez la fille
(MARCHALL et TANNER, 1969 cités par INSERM, 2007)

Stades	Âges (ans)	Stades	Âges (ans)
S2	11,5±1,1	P2	11,6±1,2
S3	12,1±1,1	P3	12,3±1,1
S4	13,1±1,1	P4	12,9±1,1
S5	15,3±1,7	P5	14,4±1,2
Ménarche	13,5±1,1		

Chez le garçon, le premier signe de puberté est l'augmentation du volume testiculaire qui se produit en moyenne vers l'âge de 12- 13 ans (Tableau 03). Les autres signes de maturation pubertaires sont le développement de la pilosité pubertaire et axillaire, l'augmentation de la taille de la verge. De même l'apparition du sésamoïde du pouce correspond à un A. O. de 13 ans et concorde approximativement avec le début de la puberté chez le garçon.

Tableau 03 : Normes habituellement utilisées pour la puberté chez le garçon
(MARCHALL et TANNER, 1969 cités par INSERM, 2007)

Stades	Âges (ans)	Stades	Âges (ans)
G2	11,6±1,1	P2	13,4±1,1
G3	12,9±1,1	P3	13,9±1,0
G4	13,8±1,0	P4	14,4±1,1
G5	14,9±1,7	P5	15,2±1,1

Entre le milieu du XIX siècle et le milieu du XX siècle, l'âge moyen des premières règles a particulièrement diminué, passant de 17 ans à 14 ans aux Etats-Unis et dans plusieurs pays de l'Europe de l'ouest (INSERM, 2007). L'évolution séculaire de l'âge des premières règles serait associée à l'élévation de l'indice de masse corporelle. Chez les garçons, l'âge du stade G2 a augmenté au cours des dernières décennies aux Pays-Bas et a diminué en Suède. Ces données soulignent d'une part l'existence de variation d'un pays à l'autre et d'autre part montrent l'importance du marqueur utilisé pour évaluer l'évolution de l'âge de la puberté : ménarche, stade de Tanner (INSERM, 2007).

Evaluation du développement pubertaire

Selon HERGENROEDER *et al.* (1999), l'estimation de l'âge moyen de la puberté dans une population pose différents problèmes méthodologiques : stade considéré, le type de recueil de données (questionnement, inspection visuelle, palpation). De plus, l'activation biologique de l'axe gonadotrope n'est jamais documentée dans les études et les signes pubertaires sont donc une mesure subrogée de cette activation. L'évaluation des stades de TANNER peut être réalisée par auto- appréciation ou par le médecin, ce qui constitue une approche plus sûre bien qu'il existe d'importantes variations inter- observateurs.

1.6.- TROUBLES DE LA CROISSANCE

La croissance étant un phénomène dynamique, il faut donc considérer le tracé général de la courbe de croissance. La croissance d'un enfant est dite normale si la taille évolue de manière parallèle aux courbes de référence, dans un même couloir entre -2 et +2 déviations standard.

Selon BOURRILLON (1997), l'anomalie de croissance est recherchée lorsque :

- La vitesse de croissance est anormale pour l'âge (ralentie < 5 cm/an ou accélérée > 6 cm/an), avec changement de couloir de croissance ;
- La taille est en dehors de la limite des deux écarts-types ;
- La taille de l'enfant est discordante avec les tailles parentales ;
- L'A. O. est en retard ou en avance importante.

1.6.1.- Petite taille

Le retard statural est défini par une taille inférieure à -2 écart-type ou inférieure au 3^e percentile, et/ou lorsqu'il existe un ralentissement (cassure) de la vitesse de croissance, quelque soit le couloir sur lequel grandissait l'enfant antérieurement (CZERNICHOW, 2003). Dans ce cas il faut rechercher soit :

- Une petite taille familiale ou constitutionnelle : c'est la cause la plus fréquente ; l'examen clinique est normal ; l'étude des antécédents familiaux retrouve parfois des petites tailles familiales ; la vitesse de croissance est régulière et l'âge osseux est peu retardé ou en rapport avec l'âge chronologique.
- Un retard de croissance intra utérin (RCIU) : enfant né petit pour son âge gestationnel. Les enfants rattrapent le plus souvent une taille normale, la première année de leur vie. Quelque soit l'étiologie du RCIU (HTA, éthylisme, malformations utérines, anomalies placentaires, idiopathies), 10 à 15% de ces enfants gardent un déficit statural sévère.
- Des anomalies chromosomiques : la plupart sont accompagnées d'un déficit statural.
- Le syndrome de TURNER associe déficit statural, insuffisance ovarienne, syndrome dysmorphique et malformatif éventuel.

- Des dysplasies osseuses : elles sont révélées par des malformations et/ou des anomalies radiologiques du squelette (chondrodysplasies, dysostose).
- Des maladies chroniques sévères : digestives (maladies de Crohn, colite ulcéreuse, maladie cœliaque) ; rénales (insuffisance rénale chronique) ; cardiovasculaire et pulmonaire ; hématologiques (thalassémie majeure, drépanocytose) ; anomalies du métabolisme ; iatrogénique (traitement par les corticoïdes).
- Des déficits nutritionnels ou vitaminiques : par sous alimentation, que ce soit par carence énergétique globale ou seulement protéique.
- Des causes affectives : dans les formes sévères, les anomalies comportementales, familiales, nutritionnelles sont la cause d'une vitesse de croissance très anormale.
- Des pathologies endocriniennes : hypothyroïdie ; insuffisance hypothalamo-hypophysaire ; insuffisance en hormone de croissance ; hypercorticisme.

1.6.2.-Grande taille

Elle est définie par une taille supérieur à +2 écart-type ou supérieure au 97^e percentile (CZERNICHOW, 2003). Il s'agit le plus souvent d'une grande taille constitutionnelle familiale, lorsque la vitesse de croissance est normale ou modérément accéléré, et l'âge osseux légèrement avancé ou en rapport avec l'âge chronologique. Sinon, Il faut rechercher :

- Une cause endocrinienne : hyperthyroïdie ; acromégalie (excès d'hormone de croissance), sécrétion anormale d'oestrogènes, d'androgènes (puberté précoce, tumeur gonadique ou surrénalienne).
- Un syndrome malformatif : syndrome de Marfan, syndrome de Sotos, syndrome de Klinefelter.

CHAPITRE 2 : ANTHROPOMETRIE

Les mesures anthropométriques sont fréquemment utilisées pour évaluer l'état nutritionnel et l'état de santé des enfants. Les changements dans les dimensions du corps témoignent en général de la santé et du bien-être des individus et des populations. L'anthropométrie est utilisée pour évaluer et prédire la performance, la santé et la survie des individus et reflète le bien-être économique et social des populations (COGILL, 2003).

Le retard de croissance chez l'enfant est un indicateur de développement socioéconomique général au sein des membres les plus pauvres de la population. Il témoigne que les conditions socio économiques sont non favorables à une bonne santé et une bonne nutrition. Il peut aussi être utilisé pour cibler les programmes de développement.

2.1.- DEFINITION ET INTERETS DE L'ANTHROPOMETRIE

L'anthropométrie est une partie de l'anthropologie qui a pour but la mensuration des diverses parties du corps humain (GARNIER et DELAMARE, 1985).

L'anthropométrie est la seule et unique méthode à la fois universellement applicable, peu chère et non invasive permettant d'apprécier la corpulence, les proportions et la composition du corps humain (WATERLOW *et al*, 1977). En outre, la croissance de l'enfant et les dimensions corporelles quel que soit l'âge sont une traduction de l'état global de santé et de bien être des individus comme des populations. L'anthropométrie peut donc être utilisée pour prévoir les aptitudes, l'état de santé et la survie. Ces applications ont un grand intérêt pour la santé publique et les décisions cliniques qui touchent à la santé et au bien-être social des individus et des populations.

Selon l'OMS (1995), les mesures anthropométriques permettent d'évaluer les dimensions et la composition corporelle et traduisent les manques ou les excès de l'apport alimentaire, l'insuffisance d'exercice et la maladie. Elles mettent en évidence que le manque et l'excès peuvent coexister, dans des pays différents, mais au sein même d'un pays, voire même d'une famille, et montrent que certains types de politique de développement et de santé favorisent la nutrition, et d'autres non. Des mesures corporelles simples permettent aussi de repérer les individus, les familles et les communautés qui pourront bénéficier d'interventions dont le but est d'améliorer non seulement la nutrition, mais la santé en général, et donc la survie.

2.2.- MESURES ANTHROPOMETRIQUES

Les mesures sont des données brutes obtenus sur des individus : l'âge, le poids, la taille, le périmètre brachial mais aussi le taux d'hémoglobine, d'albumine sérique, la présence d'un oedème par exemple (OMS, 1995).

La prise des mesures est à la base de l'élaboration des indices et des indicateurs. Toute erreur commise à ce moment conduit à une interprétation erronée de l'état de santé de l'individu et de la

collectivité (CHAULIAC et MASSE-RAIMBAULT, 1989). Il est important de former les enquêteurs pour que l'anthropométrie soit utilisée correctement, suivant des méthodes standardisées, pour faire en sorte que tous les observateurs prennent les mesures de la même façon (WHO, 1983). Il ne faut pas manquer d'introduire dans cette formation les notions relatives aux habitudes vestimentaires et la pudeur locale. On évite bien des difficultés si l'enquêteur est du même sexe que l'enquêté.

Détermination de l'âge chronologique

Chaque fois que possible, l'âge sera établi à partir d'un acte de naissance écrit ou d'un document analogue ; à défaut, on notera la date de naissance indiquée verbalement par la mère ou la personne qui à la garde de l'enfant. Les autres sources d'information ne seront utilisées qu'en dernier ressort. Pour les applications informatisées des enquêtes anthropométriques, l'âge devra être calculé en mois avec une précision d'au moins une décimale (OMS, 1995).

Là où les enregistrements des naissances sont couramment pratiqués et l'âge des individus généralement connu, la détermination de l'âge est une procédure simple : il est fixé en mois ou années révolus selon les cas. Dans de nombreux pays, l'enregistrement des naissances est inexistant ou irrégulier : l'âge est souvent méconnu ou bien calculé par un système différent de la méthode occidentale. Dans de nombreuses populations, l'âge précis ne veut rien dire tant qu'il n'entraîne pas de conséquences sociales tangibles : entrée à l'école, majorité légale, droit à la pension,...etc. Certains peuples reconnaissent des tranches d'âge fonctionnelles ou physiologiques (circoncision, assez grand pour garder les chèvres, en âge de se marier...). Lorsqu'il s'agit de jeunes enfants, il importe d'évaluer l'âge avec la plus grande exactitude possible. Pour les nourrissons et les enfants d'âge préscolaire, l'âge doit être estimé au mois près, au-delà, une estimation à 3 mois près est acceptable. Il faut dans la mesure du possible, recueillir le maximum de documents officiels (acte de naissance, baptême...). Bien souvent, la seule méthode consiste à essayer d'établir un calendrier local utilisant les principaux évènements des années précédentes (agricoles, climatiques, politiques...). Lorsque la mère éprouve, malgré ce calendrier, des difficultés à se rappeler de la date de naissance de l'enfant, les enquêteurs peuvent estimer cliniquement l'âge de l'enfant. L'état de la dentition de lait semble pouvoir fournir un certain nombre d'information (HERCBERG et GALAN, 1989).

Détermination du sexe

Vu que les paramètres anthropométriques sont systématiquement différents, à presque tous les âges de la vie, en fonction du sexe, les données de référence recommandées sont fournies séparément. Les données recueillies doivent par conséquent faire état du sexe des individus concernés (OMS, 1995).

Mesure de la taille

La taille peut être mesurée couchée ou debout. La taille couchée est appelée longueur. Elle est recommandée pour les enfants de moins de deux ans. La taille debout est recommandée pour les enfants de plus de deux ans. Toute fois il est difficile de mesurer exactement la taille des enfants de deux à trois ans, surtout lorsqu'ils refusent de coopérer, de sorte que l'on mesure maintenant souvent la longueur des enfants jusqu'à cinq ans (OMS, 1995). En général, la longueur ou la taille est mesurée et notée à 0,1 cm près, même si l'erreur atteint près de 0,5 cm (OMS, 1995).

Pour un enfant donné, la mesure de la longueur donne un résultat supérieur d'environ 0,5-1,5 cm à la mesure de la taille. Donc l'OMS (1995) recommande de soustraire 1,0 cm, avant de comparer une mesure de longueur à une référence fondée sur la taille pour les enfants de plus de 24 mois.

Pour mesurer les nourrissons et enfants de moins de 2 ans, il faudra mesurer la longueur en position couchée. On opère, en couchant l'enfant sur une planche de bois graduée. L'enfant est posé sur la planche, elle-même posée sur une surface plane. La tête est fermement maintenue contre la planchette fixe, les yeux dirigés à la verticale. Les genoux sont étendus. Le curseur vertical est déplacé jusqu'à prendre appui sur les talons. On note la longueur au 0,1 cm le plus proche (HERCBERG et GALAN, 1989 ; LOHMANN *et al.*, 1988).

Pour les grands enfants et les adultes, on peut se servir d'une toise ou d'une règle graduée fixée à un mur. Après avoir enlevé ses chaussures, le sujet se tient debout sur un plancher plat le long de la règle graduée, les pieds parallèles, les talons, les fesses, les épaules et la tête en contact avec la paroi verticale. La tête doit être maintenue normalement relevée, le rebord inférieur des orbites dans le même plan horizontal que le conduit auditif externe. Les bras doivent pendre dans leur position naturelle. Le curseur, qui peut être une barre de métal ou un bloc de bois, est abaissé doucement, jusqu'à aplatir les cheveux et prendre contact avec le sommet de la tête. On doit tenir compte de la chevelure anormalement épaisse (JELLIFFE, 1969). L'OMS (1995) propose le même protocole de mesure selon la référence LOHMANN *et al.* (1988).

Mesure du poids

Le poids est la mesure anthropométrique la plus usuelle, son intérêt, en particulier dans le cas des enfants, n'est méconnu ni du personnel sanitaire, ni des parents, même peu instruits. Les relevés de poids peuvent être faits dans des circonstances isolées comme les enquêtes, mais ils sont parfois répétés dans les dispensaires de protection de l'enfance, les écoles, les consultations post natales ou dans le cadre d'études longitudinales. Ces mesures en série donnent un meilleur indice de la croissance réelle (JELLIFFE, 1969).

En appréciant la signification des mensurations pondérales, on doit tenir compte de la taille, des dimensions de l'ossature, de la proportion de graisse, des muscles et des os, ainsi que de la présence éventuelle d'une surcharge pathologique due par exemple à un oedème ou à une

splénomégalie. En conséquence, la prise du poids doit être associée à d'autres mesures et à un examen clinique.

Le poids est noté à 0,1 kg près. L'idéal serait que l'enfant soit nu au moment de la pesée. Toutefois, pour des raisons culturelles et sociales, il est courant qu'il porte un sous-vêtement (OMS, 1995).

Mesure des plis cutanés

La mesure des plis cutanés informe sur la qualité et la répartition de la graisse sous-cutanée. Cette mesure nécessite l'emploi d'un compas de type de HARPENDEN.

Le pli cutané mesuré est constitué par une double couche de peau et de graisse sous-cutanée. Dans tous les cas on choisit le côté gauche du corps. Le pli cutané tricipital est le plus simple, il est mesuré à mi-hauteur du bras. La mesure retenue doit être la moyenne de trois essais. En mesurant également la circonférence brachiale, on peut par déduction, calculer la circonférence musculaire (INSERM, 2007).

2.3.- MATERIEL DE MESURE

Le choix d'instruments appropriés est d'une importance capitale. Ils doivent être suffisamment précis pour l'étude envisagée, simple d'emploi, peu coûteux, facilement transportables et suffisamment robuste pour résister à une manipulation sans ménagements. Ils nécessitent des essais préliminaires soigneux, un contrôle et un étalonnage fréquents.

Le choix d'un modèle convenable de balance est délicat. Les appareils doivent être suffisamment précis dans les limites souhaitées (à 0,1kg près), robustes, peu coûteux, et facilement transportables. Ils doivent être contrôlés au moins deux fois par jour dans tout le domaine de charge envisagé, en utilisant des tares de poids connu fournies à cette fin. Les balances seront corrigées en fonction de ces contrôles, ou solution moins satisfaisante, il sera tenu compte de l'erreur dans les résultats (JELLIFFE, 1969).

Il est suggéré d'employer deux types d'instruments (OMS, 1982).

- Pour des enfants de moins de 6 ans : bascule d'une capacité maximale de 25 kg, graduée en divisions de 100 g. Lorsqu'on utilise ce type de balance, l'enfant est placé dans un sac spécialement conçu. Un pèse-bébé de portée maximale de 16 kg, gradué en divisions de 100 g peut être utilisé.
- Pour les enfants de 6 à 10 ans : on se sert d'un pèse-personne sur lequel l'enfant se tient debout. L'instrument a généralement une capacité maximale de 100 kg et il gradué en divisions de 100 g. Il est nécessaire de régler systématiquement les appareils avant toute séance de mesure et de les verrouiller pendant les voyages sur les routes chaotiques.

Dans la mesure du possible, les enfants doivent être pesés nus. En cas d'impossibilité, il faut estimer le poids des vêtements. Si les enfants portent de lourds amulettes ou de gros bracelets, il faudra les ôter si aucun obstacle physique ou rituel ne s'y oppose. Dans le cas contraire, il est nécessaire de prendre en compte le poids de ces objets (HERCBERG et GALAN, 1989).

2.4.- METHODES DE STANDARDISATION

La simplicité apparente des mesures est trompeuse ; aussi arrive-t-il souvent que la prise de certaines mensurations telles que le poids soit confiée au membre le plus subalterne et le moins entraîné de l'équipe, qu'on laisse généralement travailler sans le surveiller comme il le faudrait et sans contrôler régulièrement l'appareil dont il se sert. Les conséquences en sont particulièrement fâcheuses car, les résultats inexacts ainsi obtenus étant exprimés numériquement, ils prennent l'allure de données scientifiquement rigoureuses et objectives et sont trop souvent considérés comme tels. Le temps passé à effectuer une mesure ne représente qu'une petite fraction de celui que demandent les calculs ultérieurs et leur interprétation : tous ces efforts, tout ce temps auront été dépensés en pure perte si la détermination est inexacte au départ. Les techniques choisies, y compris les opérations apparemment simples et à la portée du premier venu comme la pesée, doivent être appliquées avec soin, normalisées, parfaitement connues de tous les membres de l'équipe et elles doivent faire au préalable l'objet d'essais pratiques pour assurer l'uniformité des résultats (JELLIFFE, 1969).

Si les sujets examinés doivent être nombreux, il faudrait disposer d'un personnel suffisant pour pouvoir ménager des temps de repos. Sinon la répétition, la monotonie d'un grand nombre de mesures précises, les efforts physiques qu'elles entraînent, surtout quand elles portent sur les jeunes enfants indociles, aboutissent à la fatigue, à l'ennui et inévitablement à l'erreur. Enfin, il faut déterminer le temps nécessaire à l'exécution des différentes opérations, pour fixer le nombre des sujets dont on peut s'occuper à chaque séance (JELLIFFE, 1969).

Toute mesure peut être entachée d'imprécision et d'inexactitude. On doit rechercher la plus grande exactitude possible, et se fixer une précision raisonnable pour le type de mesure considéré (car on ne peut jamais éliminer totalement un certain degré d'imprécision). Pour normaliser les mesures faites sur terrain, on apprend aux opérateurs à les effectuer de façon précise et exacte par un exercice de standardisation (OMS, 1983). Par précision, on entend ici l'aptitude à refaire la même mesure sur le même sujet avec des résultats aussi proches que possible. Par exactitude, on entend la capacité d'obtenir une valeur aussi proche que possible de la valeur réelle. Ce procédé de normalisation permet de recueillir rapidement les données et d'identifier les erreurs pour les corriger et éviter qu'elles se perpétuent. Il permet aussi de dire quand la performance devient satisfaisante. Comme les observateurs analysent eux-mêmes leurs propres résultats, ils apprennent

vite à être prudent. Pour sa part le contrôleur détecte les points sur lesquels il faut insister pour être sûr d'avoir des mesures précises et exactes et ceux qui ne sont que relativement superflus.

2.5.- INDICES ANTHROPOMETRIQUES

Les indices anthropométriques sont des associations de mesures. Ils sont indispensables pour pouvoir interpréter les mesures : le poids d'un individu ou le poids moyen d'un groupe de population n'ont de toute évidence aucune signification en eux-mêmes, s'ils ne sont pas interprétés en fonction de l'âge, du sexe ou de la taille (WHO, 1983). Les indices anthropométriques sont par exemple le poids pour âge d'une fille, la taille pour âge d'un groupe de garçons, le rapport périmètre brachial sur périmètre crânien des enfants de 6 à 12 mois. Selon OMS (1995), c'est ainsi que les mesures du poids et de la taille peuvent être associées pour constituer l'indice de Quételet (poids/taille²) ou un indice pondéral (poids/taille³) ou relier le poids et la taille grâce à l'utilisation des données de référence. Chez l'enfant, les trois indices anthropométriques les plus utilisés sont le poids/âge (P/A), la taille/âge (T/A) et le poids/taille (P/T) ; d'autres indices sont utilisés en fonction de la classe d'âge ou de l'état physiologique, tels que la prise de poids pendant la grossesse chez la femme enceinte.

2.5.1.-Poids-pour-âge

Un faible indice P/A signale un poids insuffisant pour un âge donné. Cet indice a pour avantage de refléter à la fois la sous-alimentation passée (chronique) et/ou présente (aiguë), par contre, il ne nous permet pas de distinguer entre les deux (COGILL, 2003).

2.5.2.-Taille-pour-âge

Un faible indice T/A signale une sous-alimentation passée ou une malnutrition chronique. Cet indice ne nous permet pas de mesurer des changements à court terme dans la malnutrition. Pour les enfants de moins de 2 ans, le terme est longueur/âge ; au dessus de 2 ans, l'indice est appelé taille/âge. Des insuffisances au niveau de la longueur/âge ou de la T/A sont appelées rabougrissement ou retard de croissance (COGILL, 2003).

2.5.3.- Poids-pour-taille

Un faible P/T permet d'identifier les enfants souffrant de sous alimentation actuelle ou aiguë ou qui sont émaciés et c'est un indice utile lorsqu'on a du mal à déterminer les âges exacts. Le poids/longueur (chez les enfants de moins de 2 ans) ou le poids/taille (chez les enfants de plus de 2 ans) permet d'examiner les effets à court terme, par exemple, les changements saisonniers dans l'approvisionnement alimentaire ou le manque nutritionnel à court terme suite à une maladie (COGILL, 2003).

2.6.- MODE D'EXPRESSION DES INDICES

Des mesures systématiques et représentatives d'une population donnée ont fourni des courbes de références pour la croissance en longueur, le poids, et le périmètre crânien (CZERNICHOW, 2003). Pour un grand nombre de courbes, la distribution autour de la moyenne a été exprimée en percentiles.

Les mensurations obtenues sur une population d'enfants de même âge se répartissent statistiquement, pour un même sexe et une ethnie donnée, selon une courbe de Gauss symétrique à une moyenne ou une médiane (BOURILLON, 2003).

Les données numériques doivent être rapportées aux paramètres de la population environnante : la moyenne et les limites des variations normales. Par définition, les variations sont dites normales quand elles peuvent s'observer dans 95% de la population. C'est la définition de la normalité statistique à 95% (GRENIER *et al.*, 1989).

Les modes d'expression les plus fréquents pour la comparaison des paramètres aux paramètres statistiques de la population sont :

2.6.1- Notion d'écart- type (ET) ou de déviation- standard (DS)

Cette notion découle des propriétés de la loi statistique de distribution de Laplace- Gauss dite normale. La plupart des variations statistiques se distribuent symétriquement de part et d'autre de la moyenne selon la courbe en cloche. Les variations statistiques normales, couvrant 95% de la population, s'étendent entre -2 et +2 écart- type de part et d'autre de la moyenne. Il est aussi possible de construire des courbes qui tracent les limites du 1^e, du 2^e, voire du 4^e ET de part et d'autre de la moyenne (GRENIER *et al.*, 1985).

Cette méthode d'appréciation est la plus couramment utilisée. Le calcul et son expression sont facilement compréhensibles.

Cette méthode d'expression, chiffrée ou graphique, est précieuse pour suivre l'évolution du développement de l'enfant.

Les calculs d'écart à la moyenne ne sont rien d'autre que la base d'un raisonnement statistique. De ce fait, Il faut se méfier lors de l'interprétation des paramètres de croissance en gardant à l'esprit deux types d'erreur (GRENIER *et al.*, 1985) :

- Considérer comme pathologique toute variation dont l'écart à la moyenne est supérieur à 2 ET peut être une erreur. C'est l'erreur du 1^e type, dont le risque est donné dans les tables statistiques. Il est de 2,5% pour un écart de +2 ET (ou -2 ET), de 0,5% pour un écart de 2,6 ET (ou -2,6 ET).
- Considérer comme non pathologique un écart à la moyenne inférieur à 2 ET peut être une erreur. C'est l'erreur du 2^e type dont le risque n'est pas accessible au calcul statistique.

2.6.2- Expression en centiles ou percentiles

Les mensurations peuvent aussi être chiffrées en percentiles. Nous pouvons faire une évaluation d'un paramètre donné, chez cent enfants du même âge, du même sexe, et de la même ethnie, classés par ordre croissant (la médiane se situe au 50^e percentile) : 50% des enfants se situent au dessus de la médiane et 50% au dessous de celle-ci. Les limites des variations statistiquement normales, couvrant 95% de la population, se situent entre le 3^e et le 97^e percentile (BOURRILLON, 2003).

Les courbes de taille, de poids, de PC etc., ainsi construites, dessinent une série de couloirs délimités par les lignes des principaux centiles, 3^e, 10^e, 25^e, 50^e, 75^e, 90^e, 97^e. Au cours de la croissance, un enfant reste habituellement dans le même couloir. Toute déviation franche, dans un sens ou dans un autre, est suspecte et mérite investigation (GRENIER *et al.*, 1985).

Cette classification en centile est précieuse pour l'appréciation et la surveillance de la croissance des enfants qui se situent dans les limites de la normale. Elle perd beaucoup de son intérêt et de sa précision pour les écarts à la moyenne supérieure aux variations considérées comme physiologiques. Elle est utilisable pour toutes les distributions, même non symétriques (GRENIER *et al.*, 1985). Cette méthode de référence apparaît la plus appropriée pour le poids.

2.7.- INDICATEURS ANTHROPOMETRIQUES

Des études récentes ont montré diverses applications de l'anthropométrie : prévoir qui pourra bénéficier des interventions, cerner les inégalités sociales et économiques et évaluer les réponses aux interventions (OMS, 1995). Donc des applications différentes de l'anthropométrie exigent des propriétés différentes des indicateurs anthropométriques appropriés, et l'application et l'interprétation des indicateurs peuvent être différentes pour les individus et pour les populations. Le terme d'indicateur se réfère à l'utilisation ou à l'application d'indices. Les indicateurs sont construits au moyen d'une certaine valeur dite seuil d'un indice. Leur utilisation renseigne sur l'état nutritionnel d'une collectivité ou d'un individu (WHO, 1986) : par exemple le pourcentage d'individus d'une certaine tranche d'âge et d'un sexe défini, dans une région donnée présentant un poids pour taille inférieur au seuil fixé. C'est ainsi que la proportion d'enfants se situant en dessous d'un certain poids/âge est largement utilisée comme indicateur de l'état de santé de la communauté (OMS, 1995).

L'interprétation des indicateurs anthropométriques est différente lorsqu'ils sont appliqués à des individus ou à des populations. Aussi, leur valeur dépend des objectifs spécifiques de leur utilisation. Selon l'OMS (1995), ils sont classés en fonction de ces objectifs :

- L'identification de personnes ou populations à risques.
- Le choix des individus ou des populations en vue d'une intervention. Dans ce cas, l'indicateur doit prédire le bénéfice pouvant être retiré de l'intervention.

- L'évaluation de l'impact des modifications des facteurs nutritionnels, sanitaires ou socio-économiques, y compris des interventions. A cette fin, l'indicateur doit refléter la réponse à des interventions passées et présentes : A l'échelle des individus, le changement dans le P/T est un bon exemple d'un indicateur de la réponse à court terme chez un enfant émacié qui est traité pour malnutrition. Au niveau de la population, une baisse du retard de croissance est un indicateur à long terme montrant que le développement social bénéficie aux pauvres et à ceux relativement plus aisés.
- L'exclusion de certaines personnes de traitements à hauts risques, de certaines professions ou de certains avantages. Les décisions concernant l'inclusion ou l'exclusion dans un protocole de traitement, les aspects dont on tiendra compte avant l'emploi dans un contexte particulier ou la participation à certains avantages dépendent d'indicateurs qui prédisent une absence de risque.
- La comparaison avec des normes. Des indicateurs qui reflètent la « normalité » sont nécessaires pour vérifier que les normes ont été atteintes. Certaines activités semblent n'avoir aucun autre objectif si ce n'est d'encourager les personnes à atteindre une certaine norme.

CHAPITRE 3 : COURBES DE CROISSANCE

3.1.- HISTORIQUE DES COURBES DE CROISSANCE

La méthode longitudinale d'étude fut d'abord appliquée à des enfants isolés. Ainsi SCAMMON (1927) a rapporté que De Montbeillard avait noté la croissance en taille de son fils depuis sa naissance en 1759 jusqu'à ce qu'il ait atteint l'âge de 18 ans. La première étude biographique sur la croissance d'un enfant fut celle de TIEDMANN (1787) cité par MURPHY (1938). Cette étude fut suivie par d'autres parmi lesquelles il faut signaler celle de SHINN (1893) qui commença par une description détaillée du comportement d'un nourrisson nouveau-né (HINDLEY, 1961).

En 1828, Villermé avait déjà reconnu l'influence de l'environnement sur la croissance. Cet auteur s'est aperçu que les conditions sociales interféraient avec la taille finale des soldats de Napoléon. Aussi, il a découvert que ces conditions sociales avaient un impact sur leur maturation sexuelle (ZEFERINO *et al.*, 2003).

Dr GODIN était le précurseur et fondateur de l'auxologie. Il a mené la première étude séquentielle portant sur le même groupe d'adolescents de 13 à 18 ans. Il l'a publiée en 1903 dans son livre « Recherches anthropométriques sur la croissance des diverses parties du corps » (SEMPE, 1979).

En 1951, la très grande majorité du travail concernant les études sur la croissance et le développement de l'être humain émanait des Etats-Unis et TANNER en avait publié une revue générale en 1947. Les études longitudinales étaient rares en Europe et en Asie. Il faut citer l'étude anthropométrique d'Aberdeen (Etude de LOW, 1952) faite entre les années 1923-27 ; l'Oxford Child Health Survey (Etude de ACHESON *et al.*, 1955) et l'étude complète sur la croissance de Harpenden (Etude de TANNER, 1955). L'étude de « Harvard Growth Study » a été d'un intérêt primordial du fait du caractère relativement complet de ses données qui portaient sur près de 1 000 enfants de 6 à 17 ans.

En 1951, l'Institute of Child Health and Education de l'Université de Londres décida d'entreprendre une étude longitudinale pluridisciplinaire portant sur la croissance d'un groupe d'enfants londoniens depuis la naissance jusqu'à la maturité. Cette étude a été esquissée à Londres par le Pr MONCRIEFF. A Paris, le Centre International de L'Enfance (CIE) décida en 1953 de commencer une étude similaire, ce fut l'étude de SEMPE. Les chercheurs parisiens adoptèrent les mêmes méthodes que leurs confrères londoniens. Les deux études furent complètement coordonnées. Par la suite différents centres se joignirent à ces deux études : Zurich, Bruxelles, Stockholm, Dakar, Kampala, Louisville (FALKNER *et al.*, 1961). Ce fut les études coordonnées du CIE.

Durant les années 60 et 70, deux séries de données ont été fréquemment utilisées comme référence de croissance : les courbes de croissance de HAVARD et les courbes de TANNER du Royaume Uni. En 1966, une version simplifiée combinée des deux sexes des courbes de croissance de Harvard a été largement disséminée par l'OMS et a été considérée comme référence de croissance internationale (JELLIFFE, 1969). Durant la décennie suivante, les limites des données de références de Harvard et d'autres données disponibles à l'époque et le désir d'une référence plus contemporaine ont conduit l'Académie Nationale des sciences des USA en 1974 à recommander l'établissement d'une nouvelle série de données anthropométriques comme référence de croissance américaine (DIBLEY *et al.*, 1987a). L'académie recommanda l'utilisation des données de croissance collectées durant la décennie précédente dans le cadre de l'enquête de la santé « the Health Examination Surveys (HES) » du centre national des statistiques de la santé « National Center for Health Statistics (NCHS) », et complétées par des données des enfants (pour des âges appropriés) provenant de l'étude de Fels Research Institute (FRI). Les experts du NCHS en collaboration avec ceux du CDC ont élaborés une série de distributions de percentiles lissées pour le poids, la taille et PC de la naissance à 18 ans : ce fut les courbes américaine « NCHS, 1977 » (DIBLEY *et al.*, 1987b).

Durant les années 1970, l'OMS a reconnu les insuffisances des références de Harvard, et a cherché à identifier la série de données anthropométriques la plus appropriée pour être développée comme référence de croissance internationale (DIBLEY *et al.*, 1987a). En 1977, un groupe d'experts de l'OMS a recommandé des critères spécifiques pour la sélection des bases de données pour la nouvelle référence de croissance internationale (WATERLOW, 1977).

3.2.- DEFINITION ET INTERET DES COURBES DE CROISSANCE

Les courbes de croissance sont une représentation graphique des mesures corporelles, qui contribuent à évaluer la forme et la taille et à observer les tendances de rendement de la croissance (Société Canadienne de Pédiatrie *et al.*, 2004a ; 2004b). Les courbes de croissance permettent d'évaluer et de surveiller chaque enfant et de faire du dépistage dans des populations entières (WRIGHT *et al.*, 2002). Les courbes de croissance ne sont pas utilisées seules pour le diagnostic et devraient être utilisées conjointement avec d'autres renseignements au moment d'évaluer l'état de santé général d'un enfant.

Pour développer des indicateurs significatifs de l'état de nutrition et de santé, des courbes de croissance de référence sont nécessaires pour comparer les mesures anthropométriques observées avec les valeurs attendues pour l'âge et le sexe. Les courbes de références sont utiles pour étudier la croissance et prévoir des critères pour sélectionner les enfants nécessitant des investigations cliniques supplémentaires, lorsque la croissance de ceux-ci dévie de celle attendue dans une

population saine. Dans les études des populations, les courbes de croissance de référence sont utilisées : pour définir l'extension et la sévérité des états anthropométriques anormaux, pour suivre les tendances de la croissance et de l'état nutritionnel, pour évaluer l'impact des interventions nutritionnelles. Enfin, les courbes de références sont utiles pour décrire les résultats nutritionnels dans les études épidémiologiques (DIBLEY *et al.*, 1987a).

Durant la petite enfance, la courbe de croissance pondérale permet de réajuster un régime trop ou peu nourrissant, de dépister une pathologie ou d'en surveiller l'évolution, d'entreprendre une action éducative auprès des parents concernant la diététique, ou de les faire participer à la surveillance de leur enfant en utilisant sa courbe de poids pour expliquer son état (GASSIER *et al.*, 1989).

3.3.- COURBE DE REFERENCE OU NORME

L'interprétation d'une mesure anthropométrique ou la compréhension d'un indice nécessite une référence. Elle est indispensable pour savoir où se situe l'indice d'un enfant par rapport à la population d'enfants de même âge ou de même taille que lui. Elle est aussi utilisée pour savoir si la valeur moyenne ou la distribution d'un indice au sein d'une population observée sont satisfaisantes par rapport à celles de référence (CHAULIAC et MASSE-RAIMBAULT, 1989).

Il est nécessaire de différencier une « norme » et une « référence ». Une norme renvoie à une notion de ce qui doit être. Une référence est un moyen de se situer par rapport à quelque chose (CHAULIAC et MASSE-RAIMBAULT, 1989). Il existe une distinction importante entre une référence de croissance et une norme de croissance. La référence décrit simplement l'échantillonnage, sans aucune prétention quant à la santé de cet échantillonnage, tandis que la norme représente la croissance « saine » d'une population et offre un modèle ou une cible à tenter d'atteindre (OMS, 1983). La référence est un outil qui sert à grouper et à analyser les données et qui sert de repère commun pour comparer des populations ; il ne faut en aucun cas tirer de conclusion sur la signification des différences observées. Par contre, une norme implique la notion de normalité et de cible à atteindre, et par conséquent un jugement de valeur (OMS, 1995). Une erreur répandue dans l'évaluation de la croissance consiste dans l'utilisation des courbes de croissance comme *norme* ou *standard*. Cette erreur persiste bien que plusieurs auteurs ont souligné la différence entre référence et standard (ZEFERINO *et al.*, 2003). En 1995, le comité d'experts reconnaît que lorsque l'OMS adopte des références il devient presque impossible d'empêcher qu'elles soient utilisées comme normes pour juger de l'état nutritionnel des individus et des populations, il a alors émis des recommandations sur le choix de ces références.

3.4.- REFERENCE INTERNATIONALE OU LOCALE ?

Une référence internationale est manifestement nécessaire pour comparer l'état nutritionnel des populations de différentes parties du monde (OMS, 1995). Des références anthropométriques reconnues au niveau international permettent de comparer la croissance d'enfants vivant dans des environnements divers, de situer ces groupes les uns par rapport aux autres (DIBLEY, 1987a).

Le monde s'est beaucoup penché sur la population de référence à privilégier pour évaluer la justesse de la croissance infantile. De plus en plus de données probantes indiquent que la croissance des enfants d'âge préscolaire bien nourris et en bonne santé de diverses origines ethniques sont comparables (HABICHT *et al.*, 1974 ; MARTORELL *et al.*, 1989), ce qui appuie le recours à une seule référence de croissance internationale fondé sur des enfants en bonne santé et bien nourris de diverses origines géographiques et génétiques qui ont atteint leur potentiel de croissance (OMS, 1995). Une référence commune a l'avantage de pouvoir être appliquée de façon uniforme et de permettre des comparaisons internationales sans perdre de son utilité pour les applications locales (CHAULIAC et MASSE-RAIMBAULT, 1989), ce qui compense largement l'inconvénient de ne pas prendre en compte les petites différences raciales et ethniques.

Outre l'impossibilité de procéder à des comparaisons internationales plusieurs raisons militent contre l'adoption d'une référence locale (SULLIVAN *et al.*, 1991) :

- Beaucoup de populations de régions peu développées présentent des déficits de croissance résultant d'une mauvaise santé ou d'une mauvaise nutrition ; des références établies à partir de telles populations auraient donc moins d'intérêt pour dépister des problèmes de santé et de nutrition ;
- Une évolution séculaire significative et relativement rapide du profil de croissance peut diminuer l'utilité d'une référence locale pour le dépistage clinique ;
- L'élaboration d'une référence selon les règles de l'art est une tâche difficile qui ne peut être entreprise fréquemment ;
- L'élaboration de références locales est très coûteuse.

Vu les diverses conditions de vie existant dans le monde ; les données de référence ne constituent pas un objectif universel. Pour chaque pays, voire pour chaque région, les responsables de la santé peuvent établir des données de références locales, mais ceci représente un travail énorme et coûteux. L'échantillon pris alors comme référence pour être représentatif doit inclure des enfants souffrant de malnutrition. Si l'on se fixe ultérieurement cette « référence » comme objectif, on accepte une certaine proportion d'enfants malnutris. Sinon l'échantillon exclut les enfants souffrant de malnutrition et il faut disposer d'une référence pour les éliminer. Ou bien on ne prendra que les enfants vivants dans de bonnes conditions, ce qui représente une part d'arbitraire. De plus,

l'évolution de la situation dans les pays montre que de telles références devraient être revues très régulièrement (CHAULIAC et MASSE-RAIMBAULT, 1989).

Selon WATERLOW *et al.* (1977) l'autre possibilité largement recommandée à l'heure actuelle est que dans chaque pays ou région, les responsables fixent un certain niveau de la référence internationale, celui-ci devant être déterminé en fonction de la situation de départ, des moyens, de la volonté exprimée par les autorités. Concrètement, cela signifie que l'objectif peut par exemple être fixé au 40^e percentile des références NCHS.

Une référence anthropométrique locale a souvent une utilité qui dépasse le cadre du groupe à partir duquel elle a été primitivement élaborée. On peut souvent l'appliquer à des groupes de souches semblables, bien qu'il soit toujours difficile de savoir jusqu'où l'on peut aller dans le raisonnement par analogie.

De nombreux pays utilisent leurs propres références ou des références régionales. Il est important, pour définir une politique nationale d'amélioration de l'état nutritionnel, d'effectuer une comparaison des données recueillies dans diverses zones du pays afin d'affecter prioritairement les ressources et de suivre l'évolution de la situation. Au niveau national, une référence commune doit donc être acceptée et utilisée par tous les personnels de santé. Si des références locales sont recommandées, il est intéressant de temps en temps de comparer ses propres données à celles d'autres pays sur la base d'une référence internationale commune (CHAULIAC et MASSE-RAIMBAULT, 1989).

Le but final des nutritionnistes est d'établir et d'utiliser les normes locales adaptées à différents groupes ethniques susceptible d'avoir des rythmes de croissance différents. Pour citer un cas extrême, les normes de taille applicable aux pygmées du Rwanda ne conviennent pas à leurs voisins nilotiques de haute stature, les Tutsi. Cette variation des proportions corporelles d'un peuple à l'autre, peut être génétique ou due à une sélection climatique : on compare classiquement l'Esquimau trapu et le Dinka longiligne de l'Afrique équatoriale. Mais la croissance est aussi influencée par la nutrition, comme l'a démontré l'augmentation de la taille et de poids observés chez les américains d'origine japonaise installés en Californie depuis deux ou trois générations, par comparaison à leurs cousins restés au Japon selon l'étude de GREULICH (1957) citée par JELLIFFE (1969).

L'établissement des normes 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 établir ces normes locales, il est nécessaire de prendre des mensurations sur au moins 30 enfants par tranches d'âge de 3 mois et de calculer les moyennes + ou - 2 ET (HERBERG et GALAN, 1989).

3.5.- CARACTERISTIQUES DES DONNEES DE REFERENCE

Dans la mesure où les données de référence sous-entendent certaines caractéristiques ou certains profils de normalité, elles ont été massivement mal utilisées pour tirer des conclusions sur la santé et/ou l'état nutritionnel des individus et des populations.

Un consensus entre les chercheurs a permis d'édicter des règles pour accepter certaines données comme référence aux fins de comparaisons internationales (WATERLOW *et al.*, 1977) :

1. Les mesures doivent porter sur une population bien nourrie ;
2. L'échantillon dont sont issues les données doivent comprendre au moins 200 individus par tranche d'âge et de sexe ;
3. L'échantillon doit être transversal puisque les comparaisons qui seront faites seront de nature transversale ;
4. Les procédures d'échantillonnage doivent être bien définies et reproductibles ;
5. Les mesures doivent être prises avec soin et enregistrées par des observateurs formés aux techniques anthropométriques, utilisant un matériel testé et régulièrement étalonné ;
6. Les mesures prises sur l'échantillon doivent inclure toutes les variables anthropométriques utilisées dans l'évaluation de l'état nutritionnel.
7. Les données dont sont issues les tables et courbes de références doivent être disponibles pour quiconque souhaite les utiliser et les procédures utilisées pour établir les courbes et les tables doivent être bien décrites et argumentées.

Ces critères ont été adoptés par l'OMS, et recommandés pour l'élaboration de référence de croissance (OMS, 1995).

3.5.1.- Méthodes d'élaboration d'une courbe de croissance

Pour des raisons de commodité, les mensurations sont souvent faites dans des groupes facilement accessibles, par exemple parmi les écoliers ou pour les adultes, parmi les militaires. Il y a trois méthodes pour construire une courbe de croissance de référence : la méthode transversale, la méthode longitudinale et une troisième méthode qui est connue sous le nom d'étude longitudinale mixte. Chaque méthode a ses avantages et ses inconvénients.

A.- Etude transversale

La méthode habituelle est de prendre des mensurations sur un échantillon statistiquement valable de sujets sains et bien nourris dont l'âge est connu avec certitude. Pour tous les groupes d'âge, on peut se contenter de mesures recueillies en profil transversal (JELLIFFE, 1969). Les courbes sont construites en utilisant des mesures prises une seule fois sur une certaine population d'un pays, d'une région ou d'une cité. La méthode transversale implique l'étude des caractéristiques de différents groupes d'enfants d'un ou de plusieurs âges (HINDLEY, 1961). Elle

est préférable pour établir des standards (SENECAL, 1961). Ces études sont limitées dans le temps. Avantage évident, elles sont moins coûteuses, ne nécessitent qu'un personnel réduit et les résultats de ces études sont rapidement utilisables (AL-SHARBATI *et al.*, 2001 ; CACCIARI *et al.*, 2002 ; AMINORROAYA *et al.*, 2003 ; BERER et KAMAL, 2005...). Cependant, elles ne donnent qu'une idée approximative de la vitesse de croissance.

B.- Etude longitudinale

Les données sont obtenues pour ce type d'étude sur le même groupe de population, de la naissance à l'âge adulte. Selon HINDLEY (1961), la méthode longitudinale implique l'observation et l'enregistrement répétés des renseignements recueillis chez les mêmes enfants suivis pendant une certaine période de temps au cours de leur développement.

Pour les enfants, il est bon d'employer les méthodes longitudinales, plus laborieuses, et suivre l'échantillon pendant quelques années afin de déterminer le rythme-type de croissance en fonction d'épisode connus de la vie des enfants (JELLIFFE, 1969). La méthode longitudinale est la plus appropriée pour étudier l'accroissement de la croissance, elle est moins utilisée car très longue (SEMPE, 1979).

Ces études supposent des années de surveillance patiente et l'accumulation soigneuse de données pour que les faibles accroissements dont il s'agit soient enregistrés avec précision. Elles ont pour avantage de fournir une connaissance exacte de l'âge, de garantir l'homogénéité génétique et de permettre l'établissement de corrélations entre la croissance de chaque enfant et les circonstances de sa vie. Elles font apparaître d'éventuelles variations dans les rythmes de croissance et les phases de développement, l'adolescence en particulier. En revanche, elles risquent d'être déjà désuètes au moment où l'on peut commencer à les exploiter (JELLIFFE, 1969).

Selon HINLEY (1961), les études longitudinales fournissent non seulement des moyennes pour chaque niveau d'âge comme les études transversales, mais elles permettent aussi :

- L'analyse des courbes du développement et de la croissance caractéristique de chaque enfant pris individuellement ;
- Une étude détaillée des accroissements, à la fois pour chaque individu et pour le groupe dans son ensemble ;
- Une analyse détaillée des corrélations entre les divers processus de la croissance car tous les renseignements ont été obtenus sur les mêmes enfants ;
- L'étude de la croissance et les courbes de développement particulières à certains groupes d'enfants (arriérés mentaux).

A coté de ces avantages indiscutables, il convient cependant d'insister sur quelques points. Bien que limitée à un nombre peu élevé d'individus, l'enquête doit être complète et porter sur tous les

points. Elles nécessitent donc un personnel important, très spécialisé, se consacrant à ce sujet pendant des années (SENECAL, 1961).

Le problème majeur posé par ce type d'enquête est lié aux difficultés pratiques. Ces études sont particulièrement coûteuses et demandent beaucoup de temps. La question éthique des responsabilités cliniques doit être tranchée à l'avance après mûre réflexion. Les normes d'interrogatoire, le recueil des données, les techniques doivent être maintenus constants pendant toute la durée de l'enquête. De nombreux facteurs imprévus peuvent survenir et perturber le déroulement des enquêtes longitudinales : les mouvements de population, les catastrophes naturelles, les modifications des situations politiques etc. une difficulté supplémentaire est la diminution possible de la motivation du personnel au cours du temps. En outre « toute enquête modifie inévitablement le comportement de l'observateur comme celui des sujets observés » (HERCBERG et GALAN, 1989).

Le plus souvent on ne pourra pratiquer que des enquêtes transversales plus rapides et plus actuelles (JELLIFFE, 1969).

C.- Autres études

Dans l'étude longitudinale mixte, certains sujets font partie d'un échantillon longitudinal et d'autres sont utilisés de manière transversale à des âges particuliers. Elle combine des données transversales et données longitudinales. La méthode longitudinale mixte est de plus en plus utilisée pour palier aux inconvénients de la longitudinale (de ONIS *et al.*, 2007).

Il paraît intéressant de prendre simultanément poids, taille, plis cutanés, âge osseux, évolution dentaire dans une enquête transversale menée parallèlement à l'enquête longitudinale. Certaines corrélations peuvent être étudiées tout en acquerrant des notions sur le développement de l'enfant dans un minimum de temps. La comparaison des résultats obtenus par les deux méthodes en sera plus aisée et permettra de juger la valeur respective de chacune d'entre elles (SENECAL, 1961).

Ces méthodes sont susceptibles d'être plus utiles pour des données somatiques que psychologiques. D'autre part, elles ne permettent pas de construire de courbes de croissance somatique complètes, depuis la naissance jusqu'à la maturité. Elles nous privent donc de la possibilité de comparer des courbes complètes et d'étudier les liens entre le développement tardif et précoce des enfants (HINLEY, 1961).

Pour étudier une certaine période de la vie, comme la période néo-natale, ou l'adolescence, la méthode longitudinale à relativement court terme convient parfaitement. « La méthode longitudinale accélérée » consiste alors à l'utilisation de plusieurs groupes. A l'intérieur d'un groupe, tous les enfants ont le même âge, l'écart entre les groupes est, par exemple, de trois ans. Si chaque groupe est étudié pendant 3, 4 ou 5 ans, et si leur échantillonnage est le même, les données recueillies permettent de construire une courbe de croissance continue. Plus il y a de

chevauchement dans les âges entre deux groupes, plus il est facile de voir si l'on peut jumeler les mesures obtenues en s'assurant que les valeurs moyennes pour un âge commun sont semblable et que la courbe de croissance à une pente similaire (HINLEY, 1961).

3.5.2- Echantillonnage

Dans une optique descriptive, l'échantillon de population sélectionnée pour l'étude doit être qualitativement et quantitativement adéquat pour fournir des informations permettant d'être extrapolées à l'ensemble de la population dont l'échantillon est issu, avec un degré de confiance acceptable. Pour que l'échantillon étudié soit considéré comme représentatif, il faut qu'il soit choisi au hasard, c'est-à-dire que chaque sujet de la population, que l'échantillon doit représenter, ait une chance égale d'être inclus et que le choix d'un individu soit indépendant de celui de n'importe quel autre individu (HERCBERG et GALAN, 1989).

La façon idéale de sélectionner un échantillon représentatif est d'attribuer à chaque individu de la population un numéro et de choisir, suivant une table de numéro aléatoire, le nombre d'individus correspondant à la taille de l'échantillon requise. Cette méthode d'échantillonnage aléatoire nécessite de disposer d'une base de sondage (recensement récent, par exemple). L'établissement d'une telle base de sondage peut apparaître pratiquement impossible à réaliser ou trop coûteuse dans de très nombreuses situations. Lorsque la base de sondage est inexistante ou impossible à obtenir, il peut être souhaitable de sélectionner les personnes se trouvant dans une situation donnée au regard d'un critère supposé indépendant du phénomène à étudier : choix d'une direction par tirage au sort, dans cette direction choix de la concession, dans la concession choix de l'habitation...etc (ANCELLE, 2002).

La détermination de l'échantillon peut se faire, soit directement sur l'individu (sondage élémentaire), soit après avoir divisé la population en groupes commodes à identifier ou grappes (villages, familles...), puis tirer au sort ces grappes et examiner les individus retenus (sondage en grappes). Il est possible de combiner ces deux types d'approches en tirant au sort un échantillon de grappes (par exemple de communes), en recensant les individus de ces grappes (habitants des communes tirées au sort) et en tirant au sort un échantillon de ces individus dans chaque grappe. Ce type de sondage constitue un sondage à deux degrés. Le sondage peut se faire par de multiples tirages au sort successifs correspondant à plusieurs degrés tels que : provinces- districts- villages- quartiers...(HERCBERG et GALAN, 1989).

Afin d'affiner l'analyse et pour réduire la variance des résultats, il est souvent souhaitable avant le tirage au sort, de diviser la population en sous-groupes ou strates en fonction des facteurs susceptibles d'intervenir sur le problème étudié tels que l'âge, le sexe, la division géographique...(ANCELLE, 2002).

Une fois l'échantillon sélectionné, il est indispensable d'identifier les individus avant que l'étude ne commence. Il est souhaitable de viser les familles ou les individus sélectionnés pour les informer et s'assurer de leur collaboration. Il est nécessaire de constituer des échantillons de rechange pour remplacer les absents éventuels en prenant garde de ne pas introduire de biais. Il est également nécessaire de collecter des informations, sur les familles qui participent aussi bien que sur celles qui ne participent pas ou refusent de participer (HERCBERG et GALAN, 1989).

3.5.3.- Organisation de l'étude

Il est nécessaire, selon HERCBERG et GALAN (1989), de rappeler quelques règles méthodologiques générales :

- Il est indispensable d'utiliser des méthodes qui soient reconnues par tous, agréées par tous, permettant des comparaisons à l'intérieur d'un même pays ou dans des pays différents,
- Les techniques utilisées doivent donner des résultats comparables avec des standards reconnus, et le personnel doit être entraîné à leur pratique,
- Les techniques doivent être dans la mesure du possible d'emploi simple, pouvant être mises en pratique par un personnel non spécialiste initialement,
- Les méthodes choisies doivent être parfaitement précisées dans l'exposé des résultats des études.

CHAPITRE 4 : COURBES DE REFERENCE

4.1.- COURBES DE REFERENCES NATIONALES

4.1.1.- Courbes américaines

Avant 1977, les différentes courbes de croissance étaient basées sur des échantillons qui ne représentaient pas la population américaine. Par conséquent, plusieurs groupes d'experts recommandent que les courbes soient développées à partir des données d'études nationales représentatives pour remplacer les respectables courbes de Stuart-Meredith des années 1940 (KUCZMARSKI *et al.*, 2000). En 1974, l'académie Nationale des sciences conseilla d'élaborer de nouvelles courbes de croissance, recommanda l'utilisation des données de croissance collectées durant la décennie précédente dans le cadre de l'étude de santé HES du NCHS, en incluant les données les plus récentes des études de « Health and Nutrition Examination Surveys (HANES) », complétées par des données des enfants, pour des âges appropriés, provenant de l'étude FRI. Une équipe a été formée d'experts du NCHS, du Center of Diseases Control and Prevention (CDC) et d'experts non gouvernementaux pour la conception de ces courbes. Elle a bénéficié des conseils des différentes agences et individus concernés pour construire de nouvelles courbes américaines. Les courbes de percentiles pour les garçons et les filles ont été développées en utilisant des mesures actuelles et des analyses de données et des technologies informatiques les plus avancées de l'époque. Ces références de croissance sont les *courbes NCHS 1977*.

A.- Courbes NCHS 1977

➤ *Type d'étude, population et échantillonnage*

Selon le rapport du NCHS publié en 1977, les courbes NCHS 1977 sont composées de deux séries de courbes :

La première série de courbes par sexe pour les enfants de 0 à 36 mois. Elles représentent les courbes de P/A, longueur/A, PC/A et les courbes de P/T. Elles sont au nombre de huit. Elles sont basées sur les mesures collectées par l'étude longitudinale de FRI de 1929 à 1975 :

- Les données proviennent des mesures de 867 enfants suivis dans l'étude longitudinale conduite par FRI de la naissance à 24 ans.
- Les mesures sérielles étaient effectuées à la naissance, à 1, 3, 6, 9 mois, à 1 an, 1,5 ans, 2 ans, 2,5 ans, à 3 ans et à chaque année ou deux par la suite. Certains enfants n'étaient pas mesurés à chaque période d'examen.
- L'échantillon d'enfants était issu de familles de race blanche, de classe moyenne et vivant non loin de Yallow Springs (sud-ouest de l'état de l'Ohio) pour être suivis plusieurs années dans cette étude.
- Les enfants étaient essentiellement de naissance normale et en bonne santé.

- L'échantillon de l'étude de FRI comportait une surreprésentation délibérée des naissances multiples : 4 triplets et 14 jumeaux. Les données des triplets étaient exclues celles des jumeaux ne l'étaient pas car leurs mesures n'étaient pas significativement différentes de celles des autres enfants.
- Il n'y a pas eu d'exclusion pour les enfants de petit poids de naissance (40 des 867 enfants pesés moins de 2 500 g et 1 enfant pesé moins de 1 500 g).
- Les préjugés, introduits par le modèle d'échantillonnage imparfait, était jugé d'amplitude non suffisante pour disqualifier l'utilisation de ces données, du moment qu'il n'y avait pas d'autre alternative pour les données des moins de 1 an.
- D'autres facteurs comme la fiabilité technique des mesures, la grande taille de l'échantillon, la disponibilité de toutes les données dans une forme informatique compatible ont plus que compensé les insuffisances.

La deuxième série de courbes par sexe pour les enfants de 2 à 18 ans englobait les courbes de P/A, T/A et les courbes de P/T. Elles sont au nombre de six. Elles ont été construites à partir de données anthropométriques collectées par NCHS durant la période 1963- 1974 dans une série de trois études nationales du National Health Examination Survey (NHES) :

- NHES cycle II pour les enfants âgés de 6-11 ans durant la période 1963-65 ;
- NHES cycle III pour les adolescents de 12-17 ans durant la période 1966-70 ;
- 1ère NHANES pour les enfants de 1-18 ans, durant la période 1971/74, c'est un sous-groupe de l'échantillon total de l'étude (âge de 1 à 74 ans).

➤ *Matériel et mesure*

Les techniques de mesures sont essentiellement celles décrites par le rapport de l'Académie Nationale des Sciences publié par le CDC. Des différences mineures des techniques et instruments de mesure utilisés par l'étude de FRI et par NCHS ont été prises en considération lors du traitement des données.

Pour les données de FRI, les mesures ont été réalisées comme suit :

- Le poids corporel était mesuré avec précision en utilisant une balance solaire régulièrement calibrée. Les enfants ont été mesurés nus jusqu'à 2 ans. Les enfants vêtus portés des vêtements standardisés dont le poids était soustrait de la mesure.
- La longueur a été obtenue pour la majorité des sujets (de 0 à 24 ans). Deux examinateurs ont toujours participé aux mesures. Le sujet s'étend complètement sur une table de mesure spécialement construite, sa tête touchant la barre fixe de la tête. Gardant les genoux de l'enfant aussi détendus que possible, l'examineur amène la barre fermement contre les pieds pour créer un angle droit.

- La taille debout (stature) était prise à environ 2,5 ans ou lorsque les sujets pouvaient se tenir debout correctement. Leur taille était mesurée en plus de la longueur. Les mesures étaient prises par une méthode standard : avec la tête au plan de Frankfort, l'enfant se tient droit avec une pression sur les mastoïdes, et il obéit aux instructions des examinateurs pour prendre un profond souffle et de le maintenir. Ainsi, à partir de 3 ans des sujets avaient une double série de mesures linéaires : taille debout et taille couchée.
- Le PC était pris avec un ruban en acier placé à 1 pouce au-dessus de la glabella du front, et sur l'occiput au diamètre maximum. Le ruban était dressé et rangé soigneusement sur un plan horizontal.

Toutefois, les données de la taille debout de FRI n'ont pas été utilisées dans la construction des courbes NCHS 1977, mais utilisées seulement pour l'analyse et la discussion des problèmes techniques.

Dans cette étude sérielle, les examinateurs n'avaient pas accès aux données précédentes au moment des visites. À chaque visite l'enfant était mesuré deux fois par deux examinateurs qui travaillent en collaboration et échangent leurs rôles. Les différences inter observateurs sont reconnues comme minimales.

Pour les données NCHS, la procédure était la suivante :

- Le poids était mesuré à l'aide d'une balance automatique qui imprime les valeurs de poids directement sur un disque permanent, minimisant ainsi l'erreur d'observation et d'enregistrement. Bien que les données de FRI représentaient des poids nus, ceux des études HES incluaient le poids de léger vêtement d'examen standardisé. Les variations approximatives du poids des vêtements selon l'âge étaient : 0,05 kg entre 1- 2 ans, 0,09 kg entre 3- 5 ans, 0,11 à 0,30 kg de 6-18 ans.
- La taille a été mesurée par une toise. L'enfant est mis debout avec les pieds joints, dos et talons contre le plan droit de la toise. Cependant, l'équipement des études HES avait des caractéristiques différentes de celui utilisé durant l'étude de FRI. Elle consistait en une plate-forme où était attachée une barre verticale avec un ruban en acier. Une barre horizontale, qui était reliée à la barre verticale, s'abaissait soigneusement sur la tête de l'enfant examiné. Une caméra polaroid, attachée à une autre barre au même niveau que la barre de mesure horizontale, enregistrant le numéro d'identification du sujet à côté de l'aiguille de la graduation donnant une lecture précise. L'enregistrement permanent éliminait et réduisait les erreurs de lecture et d'enregistrement.
- La taille couchée (bien que ces données n'aient pas été utilisées) a été obtenue pour tous les enfants de 12 à 36 mois en utilisant les mêmes procédures utilisées dans l'étude de

FRI. Ces données de taille couchée ont été utilisées pour des buts de contrôle de qualité des données utilisées pour construire les courbes.

➤ *Traçage des courbes*

Les sept lignes de percentiles (5^e, 10^e, 25^e, 50^e, 75^e, 90^e et 95^e percentile) dans chaque courbe basées sur les points percentiles des données observées groupées par âge, ont été lissées par « Least squares cubic spline » technique développée à l'Université de Wisconsin.

➤ *Résultats*

Quatorze courbes ont été produites : 3 pour les garçons et 3 pour les filles de 2 à 18 ans, 4 pour les garçons et 4 pour les filles de 0 à 36 mois. Cette dernière série de courbes a été entièrement basée sur les données collectées dans l'étude de FRI.

➤ *Inconvénients des courbes NCHS 1977*

Les données de FRI ne proviennent pas d'un échantillon national représentatif. Selon le rapport du KUCZMARSKI *et al.* (2000), ces courbes présentaient d'autres inconvénients :

- Les observations étaient enregistrées tous les 3 mois de l'âge de 3 à 12 mois, ces intervalles n'étaient pas adéquats pour présenter les données de référence car l'intervalle requis est de 1 mois pour les courbes de croissance ;
- Les poids de naissance de 1929 à 1975 n'étaient pas harmonisés avec les récentes distributions nationales des poids de naissance ;
- La différence entre la longueur (taille couchée) et la taille debout était trop grande, évoquant les limites des données de la longueur.

A cela se rajoute le principal défaut. La taille et le modèle de croissance des enfants allaités artificiellement ne représentent pas le modèle de croissance de ceux allaités de façon mixte dans la population (de ONIS et YIP, 1996 ; WHO, 1998).

En plus, l'utilisation de données de la longueur de FRI et des données de la taille de NCHS a abouti à des estimations des percentiles contradictoires (inconsistantes) des courbes de 1977, lors de la transition entre la longueur et la taille debout entre les âges de 24 et 36 mois.

D'autres inconvénients non restreints à la courbe des nourrissons existent ceux sont (KUCZMARSKI *et al.*, 2000) :

- L'aptitude limitée pour estimer la taille et la croissance aux extrêmes au-delà du 5^e et du 95^e centile ;
- L'absence de courbes de référence du P/T pour les adolescents ;
- L'incapacité d'estimer la croissance au-delà de l'âge de 17 ans.

En 1978, le CDC a modifié les courbes NCHS 1977, pour développer une série de courbes de croissance se rapprochant des distributions normales qui pourront permettre le calcul des

déviations standards des scores (z-score) pour des valeurs en dessus et en dessous de la médiane (DIBLEY, 1987a).

A. *Courbes CDC 2000*

En 1985, l'NCHS commence un procédé de révision des courbes NCHS 1977. Cette révision utilise des procédures statistiques améliorées et incorpore des données supplémentaires des études nationales NHANES. Au début de 1992, une série d'ateliers sponsorisés par la NCHS a fait appel à l'expérience de beaucoup de personnes pour prévoir une orientation sur les différentes questions techniques qui se sont posées. Les tailles et les caractéristiques d'échantillons appropriés, avec la réexamen des procédures statistiques de lissage ont été explorées. Les courbes percentiles lissées ont été générées (KUCZMARSKI *et al.*, 2000). Ce fut les *courbes CDC 2000*.

➤ *Type d'étude, population et échantillonnage*

Les courbes de croissance révisées CDC 2000 ont été développées pour décrire la croissance des enfants des USA. Elles sont principalement basées sur les mesures anthropométriques prises durant des études nationales conduites par la NCHS de 1963 à 1994. Ces études ont inclus les NHES II, NHES III et NHANES I, II, III.

- -NHANES II de 1976 à 1980 à partir de l'âge de 6 mois ;
- -NHANES III de 1988 à 1994 à partir de l'âge de 2 mois.

L'étude NHANES III été spécifiquement désignée pour sur-échantillonner les enfants de 2 mois à 5 ans pour enrichir la base de données collective des nourrissons et des enfants préscolaires.

Dans chacune de ces études transversales, un échantillon national de la population civile non institutionnalisé a été examiné. Des procédures de mesure standardisée ont été utilisées pour obtenir les données anthropométriques (KUCZMARSKI *et al.*, 2000).

Les données de courbes de croissance, l'âge était découpé au mois près, par exemple, 1 mois (1,0-1,9 mois), 11 mois (11,0- 11,9 mois), 23 mois (23,0- 23,9 mois) et ainsi de suite.

Pour éviter l'influence d'une augmentation du poids et de l'IMC qui a eu lieu entre NHANES III et les études nationales précédentes, les données des sujets d'âge supérieur ou égal à 6 ans de l'étude NHANES III ont été exclues des courbes de poids et de l'IMC. Cela a été fait pour éviter un déplacement vers le haut des courbes de poids et de l'IMC. Sans cette exclusion, les courbes du 85^{ème} et du 95^{ème} percentile auraient été plus hautes et moins d'enfants et d'adolescents auraient été classés en risque de surpoids ou en surpoids (CDC, 2000).

Le modèle de croissance des enfants prématurés de très faible poids de naissance (TFPN) est connu comme considérablement différent de celui des enfants nés à terme avec un plus grand poids de naissance. Cette connaissance, en combinaison avec la disponibilité de courbes de croissance spécifiques pour suivre la croissance des enfants de TFPN, a conduit à la décision

d'exclure les données de ces enfants (poids <1 500 g) des courbes de croissance révisées (KUCZMARSKI *et al.*, 2000).

➤ *Traçage des courbes*

Les données étaient groupées avec 1 mois d'intervalle de l'âge de 1 à 11 mois, 3 mois d'intervalle de 12 à 23 mois et 6 mois d'intervalle de 24 mois à 19 ans. Les données P/longueur et P/T debout été groupées avec 2 cm d'intervalle.

Les caractéristiques les plus saillantes des courbes CDC 2000 sont les suivants :

- Développements des courbes de l'IMC/A ;
- Développement du 3^e et du 97^e percentile lissé pour toutes les courbes, et du 85^e percentile pour P/T et IMC/A ;
- Développement du z-score lissé et des courbes de percentiles qui sont complètement compatibles ;
- Incorporation de données venant de 5 études nationales collectées de 1963 à 1994 ;
- Remplacement des données longitudinales de FRI utilisées dans les courbes NCHS 1977 par des données d'études nationales ;
- Elimination des disjonctions entre courbes des nourrissons et enfants plus âgés ;
- Etendre toutes les courbes jusqu'à l'âge de 20 ans.

➤ *Conclusion*

La différence fondamentale majeure entre les courbes de croissance révisées CDC 2000 et les NCHS 1977 pour nourrissons est que les données de la taille couchée et du poids de l'étude longitudinale de FELS ont été remplacées par des données des études nationales représentatives et complétées par des données à la naissance du WISCONSIN et de MISSOURI (1989 à 1994).

Les courbes révisées du PC/A ont aussi été construites à partir des données d'études nationales. Les données de la circonférence crânienne utilisées à la naissance proviennent de l'étude longitudinale de FRI collectées de 1960 à 1994, correspondant aux années de naissance des sujets des études nationales.

Les données d'études nationales représentent mieux la taille et les modèles de croissance combinés des nourrissons allaités au sein et allaités artificiellement dans la population générale des USA (1974 à 1994), et remplacent les données des nourrissons principalement nourris artificiellement de l'étude longitudinale de FRI (1929 à 1975).

Dans la construction des courbes révisées une grande part d'attention a été donnée au fait d'assurer une transition des courbes des nourrissons à celles des enfants plus âgés qui soit la plus lisse possible, mieux que celle des courbes NCHS 1977. Précisément les distributions des percentiles du poids/âge sont maintenant continues entre les courbes des nourrissons et celles des enfants plus âgés entre 24 à 36 mois. Les courbes de la longueur/âge et la taille/âge, ainsi que les

courbes du poids/longueur et du poids/taille sont parallèles dans le chevauchement des âges de 24 à 36 mois, mais ont été légèrement ajustées pour pallier au fait que la taille couchée doit être plus grande que la taille debout pour tout individu. Cet ajustement reflète une différence biologique moyenne observée de 0,8 cm entre les mesures de la taille couchée (longueur) et la taille debout dans les données d'études nationales (KUCZMARSKI *et al.*, 2000).

Les courbes révisées poids/taille ont été développées pour s'adapter aux enfants âgés de 2 à 5 ans. Ces courbes étaient développées pour les situations où les enfants sont évalués seulement de la naissance à l'âge préscolaire. Elles prévoient une transition douce des courbes du P/longueur.

Les courbes révisées du poids/âge et taille/âge pour enfants et adolescents ont été développées avec des données d'études nationales supplémentaires (1976 à 1994), en plus des données nationales (1963 à 1974) utilisées dans les courbes NCHS 1977. Une différence notable pour les courbes révisées de poids/âge et taille/âge est que celles-ci s'étendent jusqu'à l'âge de 20 ans, alors que les courbes NCHS 1977 ne s'étendent qu'à l'âge de 18 ans seulement.

Le changement le plus éminent en complément des courbes de croissance pour les enfants plus âgés et les adolescents est l'ajout des courbes d'IMC/âge. Les courbes d'IMC/âge ont été développées à partir des données d'études nationales (1963 à 1994) excluant les données des enfants d'âge supérieur à 6 ans de l'étude NHANES III. Cette exclusion était jugée nécessaire pour inclure l'influence de l'augmentation du poids qui s'est produite entre la NHANES II et la NHANES III. Cette augmentation observée du poids aurait l'effet d'élever la courbe percentile supérieur utilisé pour identifier les enfants en risque de surpoids ou en surpoids. Sans cette exclusion, le surpoids aurait pu être sous estimé chez les enfants et les adolescents.

Les courbes de l'IMC/âge pour chacun des sexes de 2 à 20 ans remplacent les courbes de poids/taille du NCHS 1977, qui étaient limitées pour les garçons préadolescents d'âge $\leq 11,5$ ans et dont la taille ≤ 145 cm, et pour les filles préadolescentes d'âge $\leq 10,0$ ans et dont la taille ≤ 137 cm. Comme il a été recommandé par les experts, les courbes BMI/âge devrait être utilisées pour identifier les enfants et adolescents qui sont dans l'extrémité supérieure de la distribution, qui sont soit en surpoids (≥ 95 percentiles) soit en risque de surpoids (≥ 85 et < 95 percentile). A l'extrémité inférieure de la distribution, une application analogue des courbes de BMI/âge servirait à évaluer l'insuffisance pondérale et le risque de l'insuffisance pondérale.

Une question a retenu l'attention était la différence raciale dans la croissance. Il y a des différences de taille et de croissance entre la majorité des groupes raciaux et ethniques aux USA, mais celles-ci semblent être petites et inconsistantes. Par conséquent, les courbes révisées de croissance ont inclus tous les enfants quelles que soient leurs races ou leurs ethnies. Ce qui doit être noté, c'est que les plus grandes influences sur le potentiel de croissance semblent être économiques, nutritionnelles, et environnementales.

Le mode d'alimentation peut influencer la croissance des nourrissons. Durant les deux dernières décennies (1980-1990) presque la moitié des nourrissons n'ont jamais été allaités au sein (NCHS, 1998 cité par KUCZMARSKI *et al.*, 2000). Les données sur lesquelles les courbes CDC 2000 sont basées, représentent mieux les modèles de croissance combinés des nourrissons américains allaités au sein et allaités artificiellement.

4.1.2.- Courbes françaises

A.- Etude de SEMPE

Les études coordonnées du Centre International de l'Enfance (CIE) ont été menées dans sept 8 pays (Londres, Paris, Zurich, Bruxelles, Stockholm, Dakar, Kampala, Louisville) en 1950. L'étude française a été réalisée par l'équipe du Pr SEMPE. Elle a permis l'élaboration des références françaises (SEMPE, 1979) figurant sur les carnets de santé des enfants français.

L'étude auxologique française a été accomplie par le centre d'Etudes sur la Croissance et le Développement de l'Enfant- Section Française des études coordonnées par le CIE.

➤ *Types d'étude et population*

L'étude s'est adressée au même groupe d'enfants et d'adolescents depuis leur naissance pour la majorité durant les années 1953-1954, jusqu'à la fin de leur adolescence. Elle a été envisagée initialement pour 588 nouveau-nés dont le recrutement respecta généralement les critères suivants :

- Parents d'origine française et métropolitaine habitant Paris ou sa proche banlieue Sud ;
- Poids de naissance supérieur à 2,50 kg et inférieur à 4,70 kg ;
- Absence d'anomalies dans le comportement des premiers jours et de malformations décelables à la maternité.

➤ *Echantillonnage*

Dès ses débuts, cette enquête de longue haleine a connu de sévères déperditions qui se stabilisèrent ensuite ; le caractère contraignant de cette surveillance pour les familles, les déménagements furent les principales causes de la réduction de l'échantillon de départ.

La réduction de cet échantillon a pu être compensée, en partie et de manière variable, par les éléments suivants :

- L'absence de certaines filles dès 15 ou 16 ans (1968 ou 1969) n'aura eu que peu d'incidence, leur adolescence étant pratiquement accomplie ;
- Le maintien de l'échantillon résiduel a donc porté préférentiellement sur le groupe des garçons demeurés fidèles à 14 ans ;
- Quelques défections une année durant ont pu être récupérées l'année suivante si les changements n'étaient pas trop intenses.

Il était possible de compléter les mesures manquantes, sous réserve que les délais entre deux mesures effectives ne soient pas supérieurs à 18 mois, sauf exception, lorsque l'évolution générale resta régulière.

➤ *Matériel et mesures*

Pour cette étude longitudinale, les données anthropométriques recueillies sont les plus complètes possibles. Chaque examen comportait 17 mesures anthropométriques, environ 170 000 données au total ont été récoltées. Elles sont représentées par : le poids, la taille, la longueur, le PC, le segment supérieur et inférieur, le périmètre thoracique, le périmètre du bras, le périmètre de la jambe, le diamètre bi-acromial, le diamètre bi-iliaque, le diamètre du coude et du genou, les plis cutanés (Pré- Bicipital, Rétro- Tricipital, Sous- Scapulaire et Supra- Iliaque). L'étude a inclus aussi l'étude de la maturation dentaire, maturation sexuelle secondaire et maturation osseuse.

Les mesures ont été effectuées selon un protocole commun appliqué au huit pays (FALKNER, 1961).

➤ *Traçage des courbes*

Les courbes obtenues, exprimées par rapport au sexe, sont celles : P/T, P/A, T/A, PC/A.

Tous les percentiles ont été déterminés manuellement à partir des alignements obtenus pour toutes les mesures.

➤ *Conclusion*

Les courbes de Sempé sont les courbes de références françaises, et sont aussi utilisées dans certains pays, notamment la courbe du périmètre crânien/âge en Algérie.

B.- Courbes de corpulence française

En 1982, à partir des données françaises de l'étude internationale de la croissance, des courbes de référence de l'IMC révisées en 1991 ont été publiées (ROLLAND- CACHERA *et al.*, 1991). La France a été suivie par de nombreux pays en Europe, et par les États-Unis. L'excès pondéral a pu ainsi être défini dans chaque pays à partir des centiles les plus élevés de la distribution (97^e centile par exemple).

4.1.3.- Courbes britanniques

Le Royaume-Uni (RU ou UK) a eu un rôle distingué à jouer dans l'histoire du développement des courbes de croissance. La publication des courbes TANNER et WHITEHOUSE des années 1960 (TANNER *et al.*, 1966) a eu le statut d'une citation classique parce qu'ils ont été les premiers à élucider en détail les techniques nécessaires à la construction des courbes de croissance à partir des données brutes. Les mises à jour constantes, les modifications, et de nouvelles courbes basées sur d'autres variables (autres que la taille et le poids) sont apparues et ont été influencées par le travail pionnier de TANNER et de ses associés. Plus récemment, la méthode LMS développée par Pr COLE est utilisée à la fois au niveau

national et international comme la technique de choix pour développer des centiles précis à partir des données (CAMERON, 2002).

A.- Courbes de TANNER et al. (1966)

TANNER, WHITEHOUSE et TAKAICHI ont été les premiers à développer des courbes de croissance pour les enfants britanniques (TANNER *et al.*, 1966).

En raison de sa large diffusion et la clarté des explications de la méthodologie, les références de TANNER *et al.* ont constitué la base technique pour les équipes de recherche européennes pour le développement de leurs propres courbes. Au Royaume-Uni, ces courbes n'étaient pas initialement présentées comme une «référence universelle », elles sont devenues largement utilisés comme référence nationale pour évaluer la croissance des populations et des individus (CAMERON, 2002).

➤ *Types d'étude et population et Echantillonnage*

La source d'échantillonnage pour les courbes 1965, est une combinaison de trois ensembles de données (TANNER *et al.*, 1966) :

- L'étude du Centre d'Etudes de l'Enfance ou étude longitudinale de Londres (1948 -1954) qui a porté sur un petit échantillon de 80 enfants par sexe ;
- L'enquête transversale du Conseil du Comté de Londres (1959) qui a porté sur près de 1 000 enfants par âge et par sexe ;
- Les 80 enfants de l'étude de croissance longitudinale de HARPENDEN (1948-1972).

➤ *Matériels et mesures*

Les mesures ont été effectuées par des équipes paires (l'examineur et l'assistant) formées aux techniques de mesures anthropométriques, et du matériel tarés. Les sujets été mesurés en caleçon ou nus (TANNER *et al.*, 1966).

➤ *Traçage des courbes*

Les courbes du 3,10, 25, 50, 75, 90, 97^e percentiles sont réalisées pour le P/A, T/A de la naissance à l'âge de 19ans, ainsi que les graphes de vitesse de croissance de poids et de taille de 0 à 15 ans pour les filles et à 17 ans pour les garçons.

➤ *Conclusion*

Dans le cours du temps, les courbes TANNER ont été actualisées et sont devenues les courbes cliniques longitudinales (TANNER et WHITEHOUSE, 1976). Ces deux versions ont été publiées et elles sont largement utilisées au Royaume Uni jusqu'au 21^{ème} siècle au niveau des hôpitaux, départements de pédiatrie, départements communautaires de santé, et les institutions académiques (WRAITH, 2002). Elles ont été vivement critiquées par plusieurs auteurs et leur utilisation a été considérée comme obsolète (CAMERON, 2002).

B.- Courbes TANNER et BUCKLER(1997)

Vingt ans après, TANNER a travaillé avec BUCKLER pour actualiser les références 1976 et produire les dernières références Buckler – Tanner (TANNER et BUCKLER, 1997).

TANNER et BUCKLER (1997) ont conclu que leur récentes courbes étaient assez représentatives de la population générale, elles ont été construites à partir :

- Des données des références 1966 et 1976 mises à jour et fusionnées par les procédés statistiques proposés par FREEMAN *et al.* (1995) ;
- En plus des données de l'étude longitudinale BUCKLER de l'année 1980 menée sur 198 adolescents de Sheffield (BUCKLER, 1990).

C.- Références UK 1990

Trente ans après la première apparition des références de Tanner- Whitehouse (1976), une équipe, principalement, de l'Institut de la santé des enfants de Londres sous l'égide du statisticien le Pr COLE de Cambridge, a produit une alternative des courbes nationales (FREEMAN *et al.*, 1995). Le projet a commencé en 1991, pour pallier aux problèmes de la représentativité et ceux liés à l'accroissement séculaire des courbes Tanner- Whitehouse (1966). Ces courbes ont connu une autre modification en 1997 suite à une analyse critique et comparative par WRIGHT et ses collègues de l'Université du New Castle UPO Tyne (WRIGHT *et al.*, 1997) pour atteindre leur version actuelle (COLE *et al.*, 1998). Ceux sont les références UK 1990.

➤ *Types d'étude et population*

Les courbes ont été construites à partir des données de sept sources d'étude. Les données étaient recueillies entre 1978 et 1990, et au nombre de 25 000. La majorité des études comprenaient une petite proportion d'enfants de race non blanche, qui était exclue pour éviter les différences de croissance et de taille finale de croissance d'ordre ethnique.

➤ *Echantillonnage*

La majorité des études avaient une représentativité nationale, et incluait même les Pays de Galles et l'Ecosse avec un échantillonnage stratifié à plusieurs degrés. Ces courbes étaient constituées de l'assemblage de 12 séries de données transversales, récentes et représentatives de la population. La taille des échantillons par groupe d'âge et de sexe varie entre un minimum de 139 filles prématurées à un maximum de 1 264 de la classe de 5 ans fille et classe de 9 ans garçons (FREEMAN *et al.*, 1995).

➤ *Matériels et mesures*

Les mesures de poids et de taille ont été effectuées par un personnel spécialement entraîné, dans les sept études. La taille couchée a été mesurée pour tous les enfants de moins de 2 ans. La taille a été mesurée au mm près dans toutes les études hormis une où la taille a été exprimée au

5mm près. Les nourrissons ont été pesés nus ou en couches (à 10g près), les enfants et les adultes mesurés avec les sous-vêtements ou vêtus (à 50 g ou 100 g ou 500g près). Dans le cas des pesées avec vêtement, le poids des vêtements est déduit du résultat.

Toutes les études ont été menées par plusieurs équipes d'enquêteurs, sauf pour une seule qui a été menée par un seul enquêteur. Les variabilités intra et inter observateurs ont été évaluées.

➤ *Traçage des courbes*

Les données ont été traitées par la méthode LMS de COLE pour la construction des courbes de percentiles pour chaque âge et sexe de la naissance à l'âge de 19 ans.

➤ *Conclusion*

Les références UK 1990 révisées sont considérablement plus appropriées que les plus anciennes des références (SAVAGE *et al.*, 1999). L'utilisation des courbes antérieures à celles de FREEMAN *et al.* et de BUCKLER-TANNER devrait être considérée comme obsolète s'il s'agit de contrôler la croissance sur la base d'un individu ou d'un échantillon. Les courbes de FREEMAN *et al.* Comme celle de BUCKLER-TANNER sont valides pour contrôler, surveiller ou guider la croissance avant l'adolescence, mais celles de FREEMAN sont recommandées pour le contrôle ou la surveillance d'échantillons d'enfants tout au long de l'enfance et de l'adolescence. Lorsque des données complètes de croissance et de développement sont disponibles, il est avantageux d'utiliser les courbes de BUCKLER-TANNER pendant l'adolescence pour le diagnostic et l'accompagnement individuel des enfants (CAMERON, 2002).

4.1.4.- Courbes italiennes

Le manque de données nationales dans le passé, a poussé les pédiatres italiens à utiliser les courbes de références britanniques produites il y a 30 ans (TANNER *et al.*, 1965a ; 1965B, TANNER et WHITEHOUSE, 1976) ou bien celles de l'IMC françaises (ROLLAND-CACHERA *et al.*, 1991). Ces normes sont encore utilisées par la grande majorité des pédiatres, bien que des courbes de référence internationale plus récentes sont disponibles, et certains centres ont obtenu dans leurs propres villes ou régions des courbes de référence locales. Néanmoins, les pédiatres sont conscients que l'utilisation des références anglaises ou françaises peut impliquer des biais non négligeables dans l'évaluation de la croissance de leurs patients, car il existe des différences ethniques dans l'âge au pic de croissance pubertaire et la taille adulte, et ces références sont devenues progressivement obsolètes en raison des tendances séculaires (CACCIARI *et al.*, 2002).

➤ *Types d'étude et population*

CACCIARI *et al* ont élaboré une étude transversale nationale dont le but est l'élaboration des courbes de croissance pour la taille, le poids et l'IMC, établi sur la base d'un échantillon de plus de 54 000 écoliers âgés de 6 à 20 ans et couvrant 16 des 20 régions italiennes (CACCIARI *et al.*,

2002). L'enquête a été réalisée grâce à l'initiative de la directive du Conseil de la Société Italienne d'Endocrinologie Pédiatrique et du Diabète (SIEDP) et à la collaboration de 16 centres d'Endocrinologie pédiatrique dirigé par les membres du SIEDP. Elle a abouti aux courbes de la taille, de poids et d'IMC pour la population italienne âgée de 6 à 20 ans ou courbes SIEDP 2002. CACCIARI et al ont étendu les courbes de croissance SIEDP 2002 à l'âge préscolaire, pour obtenir les courbes SIEDP 2006 applicables à la population italienne âgée de 2 à 20 ans, prise dans son ensemble ou séparément dans deux zones géographiques :Centre –Nord d'Italie et Sud d'Italie (CACCIARI *et al.*,2006).

➤ *Echantillonnage*

Pour l'étude SIEDP (2002), un plan d'échantillonnage ad hoc a été conçu en 1996 dans le but d'élaborer des références. En conformité avec le protocole de l'étude, dans chaque région un échantillon proportionnel à la taille de la population scolaire a dû être recueilli, les écoles étant les unités d'échantillonnage. La population scolaire et la population générale se chevauche entre 6 et 14 ans, lorsque la fréquentation de l'école est obligatoire. Pour les enfants âgés de 15 à 19, la population scolaire représente environ 80% de la population générale. La taille de l'échantillon est préfixée à 36 000 sujets, elle a été adaptée pour fournir les centiles extrêmes (3^e et 97^e) de la taille et du poids avec des écarts types plus bas que 0,4 cm et 0,2 kg à 6 ans et moins de 0,5 cm et 0,8 kg à l'âge adulte.

Au cours de l'étude toutes les écoles sélectionnées ont participé à l'étude, et tous les enfants à l'école ont été mesurés le matin de la visite. Néanmoins certaines violations du protocole ont eu lieu : des données n'ont pas été recueillies dans le Trentino-Alto Adige, Friuli Venezia Giulia et Basilicata (ces régions étaient censées fournir 1 850 sujets), tandis que la Lombardia, Emilia-Romagna, Toscana et Campania ont dépassé la taille de l'échantillon préfixé de 2 à 4 fois. Le biais résultant était considéré comme négligeable. Afin d'évaluer l'effet de la disproportion entre la taille de l'échantillon préfixé et l'échantillon réellement mesuré dans certaines régions, des comparaisons ont été réalisées entre les médianes calculées avec ou sans ajustement de la taille de la population scolaire régionale. A chaque âge, la médiane non ajustée est tout simplement la valeur médiane de tous les enfants. Toutes les mesures ont été prises entre 1996 et 2000, sauf pour Campania, qui a fourni des données recueillies entre 1990 et 1994. Les références de croissance présentées sont basées sur un échantillon de 54 795 écoliers dont 27 421 filles et 27 374 garçons (données de la SIEDP). Pour le Centre et le Nord d'Italie, l'échantillon était constitué de 26 535 sujets, alors que l'échantillon du Sud de l'Italie comprend 28 260 sujets. Pour les classes d'âge de 6 à 18 ans, l'échantillon été compris entre 2 000 et 6 000 sujets ; la taille de l'échantillon était plus faible pour les classes d'âge de 19 ans (1 232 sujets) et 20 ans (198 sujets). Les enfants d'immigrants étaient exclus de l'analyse.

L'étude SIEDP (2006) a porté sur un échantillon d'environ 70 000 sujets de maternel, primaire et de secondaire, entre 1994 et 2004. La distribution de l'échantillon par sexe, âge et zone géographique était à peu près semblable à celle de la population scolaire italienne dans la dernière décennie du 20e siècle.

➤ *Matériel et mesures*

Dans chaque région, un personnel a été spécialement formé et équipé pour l'enquête. Des toises mobiles et des balances correctement étalonnés ont été utilisées pour les mesures. Tous les enfants ont été mesurés trois fois le même matin selon la technique décrite par Cameron (1986). Les enfants ont été mesurés en sous-vêtements, avec des balances de précision de 100 g correctement calibré. Environ 20% de l'échantillon ont été mesurés vêtus et le poids des vêtements estimé a ensuite été déduit. L'indice de masse corporelle (IMC) a été calculé suivant la formule : poids (kg)/ taille² (m²).

➤ *Traçage des courbes*

La méthode utilisée pour le lissage des courbes SIEDP 2002 est l'EMGF (extended mechanistic growth function) de CORTINOVIS et MILANI. Elle est particulièrement utile pour élaborer des courbes de croissance basées sur quelques sujets (comme dans le cas de conditions pathologiques rares), ou dans la comparaison de plusieurs courbes de croissance pour différentes populations (comme dans le cas des régions italiennes). Bien que le modèle EMGF et le modèle LMS (COLE et GREEN, 1992) ont des structures très différentes, ils produisent des estimations similaires (différences à 2 % pour IMC). Les centiles estimés avec EMGF sont également exprimés en courbes lisses appelé L, M et S.

Les références SIEDP 2006 sont présentées par centiles et par courbes LMS pour le calcul des Z scores, et comprennent les valeurs seuil de surpoids et de l'obésité.

➤ *Conclusion*

Selon BONTHUIS *et al.* (2012), les courbes de référence nationale utilisées en Italie sont celles de CACCIARI *et al.*

De grandes différences dans le modèle de croissance de l'IMC sont apparues entre la SIEDP 2006, et CDC 2000 et UK90 : en Italie, l'IMC est plus élevé et sa répartition est plus inégale au cours de l'enfance et de l'adolescence. A la fin de la croissance, les valeurs médianes des trois références sont similaires, mais le 97^e centile de CDC 2000 est beaucoup plus élevé et augmente plus fortement que celui de SIEDP 2006, qui, au contraire atteint un plateau.

4.2.- COURBES DE REFERENCES INTERNATIONALES

4.2.1.- Courbes NCHS/OMS 1977

Les courbes NCHS 1977 modifiées ont été adoptées consécutivement par l'organisation mondiale de la santé (OMS) et ont été largement utilisées internationalement (WHO, 1978 ; DIBLEY, 1987b). Depuis de nombreuses études ont été menées et ont prouvées leurs limites.

En effet, les références NCHS/OMS 1977 ont été établies à partir d'un échantillon d'enfants d'un seul pays, considérés comme étant en bonne santé. Aucun comportement sanitaire particulier n'était requis pour que les enfants fassent partie de l'échantillon de référence. Ces références décrivaient la croissance atteinte par des enfants élevés selon des modes d'alimentation et de soins qui étaient typiques d'une période et d'un pays donné (de ONIS et *al.*, 2004). En avril 2006, l'OMS a publié de nouveaux standards permettant d'évaluer la croissance de la naissance à l'âge de 5 ans.

4.2.2.- Courbes OMS 2005

➤ Type d'étude et population

L'Etude multicentrique de l'OMS sur la référence de croissance (Etude MGRS) s'est déroulée de 1997 à 2003 dans 6 pays géographiquement très différents : le Brésil, les Etats-Unis d'Amérique, le Ghana, l'Inde, la Norvège et Oman. Elle a été conçue pour fournir des données décrivant comment les enfants devraient grandir, en incluant dans les critères de sélection de l'étude certains comportements recommandés en matière de santé.

L'étude comportait l'enquête longitudinale de la naissance à l'âge de 24 mois, couplés à une analyse transversale de la croissance chez des enfants âgés de 18 à 71 mois.

Les critères d'inclusion dans l'étude longitudinale étaient (de ONIS *et al.*, 2008) :

- Absence de facteurs de santé ou d'environnement ayant un effet négatif sur la croissance ;
- Mère acceptant de suivre les recommandations de l'OMS en matière d'alimentation (allaitement exclusif ou prédominant pendant au moins 4 mois, diversification alimentaire à l'âge de 6 mois, et poursuite de l'allaitement jusqu'au moins l'âge de 12 mois) ;
- Grossesse à terme : âge gestationnel compris entre 37 semaines (259 jours) et 42 semaines (294 jours) ;
- Grossesse non gémellaire et absence de pathologie notable ;
- Mère non fumeuse avant et après l'accouchement.

Les critères d'éligibilité pour la composante transversale étaient les mêmes que pour l'étude longitudinale, à l'exception des pratiques d'alimentation. Un minimum de 3 mois d'allaitement, exclusif ou non, était néanmoins indispensable pour les participants à l'étude transversale.

➤ Echantillonnage

Les 882 enfants respectant les contraintes de l'étude ont été utilisés pour construire les standards OMS de la naissance jusqu'à l'âge de 2 ans, combinés avec les 6669 enfants âgés de 2 à 5 ans de l'étude transversale.

➤ *Traçage des courbes*

Les données des différents sites ont été fusionnées pour construire ces standards. Les indices poids/âge, taille/âge, poids/taille et l'indice de masse corporelle/âge ont été calculés pour les garçons et les filles âgés de 0 à 60 mois.

➤ *Conclusion*

L'étude a abouti à «des normes prescriptives» pour une croissance normale, par opposition à des références simplement descriptives. Ces normes peuvent être utilisées partout dans le monde, puisque l'étude a également montré que les enfants, où qu'ils vivent, grandissent suivant des modèles similaires pourvu que leurs besoins en matière de nutrition, de santé et de soins soient satisfaits. (GARZA et de ONIS, 2004).

Outre les normes relatives à la croissance physique, les normes OMS de croissance de l'enfant comprennent aussi six étapes du développement moteur général (se tenir assis sans soutien, se tenir debout avec l'aide de quelqu'un, se déplacer à quatre pattes, marcher avec l'aide de quelqu'un, se tenir debout seul et marcher seul) que des enfants en bonne santé sont censés atteindre au cours d'une certaine tranche d'âge, entre 4 et 18 mois.

4.2.3.- Courbes OMS 2007

➤ *Type d'étude et population*

Le principal échantillon utilisé pour la reconstruction de la référence pour les enfants d'âge scolaire et les adolescents (5-19 ans) a été le même que celui utilisé pour la construction des courbes NCHS/1977 originaux en rassemblant trois ensembles de données.

Les premier et deuxième ensembles de données ont été tirés de l'enquête HES, cycle II (6-11 ans) et cycle III (12-17 ans). Le troisième ensemble de données provient de l'enquête HANES cycle I (de la naissance à 74 ans), dont ont été uniquement utilisées les données relatives au groupe d'âge allant de 1 à 24 ans. Etant donné la similitude de ces trois ensembles de données, ils ont été fusionnés sans ajustement (de ONIS *et al.*, 2007b).

➤ *Echantillonnage*

La taille totale de l'échantillon était de 22 917 enfants (11 410 garçons, 11 507 filles). Pour l'indicateur de la T/A, 8 garçons et 14 filles présentaient des valeurs de mesure de la taille aberrantes et ont été écartées. Pour les indicateurs basés sur le poids (P/A et IMC/A), l'approche visant au nettoyage des données utilisées a été la même que celle appliquée pour la construction des normes OMS 2005 afin d'éviter les effets de poids-pour-la-taille ne correspondant pas à une bonne santé. Donc, 321 garçons et 356 filles ont été exclus (de ONIS *et al.*, 2007b).

➤ *Traçage des courbes*

La fusion des données à partir de l'échantillon transversal (18-71 mois) des normes de croissance avec l'échantillon final NCHS avant de faire coïncider les nouvelles courbes de

croissance a permis une transition sans heurt entre les normes OMS 2005 de croissance de l'enfant (0-5 ans) et les courbes de référence au-delà de l'âge de 5 ans. Les courbes de croissance pour les âges allant de 5 à 19 ans ont ensuite été construites en utilisant les données de 18 mois à 24 ans. L'échantillon final utilisé pour faire coïncider les courbes de croissance incluait 30 907 observations (15 537 garçons, 15 370 filles) pour les courbes de la T/A, 30 100 observations (15 136 garçons, 14 964 filles) pour les courbes du P/A, et 30 018 observations (15 103 garçons, 14 915 filles) pour les courbes de l'IMC/A (de ONIS *et al.*, 2007).

L'objectif étant de mettre au point des courbes de croissance pour les enfants d'âge scolaire et les adolescents qui coïncident avec les normes OMS de croissance de l'enfant pour les enfants d'âge préscolaire, nous avons à nouveau appliqué les méthodes statistiques les plus avancées qui ont été utilisées pour construire les normes de croissance pour les enfants âgés de moins de 5 ans. La mise au point des normes pour les enfants de moins de 5 ans a suivi la méthode BCPE, avec un lissage des courbes par splines cubiques. Cette méthode convient à différents types de distribution, de la distribution normale à la distribution asymétrique ou aplatie. Après que le modèle a été adapté en utilisant l'ensemble de la fourchette des âges (18 mois à 24 ans), les courbes ont été tronquées pour couvrir la fourchette d'âges requise (5 à 19 ans). Ces standards ont fait l'objet de plusieurs publications en vue de généraliser leur emploi.

Mais, dans les pays en développement les normes de l'OMS 2005 ont tendance à surestimer le retard de croissance et l'émaciation dans un échantillon d'enfants indiens en bonne santé, les mêmes remarques sont émises par d'autres auteurs en Indonésie et au Malawi (KHADILKAR, 2013).

4.2.4.-Références de l'International Obesity Task Force (IOTF)

En 2000, l'IOTF a élaboré une nouvelle définition de l'obésité chez l'enfant utilisant des courbes de l'IMC établies à partir de données recueillies dans six pays disposant de données représentatives. Les seuils définissant le surpoids et l'obésité sont constitués par les centiles IOTF C-25 et IOTF C-30, qui aboutissent respectivement aux valeurs de 25 et 30 kg/m² à 18 ans (COLE *et al.*, 2000).

CHAPITRE 5 : EXPERIENCE ALGERIENNE

En Algérie, peu d'études ont été dirigées dans le but d'établir les courbes de références algériennes. Néanmoins, des études anthropométriques sont entreprises localement. Nous présentons chronologiquement quelques exemples de ces études.

5.1.- DEVELOPPEMENT PHYSIQUE DE L'ELEVE ALGERIEN

Pendant l'année scolaire 1969/1970, SPRYNAROVA, SPRYNAR et MEKHALFA ont réalisé une enquête nationale portant sur l'étude de la croissance et de l'aptitude physique des élèves algériens âgés de 11 à 14 ans. L'étude s'inscrit dans le cadre de la coopération Algéro-Tchécoslovaque en collaboration avec les ministères de la jeunesse et des sports et de l'éducation nationale. Selon DEKKAR (1986), les informations recueillies n'ont été que partiellement exploitées.

Les mesures anthropométriques effectuées sont le poids, la taille les plis cutanés, et ont été relevées sur 2 087 garçons représentatifs des élèves algériens. Le choix de l'échantillon s'est fait avec le respect des proportions quant aux différents niveaux scolaires (primaire, moyen, secondaire) et celui des populations des grandes, moyennes et petites villes.

D'après DEKKAR (1986), la moyenne de la taille et du poids des élèves des zones rurales étaient en dessous de la moyenne générale de l'échantillon, et celle de la zone urbaine est en dessus de la moyenne. Des variations plus importantes ont été observées dans les lycées et une école primaire de Djanet.

La comparaison des mesures des élèves des trois lycées (Alger, Boufarik, Mascara) avec l'ensemble de l'échantillon montre que les valeurs de taille et de poids sont significativement les plus élevées pour toutes les tranches d'âges. Les auteurs pensent que les conditions socio-économiques élevées des élèves fréquentant les lycées influencent significativement leur développement physique.

La comparaison des élèves de Djanet et ceux du lycée d'Alger n'a pas montré de différence aussi bien pour le poids que pour la taille. A l'âge de 13 ans, les valeurs de l'épaisseur totale des dix plis et le pourcentage de masse grasse sont plus élevés chez les élèves du lycée d'Alger. Pour le périmètre crânien, les valeurs sont significativement plus élevées chez les élèves du lycée d'Alger à l'âge de 12 et 13 ans, alors que la différence n'est pas significative pour les deux groupes.

Les conditions socio-économiques des zones rurales moins favorables que celles des zones urbaines laissent prévoir que les garçons de l'école de Djanet auraient des valeurs de poids et de taille inférieures à ceux des élèves du lycée d'Alger. Les auteurs expliquent cette absence de différence par l'influence ethnique, tout en soulignant que l'école de Djanet est fréquentée par des élèves d'un niveau socio-économique élevé (SPRYNAR *et al.*, 1973 cité par MEKHANCHADAHHEL, 2008).

5.2.- CROISSANCE DES ALGERIENS DE L'ENFANCE A L'AGE ADULTE, REGION DES AURES

Entre 1971 et 1974, CHAMLA et DEMOULIN ont réalisé une étude dans trois régions de l'Aurès (Bouzina, Arris et Mena) sur des enfants et des adolescents scolarisés âgés de 6 à 25 ans. Cette étude est la première à être publiée sur des enfants originaires d'Algérie. Elle s'inscrit dans un programme d'enquête générale anthropologique biologique et sociologiques commencée en 1971, en collaboration avec le centre algérien de recherche anthropologique d'Alger, le centre de transfusion sanguine de l'hôpital Mustapha à Alger, et le laboratoire d'anthropologie et de préhistoire des pays de la méditerranée occidentale, Aix en Provence. Au plan national, l'enquête sur la croissance des enfants de la commune de Bouzina présente un intérêt spécial du fait qu'elle touche une population vivant dans une région particulièrement défavorable. Elle s'inscrit de ce fait dans le cadre du IIème plan quadriennal algérien (1974- 1977) dont l'un des objectifs prioritaires est l'élimination de la sous-alimentation dans les régions défavorisées du pays.

A cet effet, les courbes de la croissance du poids et de la taille établies à partir des échantillons d'enfants de Mena et d'Arris, ne seront valables selon CHAMLA et DEMOULIN (1976) qu'à l'échelon régional, car les habitants de l'Aurès constituent une entité originale sur le plan anthropologique.

L'enquête effectuée dans les villages de Bouzina, commune socio- économiquement défavorisée, concerne 1 139 sujets (800 garçons et 339 filles). Les enfants de 6 à 14 ans ont été mesurés dans les écoles primaires de ces villages, les autres sujets au centre de soins de la commune. L'échantillon représente respectivement environ 38% des garçons et 17,5% des filles selon le recensement de 1966. Le moindre effectif féminin est dû essentiellement au taux très faible de scolarisation des filles dans les communes rurales algériennes. En effet ce taux était pour les enfants âgés de 6 à 14 ans en 1966 de 50,95% pour les garçons et de 18% pour les filles. Toutes les filles et tous les garçons de chaque classe des écoles des villages enquêtés ont été mesurés, à l'exclusion des enfants originaires de communes autres que celle de Bouzina, ainsi que ceux présentant des signes d'anomalies évidents, d'origines pathologies ou congénitales (CHAMLA et DEMOULIN, 1976).

Les dimensions du corps et de la tête ont été prises selon la technique de MARTIN. Elles comportent le poids, la taille, la hauteur de la taille assis, longueur du membre inférieur, longueur de la cuisse et de la jambe, les différents diamètres et périmètres ainsi que l'épaisseur des plis cutanés. Le traitement des données a été fait sur ordinateur.

L'âge de la maturation sexuelle chez les filles a été évalué d'après un questionnaire de 193 adolescentes et femmes de Bouzina. Les premières règles apparaissent tardivement, la

moyenne d'âge est de 14,4 ans, 35% des filles sont réglées entre 15 et 16 ans, chez 3% les règles apparaissent à 17 ans.

L'âge à la puberté des garçons a été estimé d'après les courbes de croissance de la stature qui montrent une accélération pré pubertaire suivie d'un palier correspondant à la fin de la période pubertaire. La puberté survient tardivement chez eux, entre 15 et 17 ans.

Afin d'évaluer l'importance des répercussions du statut nutritionnel et des conditions de vie sur la croissance des enfants de Bouzina, une enquête parallèle a été menée auprès d'enfants scolarisés appartenant à un milieu socio-économique moins défavorisé mais d'origine ethnique similaire à celle des enfants de Bouzina. Le choix s'est porté sur les chefs lieux de deux communes de l'Aurès Menaâ et Arris, où les conditions de vie sont sensiblement meilleures qu'à Bouzina (électrification, eau courante, hygiène meilleure, niveau de vie plus élevé et ressources alimentaires moins précaires).

L'échantillon d'enfants étudié comprend 780 sujets (442 garçons et 338 filles) âgés de 6 à 19 ans. Ils ont été examinés en 1972, 1973 et 1974 dans les écoles primaires mixtes de Menaâ qui ne comporte pas de collège d'enseignement secondaire, et dans les écoles primaires, le collège d'enseignement agricole et le C.E.G mixte d'Arris. Seules les dimensions du corps et le périmètre céphalique ont été relevées dans cet échantillon de comparaison.

L'enquête sur l'âge d'apparition des premières règles a été effectuée auprès des lycéennes d'Arris et des femmes fréquentant le centre de protection maternelle et infantile de cette ville. L'âge aux premières règles chez 289 jeunes filles et femmes est de 13,59 ans en moyenne. Par rapport à Bouzina, les règles apparaissent plus tôt chez les femmes d'Arris. Rares sont les adolescentes chez qui les règles apparaissent à 16 ans (2% contre 11% à Bouzina).

Le poids et la taille (Tableaux 01, 02 ; annexe 01) sont légèrement supérieurs chez les enfants de Menaâ/Arris que chez ceux de Bouzina jusqu'à l'âge de 16 ans pour le poids chez les garçons, jusqu'à 12 ans chez les filles, après quoi les enfants de Bouzina rattrapent et dépassent ceux de Menaâ/Arris.

La stature reste légèrement inférieure chez les enfants de Bouzina à 18 ans, la différence étant plus importante entre les garçons qu'entre les filles. Les courbes de la stature tendent à être plus régulières chez les filles de Menaâ/Arris sans les paliers constatés à Bouzina. L'accélération pré pubertaire se situe entre 12 et 15 ans pour les garçons de Menaâ/Arris, il n'y a pas de palier après 17 ans. Pour les filles, l'accélération, moins brutale qu'à Bouzina, se produit entre 10 et 13 ans.

Dans l'ensemble on observe une plus grande régularité dans la croissance des enfants de Menaâ/Arris contrairement aux enfants de Bouzina subissant les effets des conditions de vie.

5.3.- ETUDE DE LA CROISSANCE D'ENFANTS ALGERIENS DU TELL ET DU AHAGGAR (SAHARA)

L'étude de DOP *et al.* (1984) avait pour but d'étudier la croissance des enfants et des adolescents dans la région du Sahara (Ahaggar) et celle du Tell (Alger et Tekteka). Elle s'est déroulée de 1977 à 1980 dans le cadre de la coopération franco-algérienne pour la recherche scientifique, en collaboration CHU Mustapha d'Alger et le CHU Rangueil de Toulouse. L'étude a été entreprise dans l'Ahaggar dans la wilaya de Tamanrasset région du Sahara Algérien. Elle a concernée 488 enfants nomades et sédentaires, de la naissance à l'âge de 17 ans. Simultanément, deux groupes d'enfants du Tell algérien sont étudiés : le premier groupe composé de 220 enfants âgés de 4 à 17 ans appartenant a une meute de scout dans la ville d'Alger ; le deuxième comprend 204 enfants d'âge scolaire (de 5 à 11 ans) de Tekteka, un village rural situé 30 miles au sud-ouest d'Alger (DOP *et al.*, 1984).

L'état clinique, les mesures anthropométriques (poids, taille et plis cutanés) ont été étudiés, ainsi que divers paramètres biologiques sur des prélèvements sanguins et sur les urines. L'âge des enfants a été calculé sur la base des certificats de naissance ou des enregistrements de l'école. Pour certains enfants sahariens, l'âge a été déterminé après interrogation minutieuse des parents. L'âge est donné en années complètes.

Les enfants sahariens mesurés sont issus de trois tribus Twareg qui sont des éleveurs nomades. Les enfants sédentaires vivent dans la ville de Tamanrasset, ils ont des origines ethniques diverses, essentiellement Mrabtines, Harratines, Africains noirs, et Twareg. Leurs pères sont commerçants ou employés publics.

La population de Tekteka est constituée d'immigrants des Hauts plateaux installés depuis deux ou trois décennies. Leur principale occupation est l'agriculture dans les grandes fermes.

Les scouts étudiés vivent dans la banlieue d'Alger. Leurs revenus sont divers, leurs pères sont des ouvriers qualifiés ou non, mais tous ont un revenu stable.

L'auteur compare ses résultats avec ceux de l'étude CHAMLA et DEMOULIN (1976). Des comparaisons intergroupes sont faites deux par deux à cause de la petite taille des échantillons, en utilisant le t-test de Student. Les données des enfants sahariens nomades ne sont pas exploitées à cause du manque de données algériennes semblables.

Les moyennes de taille des enfants issus de l'échantillon urbain et rural du Tell (Alger et Tekteka) sont similaires pour les deux sexes, sauf à l'âge de 6 ans les garçons citadins sont plus grands de 6 cm, et à l'âge de 10 ans les filles citadines sont plus grandes de 6,6 cm (Tableau 04 ; annexe 1). Les garçons algérois ont les moyennes de taille les plus élevées. Les garçons sahariens sont plus petits à 5 et 9 ans. Les garçons de l'Aurès sont plus petits que les garçons algérois à tous les âges. Ils sont même plus petits que les garçons sahariens à 10, 11 et 14 ans.

Les différences sont moindres entre filles : les sahariennes sont plus petites que les algéroises à 9 ans, et celles de Bouzina le sont aussi de 8 à 12 ans (tableau 04 ; annexe 1).

Pour le poids, les valeurs des deux groupes du Tell ne diffèrent pas. Les garçons sahariens et ceux des Aurès sont plus légers que les garçons algérois (Tableau 05 annexe 1).

Le poids des filles du Tell ne diffère qu'à l'âge de 10 ans, les filles citadines demeurent plus lourdes de 4,6 kg. Les filles algéroises sont lourdes que les filles sahariennes à 5, 9, 10, 13 et 14 ans. Les filles de Bouzina sont plus légères à 6, 8 et 10 ans. Le poids des filles Chaouia et des filles sahariennes ne diffère pas (Tableau 06 ; annexe 1).

5.4.- DONNEES BIOMETRIQUES DE LA POPULATION ALGERIENNE AGEE DE 0 A 19 ANS

Entre 1979 et 1980, GRABA réalisa une enquête transversale à travers 31 wilayas auprès de 10 560 ménages. Cette enquête avait pour but la réalisation des courbes de référence pour la population algérienne âgée de 0 à 19 ans. Les mesures effectuées sont le poids, la taille, le périmètre crânien, le périmètre brachial et le pli cutané tricipital (GRABA, 1984).

Les mesures de poids recueillies pour les deux sexes sont pratiquement identiques de 0 à 11 ans. Le poids des filles dépassent celui des garçons à partir de 12 ans (33,2 kg contre 31,4 kg) jusqu'à l'âge de 17 ans, où les deux sexes atteignent le même poids.

Les valeurs de taille des garçons demeurent supérieures de 1 cm celles des filles de 0 à 8 ans. A l'âge de 9 ans les deux sexes atteignent la même taille de 124 cm. Entre 12 et 14 ans, les filles dépassent les garçons de 1 cm. A partir de 16 ans, les tailles des garçons dépassent significativement celles des filles (156 cm contre 151 cm).

L'auteur constate que le périmètre crânien des filles est toujours supérieur à celui des garçons jusqu'à l'âge de 11 ans. A l'âge de 12 ans, les deux sexes ont le même périmètre crânien (53,1 cm), puis celui des filles dépasse celui des garçons de 13 ans jusqu'à l'âge de 16 ans.

Le périmètre brachial des filles est inférieur à celui des garçons de 0 à 3 ans, puis les deux sexes atteignent la même valeur de 15,2 cm à 4 ans. Les valeurs du périmètre brachial des filles seront toujours supérieures à celles des garçons de 6 ans jusqu'à l'âge de 19 ans.

L'auteur constate la même observation concernant le pli cutané tricipital. Les filles dépassent les garçons à partir de 4 ans jusqu'à l'âge de 19 ans (GRABA, 1984).

5.5.- CROISSANCE ET DEVELOPPEMENT DE L'ELEVE ALGERIEN

En novembre 1983, une étude nationale transversale a été réalisée sur des enfants et des adolescents scolarisés âgés de 5 à 20 ans. L'objectif étant l'étude des paramètres de la croissance et de l'aptitude physique de l'enfant algérien. Un effectif supérieur ou égal à 30 personnes pour chaque âge, chaque sexe et chaque commune été nécessaire.

Le sondage est aléatoire en grappe à trois degrés, stratifié selon les strates géoéconomiques (les zones urbaines et rurales), selon l'âge et le sexe. Les unités primaires sont représentées par les communes. Les unités secondaires sont constituées par les établissements scolaires des communes retenues, tout en distinguant les établissements primaires, moyens et secondaires mixtes ou non, pour prendre en compte la stratification par âge et par sexe. Le sondage des unités tertiaires a été confié aux différentes équipes, une fois rendues sur les lieux, le nombre de classe est déterminé par son effectif qui doit être d'environ 40 élèves, pour un niveau pédagogique et par sexe.

L'échantillon est constitué de 5 604 garçons et 5 356 filles âgés de 5 à 20 ans. Les enfants sont nés et ont grandi en Algérie, sont issus de familles nombreuses dont les revenus et les niveaux d'instruction sont en moyenne bas. L'enquête a été menée dans cinq communes urbaines et cinq communes rurales réparties dans cinq wilayas : Alger, Chlef, Tizi ousou, Batna et Bechar. Toutes les communes urbaines sont chef-lieux de wilaya. Trente huit établissements ont été enquêtés (DEKKAR, 1986).

La courbe des moyennes du poids des garçons est régulière et en constante augmentation entre 6 et 13 ans, après cet âge une accélération se produit et la variabilité augmente au moment de la puberté (Tableau 07 ; annexe 1). La prise de poids est plus importante jusqu'à 18 ans. Pour les filles (Tableau 07 ; annexe1), la variabilité augmente régulièrement jusqu'à atteindre son maximum à l'âge de 13 ans, et se stabilise par la suite. La prise de poids se stabilise à l'âge de 18 ans. Par ailleurs le poids des garçons est légèrement supérieur à celui des filles jusqu'à l'âge de 9 ans, après cet âge le poids des filles est supérieur à celui des garçons jusqu'à l'âge de 15 ans.

Pour les garçons (Tableau 08 ; annexe1), la courbe des moyennes de la taille augmente régulièrement de 5 à 18 ans, avec une accélération de la croissance entre 12 et 14 ans. Alors que pour les filles, la croissance n'est pas régulière. L'accélération la plus importante se produit entre 9- 10 ans (Tableau 08 ; annexe1).

En comparant les deux sexes, l'auteur relève que les garçons sont plus grands que les filles d'environ 1 cm entre 6- 9 ans, alors que de 11 à 13 ans, les filles sont plus grandes que les garçons, après cet âge la tendance se renverse.

5.6.- CROISSANCE DE L'ENFANT ALGERIEN

Entre octobre 1990 et mai 1993, une enquête transversale a été entreprise dans la ville de Constantine. Le but de cette étude est de définir des valeurs standard pour les mesures anthropométriques générales et celles relatives aux masses corporelles pour les enfants algériens. Au cours de cette enquête des mesures anthropométriques ont été réalisées sur un échantillon de 2 397 enfants (1 175 garçons et 1 222 filles) âgés de 0 à 5 ans. L'échantillonnage est en grappe dirigé vers quelques uns des établissements sanitaires et crèches et garderies de la ville de Constantine. La population d'étude est répartie en 20 classes de 3 mois, allant de la tranche d'âge

de 3 à 5 mois jusqu'à la tranche d'âge de 57 à 59 mois révolus. Ces enfants sont nés de parents algériens en bonne santé, résidants à Constantine- ville, ne présentent aucune anomalie clinique, ne possédant pas d'antécédent de maladies métaboliques. Pour les nouveaux- nés, sont retenus ceux nés à terme (au delà de 38 semaines d'aménorrhée), d'une mère en bonne santé et présentant un dossier obstétrical normal (ALLAS, 2000).

La population est socio économiquement homogène, les familles très souvent nombreuses de niveau moyen à faible. Les mesures anthropométriques étudiées sont le poids, la taille, le périmètre crânien et brachial ainsi que les plis cutanés (ALLAS et GRANGAUD, 2003).

Les courbes des moyennes montrent une croissance rapide, les deux premières années, puis leur vitesse décroît progressivement jusqu'à 42 mois où l'on note une dispersion nette des valeurs dans les deux sexes. Les courbes du périmètre crânien sont plus régulières et assez équilibrées. L'auteur de l'étude a relevé que les moyennes du poids et de la taille pour l'âge, dans les deux sexes, évoluent de manière pratiquement identique, même s'il relève une différence minime en faveur des garçons (ALLAS et GRANGAUD, 1994).

En effet, comparé au jeunes français de l'étude longitudinale française de SEMPE (1979), les moyennes staturo- pondérale et P.C, dans les deux communautés, sont très proches chez les deux sexes, et les différences qui ont pu être observés ne sont pas significatives. Quand à la comparaison avec les courbes américaines (HARVARD, 1950 et NCHS 1976), elles laissent apparaître une évolution superposable jusqu'à l'âge de un an, puis une nette hausse est observée à la faveur les courbes américaines. Cet écart s'explique par les différences socio- environnementale et culturelles (ALLAS et GRANGAUD, 2003).

5.7.- DONNEES ANTHROPOMETRIQUES DES ELEVES AGES DE 5 A 18 ANS DANS LA COMMUNE DU KHROUB EN 1996/97 ET 1999/2000 ET 2001/02

L'étude de MEKHANCHA- DAHEL (2005) a fait l'objet de plusieurs publications, et même si la construction de courbes de croissance des enfants algériens ne fait pas parti de ses objectifs ; elle est à notre avis intéressante à exposer car elle présente une comparaison des données anthropométriques assez récentes, avec celles de DEKKAR (1986), et de CHAMLA et DEMOULIN (1976). Cette comparaison permet de constater l'accroissement séculaire qui continue à s'observer dans la population algérienne.

Les données anthropométriques concernent des élèves examinés le jour de la visite médicale par le personnel des trois Unités de Dépistage et de Suivi (UDS) de la commune du Khroub pour l'année scolaire 1996/1997. Elles intéressent 14 878 élèves pour lesquels les données de poids (kg) et de taille (cm) existent sur les registres des UDS.

Les données complètes recueillies au cours de l'année scolaire 1999/2000 au niveau des mêmes UDS du Khroub, ne concernent que 9084 élèves (MEKHANCHA- DAHEL ,2008).

Pour l'année 2001/2002, l'auteur a mené une enquête transversale auprès de 3 174 élèves âgés de 5 à 18 ans, et inscrits dans quatre établissements de l'enseignement fondamental et secondaire de la commune du Khroub. L'échantillon représente 11,5% du total des enfants scolarisés âgés de 5 à 18 ans. Les mesures anthropométriques (poids- tailles) sont recueillies selon les recommandations de OMS (1983) par un personnel formé et habitué à leur réalisation. La standardisation des méthodes a permis de contrôler leur précision et leur reproductibilité.

Toutes les données ont été codées et saisies à l'aide du logiciel Epi-Info version 6. Les moyennes arithmétiques et l'écart type des variables poids et taille sont calculés pour chaque sexe, pour chaque âge de 5 à 18 ans et pour les tranches d'âge 5-9 ans (enfants) et 10- 18 ans (adolescents) selon le sexe. Les indices anthropométriques utilisées comme indicateur de l'état nutritionnel et de santé des élèves sont : le poids en fonction de l'âge (P/A) et le poids en fonction de la taille (P/T) pour les enfants (6- 9 ans), la taille en fonction de l'âge (T/A) et l'indice de masse corporelle (IMC) pour tous (6- 18 ans) conformément aux recommandations de l'OMS (1995) (MEKHANCHA- DAHEL ,2005).

L'enquête est réalisée pour avoir des repères de poids, taille et IMC des enfants et des adolescents scolarisés de la commune du Khroub. Elle permet d'avoir un ordre de grandeur des proportions de la maigreur, du retard de taille, du surpoids et de l'obésité pour une tranche d'âge pour laquelle il n'existe pas de données récentes (MEKHANCHA- DAHEL, 2005).

Les valeurs moyennes du poids et de la taille des élèves du Khroub durant les trois années scolaires 1996/97, 1999/2000 et 2002/2002, sont comparées aux valeurs des enfants de Bouzina et Arris en 1974 (CHAMLA et DEMOULIN, 1976) et des élèves algériens en 1983 (DEKKAR, 1986) selon le sexe (Tableau 09 ; annexe 1).

Les résultats montrent une différence notable entre les moyennes du poids et de taille des enfants de Bouzina, et d'Arris, ceux de l'étude de DEKKAR et ceux du Khroub. La comparaison de l'évolution du poids moyen des enfants, âgés de 6, 7, 12 et 15 ans, entre différentes études montre une progression des moyennes aussi bien chez les filles que chez les garçons. En moyenne, le poids des enfants, âgés de 6 à 15 ans, a augmenté de 3,4 kg entre ceux pesés en 1983 et ceux du Khroub (1996- 2001). La comparaison de la taille moyenne des élèves de DEKKAR (1986) et celle du Khroub montre un écart de 5 cm en faveur de la taille des élèves du Khroub.

Matériel et méthodes

Notre travail a pour objectifs de :

- Présenter la méthode d'élaboration des courbes de référence locales des enfants et adolescents de 6 à 18 ans de la commune de Constantine ;
- Comparer la méthodologie suivie dans notre étude avec celle recommandée par l'OMS (OMS, 1995) et celles utilisées par d'autres pays ;
- Proposer des rectifications pour l'amélioration de notre méthodologie

1- CADRE GENERAL DE L'ETUDE

1.1.- Monographie de Constantine

La wilaya de Constantine s'étend sur une superficie de 2297,2 km². Elle est limitée par la wilaya de Skikda au Nord, la wilaya d'Oum El Bouaghi au Sud, Guelma à l'Est et Mila à l'Ouest (DPAT, 2008).

Constantine, CIRTA des Numides, chef-lieu de la wilaya est situé par 36°24' de latitude Nord et 3°48' de longitude Est, entre 534 et 644 mètres d'altitude sur le plateau incliné d'un rocher formant une presque île, relié à l'Ouest au COUDIAT-ATY.

Située à l'Est algérien, c'est une wilaya charnière, entre le Tell et les hautes plaines, entre la zone sud intérieure, semi-aride et plus marginalisée. C'est aussi un espace carrefour au croisement des grands axes Nord-Sud (Skikda- Biskra) et Ouest- Est (Sétif- Annaba) (DPAT, 2000).

Données climatiques

Le climat est semi-aride au sud de la wilaya et présente des amplitudes thermiques très variées. L'action des vents desséchants l'été, le froid l'hiver, ne rencontre que peu d'obstacles susceptibles de faire écran. Dans les hautes plaines, le climat est continental. En moyenne, la région subit 30 jours de Sirocco et plus de 50 jours de gel par an. Les températures varient par saison et par jour, et la moyenne mensuelle des températures des minima est de 2,9°C et celle des maxima est de 32,8°C (DPAT, 2000).

Les vents marins tempèrent la région et lui apportent aussi 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 durée de la période pluviale (DPAT, 2000).

Organisation administrative

L'espace territorial de la wilaya n'a pas cessé de se réduire suite aux découpages administratifs successifs. Tel qu'issu du dernier découpage 1984, sa superficie ne représente que 0,09% de l'ensemble de la superficie du territoire national.

La wilaya de Constantine est découpée en 12 communes qui sont structurées en 6 Daïras : Constantine, El- Khroub, Ain- Abid, Zighoud Youcef, Hamma Bouziane, Ibn-Ziad, Ouled

Rahmoune, Ain- Smara, Ibn- Badis, Beni- Hamidane, Didouche Mourad, Messaoud Boudjriou (DPAT, 2007).

La commune de Constantine, chef-lieu de la wilaya a subi des découpages administratifs en 1978, 1987 et en 1991 dans le but de rendre les structures administratives plus efficaces. Le dernier découpage a fait l'objet d'un décret exécutif en 1991 (annexe 2), où les limites administratives des dix secteurs urbains sont définies. Les dix secteurs urbains sont les suivants : El Kantra, Ziadia, sidi Mabrouk, El Gamas, Etoute, Belle Vue, 5 Juillet, Salah Boudraa, Abdelmalek kitouni, Sidi Rached (JORA, 1991).

Données Démographiques

Selon les résultats préliminaires de la 5^e opération du recensement général de la population et de l'habitat (RGPH) qui s'est déroulée du 16 au 30 avril 2008, disponible sur le site de l'office national des statistiques (ONS), 921 893 habitants résident dans la wilaya de Constantine soit une densité de 401 habitants/km². La commune de Constantine, à elle seule, loge 47,5% de la population totale de la wilaya (Tableau 01 ; annexe 02), ce qui fait de sa densité démographique de 2 394 habitants/km² la densité la plus élevée de la wilaya (DPAT, 2008).

Le taux d'accroissement annuel moyen observé entre les recensements de 1998 et de 2008 est estimé à 1,5% pour la wilaya de Constantine (ONS, 2009), alors qu'il était respectivement de 1,83% et de 3,34% entre les périodes 1987-1998 et 1977-1987. Il exprime ainsi le recul démographique continu (DPAT, 2000). La moyenne nationale de ce taux d'accroissement est de 1,6% (ONS, 2009). Elle traduit la baisse du taux de natalité. Ce fléchissement a commencé après l'initiation de la politique de limitation des naissances. Il est peut-être dû aussi au niveau d'éducation des nouveaux couples, qui ont tendance à limiter les naissances. Mais il n'en demeure pas moins que les conditions sociales ne sont pas étrangères à ce recul de la natalité. Le pouvoir d'achat et la consommation des ménages ont peut-être rongés les budgets des familles, ce qui s'explique par un recul de l'âge du mariage (ONS, 2009).

La wilaya de Constantine est fortement agglomérée, cette tendance observée lors des précédents recensements de 1977, 1987, et 1998 n'a pas cessé de s'accroître (DPAT, 2000). En effet, les populations vivants en agglomération est maintenant estimée à 95,1% selon les résultats préliminaires de l'ONS (2009), alors qu'elle été de 94% en 1998 (ONS, 1998). Cette concentration urbaine de la population s'est accentuée au cours des années 90 marquées par la crise sécuritaire, cependant les conditions socioéconomiques laissent supposer que l'exode rural se poursuit.

Le taux moyen d'occupation pour la wilaya de Constantine est de 6, il est de 6,5 au niveau national. Avec une taille moyenne des ménages de 5,4 selon les données disponibles sur le site de l'ONS (2009), cette taille est de 5,9 au niveau national.

La population de la wilaya de Constantine a une répartition équilibrée (Tableau 01 ; annexe 02) selon le sexe (DPAT, 2008). Cette structure n'a pas changée depuis des décennies (DPAT, 2000). Cette population est très jeune, car les jeunes de moins de 25 ans représentent 54,8% de la population totale de la wilaya (DPAT, 2008), les jeunes de moins de 18 ans représentent 45,3%. La population (20-59 ans) en âge de travailler représente 47,5% (Tableau 02 ; annexe 02).

Données sur l'emploi à Constantine

Selon les données de la DPAT (2008), la population active de la wilaya de Constantine est de 476 660 habitants, avec un taux d'activité de 47,5% qui n'était que de 27% au recensement de 1998 (DPAT, 2000). Le taux de chômage est réduit à 11,8% en 2008, alors qu'il était de 38% en 1998. Cela est dû à la politique nationale de création d'emploi (Tableau 03 ; annexe 02).

Pour faire face au chômage l'état a entrepris quatre mesures dans le cadre de l'emploi de jeunes. Ces mesures sont concrétisées par les actions suivantes (DPAT, 2000) :

- Micro crédit : alloué aux jeunes, remboursables sur 1 à 5 ans, avec un taux d'intérêt symbolique de 2% par an. L'artisanat et les services viennent en tête de cette formule.
- Travaux d'utilité publique et utilisation intensive de la main d'œuvre (TUP, UIMO) : ce programme concerne l'emploi temporaire de durée de 2 mois dans les entreprises qui opèrent dans le cadre des actions d'utilité publique initié par le secteur concerné.
- Contrat de pré-emploi (CPE) : depuis novembre 1998, début de l'application du programme national relatif aux CPE, la wilaya a bénéficiée de 6384 postes cumulés jusqu'au 31 décembre 2007 (DPAT, 2008). Le secteur administratif bénéficie de 53,5% du nombre total des postes créés.
- Emploi temporaire ou emploi saisonnier d'initiative locale (ESIL) : le nombre d'emploi créé cumulé jusqu'au 31 décembre 2007 dans tous les secteurs est de 2963 emplois (DPAT, 2008).

Infrastructures sanitaires

Les infrastructures sanitaires existantes dans la wilaya de Constantine sont variées et réparties entre le secteur public et privé (DSP, 2005) :

- Centre hospitalier Universitaire Docteur Ben Badis de 1 439 lits. Outre sa vocation de formation et de recherche, l'hôpital couvre en matière de soins les besoins des populations de quinze wilayas de l'Est du pays.
- Trois structures hospitalières (l'unité centrale, l'unité de Chirurgie Dentaire Casbah, l'unité de jour El Khroub).
- Quatre établissements hospitaliers spécialisés (EHS) à vocation régionale (E.H.S. Daksi-Uro-néphrologie, E.H.S. Erriadh- Chirurgie Cardiaque, E.H.S. Psychiatrique, E.H.S. Gynécologie- Sidi-Mabrouk).

- Trois secteurs sanitaires assurant des soins spécialisés de base (hôpital El-Bir, secteur sanitaire de Zighoud Youcef, secteur sanitaire du Khroub).
- Structures d'hospitalisation de jour pour consultations, soins et suivi (Hôpital de jour Bellevue, Centre de diabétologie, Hôpital de jour Khroub).
- Structures extra-hospitalières (16 polycliques, 25 centres de santé, 46 salles de consultations et de soins).
- Structures Privées : 13 cliniques médicales et chirurgicales, 236 cabinets médicaux spécialistes, 188 cabinets médicaux généralistes, 136 cabinets dentaires, 268 officines pharmaceutiques.

1.2.- Données sur l'enseignement scolaire à la Wilaya de Constantine

Selon les données de la direction de l'éducation de la wilaya de Constantine de l'année scolaire 2007/2008, La wilaya compte 363 établissements primaires dont 141 à la commune de Constantine, 112 établissements moyens dont 56 à la commune chef-lieu de wilaya, et 47 établissements secondaires dont 25 à Constantine ville.

L'effectif global des élèves scolarisés dans la wilaya de Constantine s'élève à 197 410, divisés en 6643 divisions (classes) pédagogiques encadré par 9924 enseignants, avec une moyenne d'encadrement de 22 élèves/enseignant au niveau primaire, 20 au niveau moyen et 13 au niveau secondaire. La moyenne du nombre d'élèves par classe pédagogique est de 30, 37, et 28 élèves pour respectivement les niveaux primaire, moyen et secondaire. La commune de Constantine avec ses dix arrondissements compte à elle seule 90 570 élèves représentant ainsi 45,88% de l'effectif global de la wilaya (DEN, 2008). Ils sont divisés sur 3030 classes pédagogiques, soit 45,6% des classes de la wilaya (DEN, 2008). Cela démontre une forte concentration de la population dans le chef-lieu de la wilaya.

Le taux de scolarisation est de 60% pour la tranche d'âge 5-19 ans. Il est de 94,5% pour la tranche de 6-15 ans (DPAT, 2008).

Les tableaux présentés en annexe (03) présentent la répartition des établissements, des effectifs d'élèves et des enseignants, des classes par palier et par commune pour la wilaya de Constantine (DEN, 2008).

2- METHODOLOGIE

2.1.- TYPE DE L'ETUDE

L'étude anthropométrique effectuée est une étude transversale à visée descriptive, par visite aux établissements, associée à une étude socioéconomique descriptive de ses élèves de la commune de Constantine durant l'année scolaire 2007/2008.

L'étude s'inscrit dans le cadre du projet de recherche N° de code 01 04 01 01 05 financé par l'ANDRS intitulé « Anthropométrie des enfants et des adolescents », de ce fait le temps et le budget sont limités.

2.2.- POPULATION CIBLE

La population cible est constituée d'enfants et d'adolescents résidents dans la commune de Constantine, et scolarisés au niveau de ces établissements primaires, moyens et secondaires durant l'année scolaire 2007/2008. L'âge des élèves est compris entre 6 et 18 ans.

L'étude s'intéresse aux êtres en croissance : enfants et adolescents jusqu'à l'âge de 18 (OMS, 1995). Cette population est plus accessible à l'école, car elle représente le meilleur cadre pour ce type d'étude vu le taux élevé de scolarisation. Elle apporte ainsi une bonne représentation de la population totale. La tranche d'âge (5-19 ans) représente 35,5% de la population totale de la wilaya de Constantine en 2008. Son taux de scolarisation est de 60%. Il est de 75,7% pour la tranche de 5-14 ans (DPAT, 2008). Les déperditions scolaires font baisser ce taux avec l'âge, mais il reste toujours élevé.

Le choix s'est porté sur la commune de la Constantine, chef-lieu de la wilaya, car 47,5% de la population totale de la wilaya y réside. Elle regroupe, à elle seule, 45,8% de l'effectif des élèves tous niveaux confondus et 42,7% des structures scolaires de la wilaya de Constantine selon les données 2007/2008 (DPAT, 2008).

Donc les critères d'inclusion de cette étude sont les suivants :

- Tous les enfants des deux sexes dont l'âge varie entre 6 et 18 ans ;
- Tous les élèves inscrits aux trois paliers (primaire, moyen et secondaire) au niveau des établissements scolaires de la commune de Constantine ;
- Elèves résidant dans la commune de Constantine.

Les critères d'exclusion à cette étude sont :

- Elève souffrant d'une pathologie pouvant affecter sa croissance : Maladie cœliaque, insuffisance rénale, cardiopathie, asthme;
- Elève dont la date de naissance est imprécise, inscrite par jugement.

Comme toutes les études réalisées dans le but de construire des courbes de croissance (de ONIS et YIP, 1996), l'étude inclut une description de la population sur le plan socio- économique grâce à un questionnaire.

2.3.- ECHANTILLONNAGE

2.3.1- Méthode d'échantillonnage

L'échantillonnage effectué est de type aléatoire en grappes stratifié sans remise à partir de la base de sondage déjà définie. Cette méthode probabiliste est la mieux appropriée pour construire un échantillon ayant la même composition de la population cible à laquelle s'applique l'étude, c'est - à- dire un échantillon représentatif (ANCELLE, 2002). Les strates sont représentées par les trois paliers scolaires. Alors que les grappes (sous-ensembles) sont représentées par les établissements scolaires, l'âge et le sexe.

2.3.2- Constitution de la base de sondage

La base de sondage est composée de trois (strates) paliers (primaire, moyen et secondaire). C'est une liste dressée de la façon la plus complète possible, à partir de laquelle on prélève notre échantillon.

Le guide scolaire annuel (2005/2006), fourni par la direction de l'éducation nationale (DEN) de la Wilaya de Constantine, contenant le listing des établissements de la wilaya, les effectifs des élèves et leur répartition par palier, par établissement et par sexe pour toutes les communes, a permis de dresser la base de sondage.

Les effectifs et leur répartition par secteur urbain, par palier, par sexe et par âge pour la commune de Constantine (année scolaire 2005/2006) sont représentés dans les tableaux 01,02 et 03 (annexe 04).

Dans chaque strate (palier) les établissements sont *classés aléatoirement et numérotés de 1 à N*. Le nombre total des établissements primaires est de 140 donc $N=140$, pour les établissements moyens $N=56$, alors que pour les établissements secondaires $N=26$.

La liste des établissements de la base de sondage utilisée est présentée dans les tableaux 04, 05 et 06 (annexe 04).

Dans ce type d'étude de réalisation de courbes de croissance WATERLOW (1977) et l'OMS (1995) recommande des échantillons d'au moins 200 individus par âge et par sexe. Pour obtenir ces tailles d'échantillons, il fallait calculer la somme des effectifs des établissements tirés au sort pour chaque âge et chaque sexe. Une fois que la somme dépasse les 200 individus par sexe et par âge, le tirage s'arrête pour le sous ensemble concerné. Pour le palier primaire les âges sont : 6 ans, 7, 8, 9, 10, 11 et 12 ans. Pour le niveau moyen les âges sont : 13, 14 et 15 ans, les 16, 17 et 18 ans sont les âges du palier secondaire.

Dans le but d'anticiper les déperditions des échantillons comme : la fermeture de l'établissement, le refus de participation à l'étude par la direction d'un établissement ou par les élèves eux-mêmes, l'absence des élèves, les données des élèves ayant un problème de croissance et en cas de

problème de données aberrantes ; un tirage au sort d'autres établissements et la constitution d'une liste complémentaire de secours ont été fait.

2.3.3- Procédure d'échantillonnage

La technique de l'échantillonnage s'est déroulée selon les étapes suivantes :

- Préparer la base de sondage : la liste des établissements par palier (*Grappe*) avec les effectifs des élèves par établissements, par âge et par sexe de la commune de Constantine ;
- Numérotter les établissements de chaque grappe de façon aléatoire : liste des numéros d'identification de 1 à N des établissements pour chaque palier ;
- Procéder à un tirage au sort aléatoire sans remise pour chaque palier avec le logiciel *Epi Info* ;
- Procéder à la somme des effectifs tirés au sort par un Tableur, et s'arrêter lorsqu'elle dépasse les 200 individus par âge et par sexe ;
- Procéder à un tirage au sort d'autres établissements pour la liste de secours (échantillon complémentaire).

Le tirage au sort aléatoire est réalisé avec le module *EPITABLE* calculateur du logiciel *Epi Info* version 6 suivant les étapes suivantes :

- Choisir « Echantillonne » dans le module *EPITABLE* calculateur
- Sélectionner « Liste de nombres au hasard » dans la commande Echantillonne. Les informations suivantes s'affichent :

Combien de nombre	100
Étendue minimum des nombres	0
Étendue maximum des nombres	100

- Remplacer les chiffres affichés suivant la base de travail par :

Combien de nombre : le tirage au sort d'un seul numéro à la fois	1
Étendue minimum des nombres : la liste commence par le numéro	1
Étendue maximum des nombres : la liste se termine par le numéro	N

N=140 pour les établissements primaires, N=56 pour les établissements moyens et pour les établissements secondaires N=26 ;

- Procéder au tirage au sort par palier ;
- Noter les numéros tirés ;
- Calculer la somme des effectifs par sexe et par âge des établissements tirés sur un Tableur au fur et à mesure du tirage ;
- Arrêter le tirage au sort lorsque l'effectif obtenu (par sexe et par âge) est supérieur à 200 ;
- Procéder au tirage au sort des numéros de la liste de secours, à la fin les échantillons tirés au sort avoisine les 300 individus par âge et par sexe.

2.4.- MATERIEL

L'étude a fait appel à trois types de matériaux : du matériel de mesure, du matériel pour le recueil des données, et du matériel informatique.

Le laboratoire ALNUTS, l'INATAA et l'ANDRS ont mis ce matériel à notre disposition.

2.4.1- Matériel de mesure

L'enquête anthropométrique a porté sur les paramètres suivants : le sexe, l'âge, le poids et la taille.

Ces mesures anthropométriques sont réalisées à l'aide de deux Balance- toise, de la marque SECA.

- Le poids est mesuré avec un pèse-personne (SECA 780). Il est électronique et fonctionne avec une alimentation électrique ou batterie. Sa portée est de 200 kg avec une précision de 100 gr. Il est muni d'un tableau d'affichage électronique avec une première touche démarrage et une deuxième touche du convertisseur d'unité de mesure (kg/ Ibs/ Sts).
- La taille debout est mesurée avec une toise (SECA 220). Elle a une plage de mesure de 60 à 200 cm. Elle est constituée de deux règles télescopiques graduées à l'échelle du millimètre (précision : 1 mm). Elle est fixée avec du matériel de montage au côté arrière de la colonne du pèse-personne, ce qui fait de lui un poste complet de mesure et de pesage. Le matériel de marque SECA est recommandé par l'UNICEF (COGILL, 2003).

Normalisation du matériel de mesure

La balance a été contrôlée à l'aide des poids de 1 et 0,5 kg. Quant à la toise, elle a été contrôlée à l'aide d'une perche de 1 m de longueur selon les recommandations de l'OMS (1983).

Le matériel est soigneusement examiné avant chaque séance de mesure pour détecter d'éventuelles altérations. Les deux enquêtrices tarent la balance et la contrôlent avant chaque séance en utilisant un poids, et s'assurent que l'écran affiche la valeur zéro avant chaque pesée. Elles utilisent chacune une perche pour vérifier que le curseur de la toise est bien droit et donne la même valeur de longueur (1 m) avant chaque séance.

2.4.2- Matériel de recueil des données

Au cours de l'enquête un questionnaire a été utilisé pour recueillir les données socio-économiques et une fiche pour transcrire les données anthropométriques.

Questionnaire

L'objectif du questionnaire socio-économique est de caractériser la population de l'étude (de ONIS *et al.*, 2007a). Il permet d'affecter un score à chaque caractère socio-économique de l'individu étudié. La somme des scores nous permettra selon un classement de distinguer plusieurs classes socio-économiques.

Il a été établi sur la base d'une documentation variée qui traite de la réalisation des courbes de croissance ; puis il a été discuté lors de nombreuses réunions regroupant des nutritionnistes et des médecins membres du laboratoire ALNUTS ; enfin il a été testé avec d'autres questionnaires lors d'une enquête nutritionnelle menée par le laboratoire ALNUTS auprès des élèves de trois établissements scolaires de la commune de Constantine durant l'année 2006 (KAROUNE, 2007). Le questionnaire a été par la suite amélioré et écourté pour réduire au maximum le temps du recueil des données.

Il est destiné aux élèves des trois paliers scolaires, à l'exception des plus jeunes élèves du palier primaire qui ont des difficultés à lire et à écrire, pour lesquels les parents le remplissent la veille de l'enquête.

Description du questionnaire

Le questionnaire est élaboré en langue française, il a été traduit en langue arabe pour remédier aux difficultés de compréhension des élèves (annexe 05). Il se présente en une seule page en format A4 pour les deux versions (française et arabe).

Ce questionnaire « Caractéristiques socio-économiques des enfants et adolescents scolarisés » se compose de deux parties. La première partie est consacrée aux données d'identification de l'élève et aux questions. La deuxième partie est consacrée au codage des données socio-économiques pour faciliter la saisie informatique.

Le questionnaire comprend 15 questions : 10 questions fermées où les réponses sont binaires ou énumérées au choix, et 5 questions ouvertes où les réponses sont libres, car elles seront longues à énumérer ou inconnues.

Ces questions permettent de recueillir deux sortes de données :

- les données d'identification de l'élève : classe pédagogique, date de naissance et sexe.
- les données socio-économiques :
 - Niveau d'instruction de chacun des parents,
 - Profession de chacun des parents,
 - Type d'habitat et le nombre de pièces de l'habitat,
 - Nombre de personnes vivantes dans le foyer,
 - Nombre de sujets actifs dans le foyer,
 - Nombre d'enfants,
 - Ordre dans la fratrie,
 - Les biens possédés du foyer : l'existence de la machine à laver, du chauffe-bain, de l'ordinateur, de la connexion à Internet, du climatiseur et du véhicule.

Fiche anthropométrique

La fiche anthropométrique a principalement été conçue pour reporter les données anthropométriques réalisées durant l'enquête (annexe 05). Elle comporte deux parties :

- La première partie concerne :
 - Les données d'identification de l'élève (classe pédagogique, numéro d'ordre de l'élève, nom et prénom, date de naissance et sexe) qui sont reportées soit le jour même de l'enquête, soit à l'avance à partir des listes disponibles dans les établissements scolaires.
 - Les données anthropométriques reportées le jour même de l'enquête (la date de l'enquête, le sexe, le poids et la taille)
 - L'âge du jeun obligatoire : il permet d'apprécier si l'adolescent ou l'adolescente a atteint le stade final de la maturation sexuelle.
 - Des remarques sur l'état de santé en cas de problèmes de santé.
- La deuxième partie est consacrée au codage des données recueillies pour faciliter la saisie informatique à la fin de l'enquête.

2.4.3- Matériel informatique

Le matériel informatique utilisé consiste en un ordinateur micro portable doté des programmes suivants :

- Tableur utilisé dans l'échantillonnage, les tests de précision et d'exactitude des enquêteurs, les tests de variabilité et la saisie des données anthropométriques de l'étude.
- Logiciel Epi info version 6 est utilisé pour la saisie et le traitement des données socio-économiques de la population étudiée.
- Logiciel LMS Chart Maker Pro version 2.3 est utilisé pour la construction des courbes de croissance et leur lissage. Il calcul les valeurs lambda, mu et sigma. Lambda (ou L) représente le degré de transformation BOX COX, nécessaire à chaque âge pour normaliser la distribution. Mu (ou M) représente la médiane et Sigma (ou S) représente le coefficient de variation.

Les anciennes courbes de références ont été tracées à la main, cela avait l'avantage de la flexibilité mais l'inconvénient de la subjectivité. Avec l'avènement des nouveaux outils de traitements informatiques, l'élément de subjectivité a été réduit non pas complètement éliminé. Le modelage des courbes implique un équilibre entre lissage et la qualité de l'ajustement (COLE, 1993). La distribution de la taille suit souvent la loi normale, tandis que celle du poids et de l'IMC ne suivent pas la distribution gaussienne, pour palier à ce problème les modèles statistiques exponentielles sont pratiqués. La méthode LMS proposée par COLE (1990) est la plus utilisée pour faciliter le développement des courbes de croissance (CDC 2000, UK1990, OMS 2007, OMS 2006, SIEDP 2006).

2.5.- MESURES ANTHROPOMETRIQUES

Elles ont été effectuées selon les recommandations de l'OMS (1983).

Age

Selon l'OMS (1995), dans la mesure où un grand nombre de mensurations recommandées et de données de référence sont établies en fonction de l'âge chronologique, il est 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 date de naissance des élèves est enregistrée au préalable sur la fiche anthropométrique à partir des listes de l'établissement. L'interrogatoire de chaque élève avant la pesée permet de vérifier son exactitude.

Sexe

La différence entre les sexes est en général évidente. L'enquêtrice vérifie impérativement l'état du sexe de l'individu concerné transcrit sur la fiche.

Taille

La taille debout est mesurée après avoir déchaussé l'individu, qui se tient debout bien droit, les talons et les pieds joints au milieu de la toise- pèse personne, le regard horizontal et les bras le long du corps. L'enquêtrice ajuste l'élève et prend sa taille et la transcrit sur la fiche anthropométrique.

Poids

Le poids est mesuré après avoir déchaussé et dévêtu l'élève au maximum (veste, tablier, ceinture, téléphone portable, poches vides). L'enquêtrice tare la balance et fait monter l'élève de façon à ce qu'il soit bien centré, pour le peser, lui demande de rester immobile, les mains pendantes naturellement, lorsque l'affichage du pèse personne se stabilise, elle transcrit le poids sur la fiche anthropométrique.

L'enquête s'est déroulée dans les locaux des établissements scolaires (classes ou salle de sport), qui été en majorité inadéquats pour dévêtir complètement l'élève en présence de ses camarades. Aussi pour des raisons culturelles et de pudeur, les élèves refusent de se présenter nus devant la balance. L'enquêtrice note également les vêtements portés par l'élève, car aucun élève n'a été pesé nu.

Plusieurs auteurs (JELLIFFE, 1969 ; HAMILL *et al.*, 1977 ; CAMERON, 1986; CHAULIAC et MASSE RAIMBAULT, 1989 ; OMS, 1995) suggèrent que si le sujet garde ses vêtements, dans ces conditions il faut déterminer le poids moyen des vêtements couramment portés et en tenir dûment compte dans les résultats. Suivant cette proposition, une estimation du poids des vêtements a été réalisée pour le soustraire du poids du sujet, dans l'impossibilité de le dénuder.

Cette procédure permet d'obtenir un poids qui se rapproche du poids réel du sujet, elle a été utilisée par plusieurs chercheurs.

Maturation sexuelle

Une approche du stade de la maturation sexuelle des adolescents a été réalisée, non par examen direct du sujet mais par une seule question sur l'âge du jeûne obligatoire du mois de Ramadhan. Selon notre religion et notre tradition, il est synonyme de stade final de maturation sexuelle : lorsque l'adolescente a déjà eu ses premières règles (stade V), et que l'adolescent est au stade IV ou V.

2.6.- ORGANISATION DE L'ENQUETE

L'autorisation de travail au niveau des établissements a été délivrée par la direction de l'éducation nationale le 5 novembre 2007.

2.6.1- Normalisation des mesures anthropométriques

La qualité des données obtenues dépend des enquêteurs. Pour avoir des données fiables, ils doivent être formés pour effectuer des mesures de façon précise et exacte à l'aide d'un exercice de standardisation. Le test qui a été utilisé dans notre étude est celui proposé par l'OMS (WHO, 1983) ; la procédure de réalisation du test est présentée en annexe (06).

Les enquêteurs recrutés pour la formation sont des étudiants de l'INATAA. Pour des raisons de commodités, tous les enquêteurs initialement recrutés pour l'enquête habitent la ville de Constantine, dans le but de faciliter le travail et réduit le temps des déplacements.

La formation aux procédés de prise de mesure selon les recommandations de l'OMS (1995) et LOHMANN *et al.*(1988) a été dispensée par la même personne, qui assure le rôle du contrôleur. De nombreuses séances de standardisation des méthodes de mesure ont été organisées au niveau de l'INATAA, pour contrôler l'exactitude et la précision des enquêteurs. Ces séances se sont étalées sur deux semaines. Elles consistent à mesurer 10 sujets. Chaque observateur, en plus du contrôleur, réalise la mesure deux fois. Les premières mensurations sont notées sur une fiche appropriée. La deuxième série de mesures doit être faite dans le même ordre que la première. Les mesures doivent être faites de telle sorte que la première mesure n'influence pas l'observateur pour la deuxième (WHO, 1983). Les résultats collectés pour chaque observateur sont saisis sur un Tableur pour faciliter les calculs.

Ces séances ont abouti à réduire le nombre d'enquêteurs à seulement un seul sur les dix recrutés au départ. Cela était dû aux résultats de précision invalides. L'enquête a été réalisée par seulement deux personnes (l'enquêtrice sélectionnée et le contrôleur).

Test de variabilité

Le test variabilité inter -enquêteurs a été réalisé pour les classes suivantes :

- Première année primaire ;
- Première année moyenne ;
- Quatrième année moyenne ;
- Troisième année secondaire.

Les deux enquêtrices retenues pour l'enquête ont participé au test. Chacune d'elle dispose d'un tableau à trois colonnes : le numéro d'ordre de passage de l'élève; le sexe de l'élève et la mesure. La première enquêtrice mesure l'élève et note la valeur sur son tableau. La deuxième refait la même mesure sur le même sujet et note séparément son résultat sur un deuxième tableau. Une fois les élèves mesurés, les moyennes des mesures par classe et par enquêtrices sont calculées et comparées. Le test statistique de STUDENT a été utilisé (ANCELLE, 2002).

- Le premier test a été réalisé au mois de décembre 2007, au niveau du lycée Boudjenana. Il a été programmé pendant la visite médicale assurée par le médecin de l'UDS localisée au niveau du lycée. Deux classes de première année moyenne (1^{ère} M) ont été mesurées, leur effectif était de 38 élèves dont 19 filles et 19 garçons ;
- Le deuxième test a été programmé au niveau du même établissement (Boudjenana). Trente élèves de classe terminale dont 15 filles 15 garçons et ont été mesurés ;
- Le troisième test a été réalisé 23 février 2008 au niveau de l'école Abou Oubayda Benou EIDjarah (secteur Daksi). Trente élèves (Dont 15 filles) de première année ont été mesurés;
- le dernier test a été effectué le 14 février 2008 au niveau du CEM Abd ElMoumen, au cours duquel 28 élèves de quatrième année moyenne ont été mesurés.

2.6.2.- Pré enquête

Une préenquête a été programmée au mois de décembre 2007 au niveau de l'UDS Boujenana situé au niveau du lycée Boujenana. Elle a permis au deux enquêtrices de s'exercer avant l'enquête proprement dite dans de bonnes conditions, de tester le matériel de mesure et de recueil des données, d'ajuster l'organisation de leur travail, d'élaborer le planning de l'enquête, de renoncer au questionnaire de langue française pour celui de la langue arabe, et de réaliser les tests de validation statistique avec les classes programmées par le médecin de l'UDS.

2.6.3.- Préparation de l'enquête

Une fois l'établissement programmé, il est localisé. Puis, un rendez-vous est pris avec son directeur pour se présenter et expliquer les buts de l'enquête et son déroulement. C'est aussi l'occasion d'exprimer nos besoins en matière de documents administratifs (listes des élèves et emplois du temps) et de prospector les locaux pédagogiques proposés à cet effet (salles de travail).

Un déplacement est programmé pour le recueil préalable des données d'identification des élèves, ainsi que le dépôt du matériel de mesure au sein de l'établissement concerné.

2.6.4.- Déroulement de l'enquête

- L'enquête s'est déroulée durant les périodes : de janvier à avril 2008 et de décembre 2008 à janvier 2009. Chaque établissement nécessitait une semaine d'intervention et parfois d'autres passages pour mesurer et récupérer les données des élèves absents.
- Les salles de travail sont essentiellement les salles de sports de l'établissement, ou à défaut les salles de cours. Les séances de sport sont les meilleurs moments de travail, elles durent généralement 2 heures. Pendant ces séances, les élèves sont moins vêtus, plus décontractés donc plus coopérants.
- L'enquête se déroule concrètement comme suit : Nous commençons toujours par l'étalonnage de la balance –toise. Puis nous procédant à la distribution du questionnaire et son explication. Les élèves remplissent d'abord le questionnaire. Après, Les mesures anthropométriques des groupes des filles et des garçons sont faites séparément. L'élève se présente le moins vêtu possible (sans veste, ni tablier ni ceinture et les poche vides), pieds nus devant la balance avec le questionnaire. L'enquêtrice contrôle rapidement s'il n'y a pas d'omission ni de contradiction dans les réponses du questionnaire, pèse et toise l'élève, transcrit les valeurs du poids et de la taille sur la fiche anthropométrique, note les vêtements portés par l'élève, et lui demande son âge de jeûne obligatoire pour les concernés et les éventuels problèmes de santé. A la fin de la séance de mesure l'enquêtrice agrafe la fiche au questionnaire approprié et les range par classe.
- L'équipe de coordination se compose des deux enquêteurs et de leurs encadreurs respectifs, ainsi que quelques membres du laboratoire ALNUTS. Cette équipe a tenu des réunions de coordination pour déceler, discuter et corriger les éventuelles anomalies de l'enquête.

2.6.5- Aspect éthique

Les mesures anthropométriques étaient réalisées sur des enfants et adolescents consentants, après l'explication du but de l'enquête, et en présence de l'enseignant ou du surveillant.

Le renseignement des questionnaires par les parents des élèves des écoles primaires représentés un accord préalable à la participation de leurs enfants à l'étude. Un seul parent a émis le refus de remplir le questionnaire ; son enfant (garçon) n'a pas été inclus dans l'enquête.

Nous avons respecté la volonté de tout élève (au nombre de 05) refusant de subir les mesures anthropométriques.

Les renseignements de la fiche anthropométriques ont été remplis en toute discrétion.

Aucune information du questionnaire socioéconomique n'a été divulguée ; et aucune donnée nominative n'a été saisie sur un fichier informatique.

2.7.- PROBLEMES RENCONTRES

Comme toute étude, nous avons été heurtés à plusieurs difficultés lors de la réalisation de notre enquête :

- L'accord de la Direction de l'Education Nationale pour la visite des établissements n'a été obtenu qu'après la troisième année de demande ;
- Une durée de l'autorisation d'accès aux établissements était limitée ;
- Les différentes grèves qui ont entravé le bon déroulement de l'enquête ;
- Parfois, le personnels des établissements était peu coopérant ;
- Difficultés pour renseigner le questionnaire correctement par les élèves ;
- Le nombre insuffisant d'enquêteurs ;
- Manque de moyens financiers et logistiques pour l'enquête.

Résultats

1.- COMPARAISON DE L'ETUDE AVEC LES RECOMMANDATIONS DE L'OMS (1995)

1.1.-TYPE DE L'ETUDE

Le premier critère de l'OMS (1995) stipule que l'étude doit être de nature transversale :

Notre étude est de type transversal par visite aux établissements scolaires. Les élèves n'ont été mesurés qu'une seule fois. Donc notre étude répond à ce critère.

1.2.- PROCEDURE D'ECHANTILLONNAGE

Les procédures d'échantillonnage doivent être bien définies et reproductibles (OMS, 1995) :

Le protocole d'échantillonnage utilisé dans notre étude est aléatoire en grappes stratifié sans remise à partir d'une base de sondage prédéfinie. Donc, il répond au critère énoncé.

L'effectif tiré au sort est de 8805 élèves, et représente 9,7% de l'effectif total des élèves scolarisés de la commune de Constantine. Pour chacun des niveaux primaires et moyens environ 7% de la population scolarisée par palier a été enquêtée, alors que pour le secondaire cette proportion est d'environ 17%. L'effectif réellement enquêté est de 8187 élèves dont 4 486 filles (54,8 %) et 3 701 garçons (45,2%). Ces résultats sont présentés dans le tableau (04) et le tableau (05).

Tableau 04 : Effectif total des élèves scolarisés, tirés au sort et enquêté par palier

Effectif total	Palier primaire	Palier moyen	Palier secondaire	Total
Scolarisé dans la commune	43 390	32863	14317	90570
Tiré au sort	3 351 (7,7%)	2521 (7,7%)	2933 (20,5%)	8805 (9,7%)
Enquêté	3 253 (7,4%)	2376 (7,2%)	2558 (17,8%)	8187 (9%)

Tableau 05: Effectif total des élèves tirés au sort, enquêtés par établissement

Palier	Etablissements	Date enquête	Effectif total	Effectif enquêté
Primaire	Meriem Saadane	26/02/2008	262	255
	Asma Bent	28/02/2008	323	306
	Aboubaker	01/03 et 04/03/2008	146	144
	Tarbia Taalim	08/04 et 12/04/2008	280	262
	Mohamed Djaffar	13/04 et 15/04/2008	421	399
	Khalifa Ramdane	19/02/2008	244	238
	Sissaoui	23/02/2008	376	350
	Benou ElDjarah	24/02/2008	199	196
	Frères Lachter	25/02 et 26/02/2008	179	175
	El Bayrouni	26/02 et 28/02/2008	471	468
	El Khaouarizmi	12/03 et 13/03/2008	311	304
	Yahyaoui	13/03/2008	21	17
	Ramdhan	02/04/2008	118	113
	Saïda Hadjer			
	Ghimouz			
Roukaya				
Moyen	Abdelmoumene	14/02-20/02/2008	602	542
	Tarbia Taalim	03/03 et 04/03 et 30/03-	345	301
	Sissaoui	02/04/2008	609	595
	Frantz fanon	11/02-15/02/2008	625	604
	Laarbi Moussa	05/03-11/03/2008 06/04-10/04/2008	340	310
Secondaire	Iben Taimia	15/01-30/01/2008	592	455
	Khaznadar	31/01-13/02/2008	406	287
	Malek Haddad	08/01-10/02/2008	674	587
	BenBouLaïd	27/02-05/03/2008	688	655
	Zaoueche	12/2008 et 01/2009	573	530
Total			8805	8187

L'effectif non étudié est de 618 élèves. Ce dernier concerne les élèves absents les jours de l'enquête, les élèves non coopérants, les élèves dispensés de la pratique du sport scolaire, les élèves dont l'âge est supérieur à 20 ans, ceux qui portent un plâtre, et les handicapés. Les élèves

qui n'ont pas adhéré à l'enquête sont majoritairement des lycéens, puis viennent les collégiens et en dernier les élèves du primaire.

Les données pour certains élèves ont été exclues. Les critères d'exclusion sont :

- Les élèves atteints de maladies jugées affectant la croissance (BOURRILLON, 1997 ; BRAUNER, 2008) : Les malades cœliaques, les asthmatiques, les insuffisants rénaux, les élèves ayant des problèmes endocriniens, les anémies graves influençant la scolarité. Le nombre total d'élèves malades est de 97, les données exclues concernent seulement 42 malades dont un cas de tuberculose ;
- Les élèves ayant une date de naissance imprécise (6 exclus) ;
- Les élèves habitant hors commune de Constantine (94 exclus) ;
- Les élèves âgés de moins de six ans et plus de 18 ans (265 exclus).

Sur les 8 187 élèves mesurés et pesés, 407 sujets des deux sexes ont été exclus de l'étude (Figure 01).

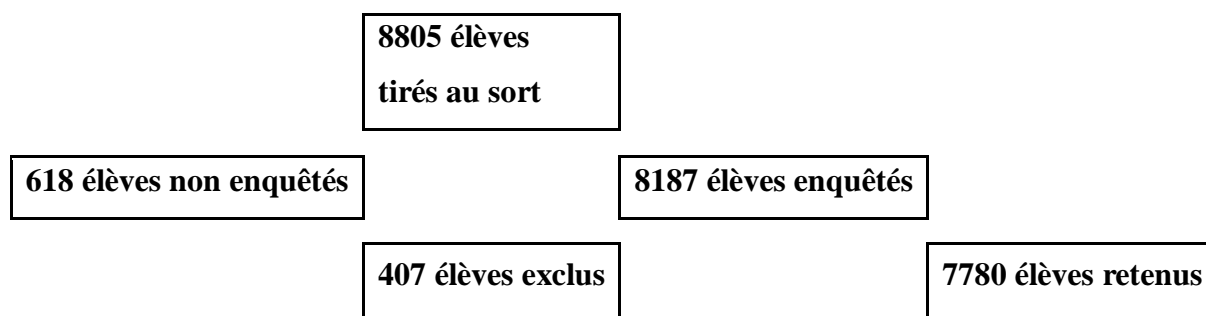


Figure 01 : Sélection de l'échantillon des élèves inclus dans l'étude

1.3.- POPULATION ETUDIEE

Les données de référence devraient provenir d'une population bien nourrie et en bonne santé (OMS, 1995) :

Notre étude a exclu tous les élèves cliniquement malades. Le choix s'est porté sur une population scolarisée et résidente à la commune de Constantine chef-lieu de la wilaya, car celle-ci vit dans un milieu urbain salubre (ONS, 2008) et bénéficie d'une bonne couverture sanitaire (DSP, 2005).

Donc notre population répond à l'une des définitions de l'OMS concernant la population en bonne santé, qui stipule « *qu'une population en bonne santé, vit dans un environnement sain qui comprend qu'un très petit nombre d'individus cliniquement malades* ». C'est à partir de ce type de population qu'un très grand nombre de données de référence pédiatriques nationale ont été établies (OMS, 1995).

Mais le critère d'une population bien nourrie reste non vérifié, car notre étude n'a pas inclus d'enquête sur le comportement alimentaire.

2.4.- ECHANTILLON RETENU

L'échantillon doit comporter au moins 200 sujets de chaque classe d'âge et pour chacun des sexes (OMS, 1995) :

L'âge des élèves enquêtés varie entre 5 et 21 ans. Les Tableaux 01 et 02 (annexe 07) représentent les effectifs enquêtés selon l'âge et selon le sexe.

L'âge étant exprimé comme pour l'exemple de l'âge de six ans qui inclus de 6,000 à 6,999 (BAHCHACHI *et al.*, 2012a).

La figure (02) présente la distribution des effectifs selon l'âge et selon le sexe de 6 à 18 ans. Les sujets les plus nombreux sont âgés de 13 à 18 ans. Pour ces âges, les filles sont plus nombreuses que les garçons. Le plus faible effectif a été observé chez les filles âgées de 6 ans (206) et chez les garçons de 10 ans (204). Les effectifs les plus élevés ont été notés chez les filles âgées de 16 ans (605) et 17 ans (513). A tous les âges, les filles sont plus nombreuses que les garçons sauf pour les 6, 7 et 14 ans.

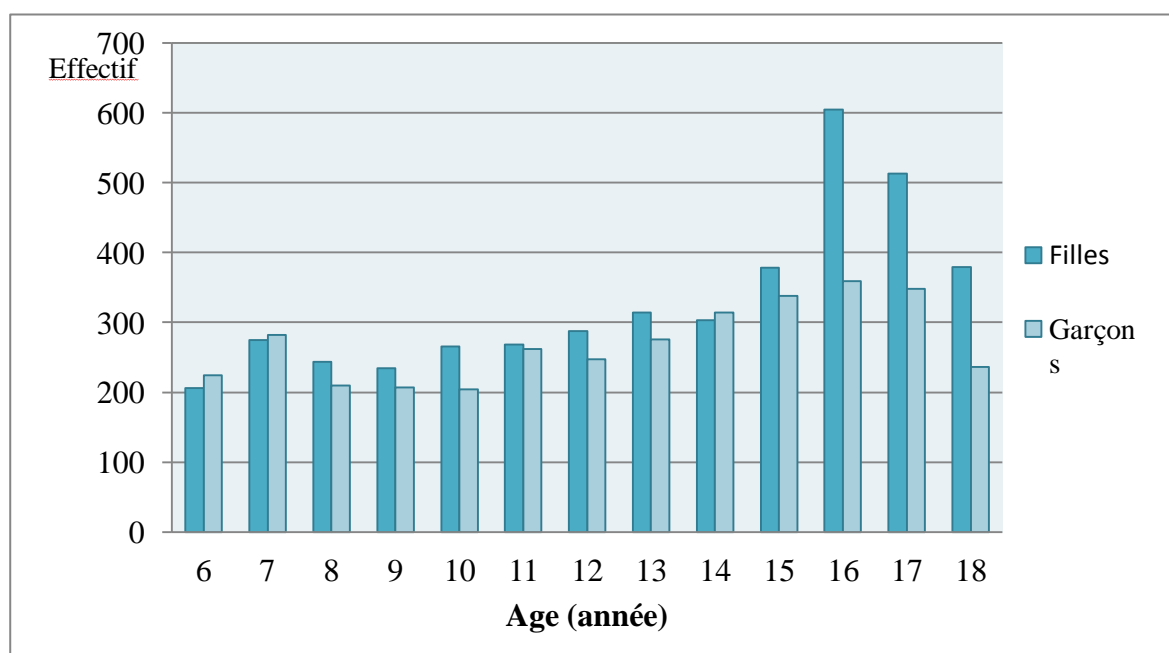


Figure 02 : Répartition de l'échantillon selon l'âge et selon le sexe

L'échantillon de notre étude comporte au moins 200 sujets de chaque classe d'âge et pour chacun des sexes, répondant ainsi aux recommandations de l'OMS (1995).

2.5.- MATERIEL ET MESURES

➤ Premier critère :

Les mesures doivent être prises soigneusement et notés par des observateurs entraînés aux techniques anthropométriques, qui utiliseront du matériel éprouvé et étalonné fréquemment (OMS, 1995) :

- Le matériel de mesure utilisé dans notre étude de marque SECA, il est fiable et robuste. Il est recommandé par l'UNICEF (COGILL, 2003).
- Les mesures réalisées dans notre étude ont porté sur l'âge, le sexe, le poids et la taille.
- Les mesures ont été effectuées par un personnel formé et sélectionné selon les recommandations de l'OMS (1983).
- Le poids moyen des vêtements a été soustrait du poids du sujet.

Standardisation

Le nombre d'enquêteurs recrutés au départ se réduit au fur et à mesure des séances de standardisation. Un seul enquêteur a été retenu, puisqu'il a obtenu la valeur $\sum d^2$ la plus faible, comparé aux autres enquêteurs, par conséquent la meilleure valeur de précision.

Pour l'appréciation de la précision de prise de poids, les valeurs obtenues étaient similaires entre les enquêteurs et le contrôleur, car il s'agit d'une lecture directe du résultat sur l'écran de la balance électronique. Par conséquent, l'évaluation de la précision lors des tests de normalisation n'a porté que sur la mesure de la taille.

Quelques valeurs d'écarts de mesure de la taille obtenues ($\sum d^2$) après 7 séances de standardisation pour le recrutement des enquêteurs sont présentées au tableau 06.

Tableau 06 : Exemple de valeurs de précision contrôleur, enquêteur

	$\sum d^2$
Contrôleur	0,08
Enquêteur 01	0,95
Enquêteur 02	1,96
Enquêteur 03	3,25

Les résultats du test de variabilité inter- enquêteur ont été satisfaisants. Le résultat du test de STUDENT effectué avec les données de la classe de première année moyenne sont présentés en tableau 07.

Tableau 07: Exemple de valeurs du test de STUDENT

Mesure	Moyenne \pm Ecart- type	
	Enquêteur 01	Enquêteur 02
Poids (kg)	49,1 \pm 12,0	49,1 \pm 12,1
Taille (cm)	154,0 \pm 8,1	153,8 \pm 8,2

La valeur du Z tabulé est de 1,96, celle de Z calculé est de 0,135. Lorsque le Z cal est inférieur au Z tab, cela signifie que la différence entre les paramètres n'est pas significative (ANCELLE, 2002).

D'après ces résultats, nous concluons que notre étude est conforme aux recommandations de l'OMS (1995) concernant les procédures de mesures anthropométriques.

➤ Deuxième critère :

Les mesures réalisées sur l'échantillon doivent porter sur la totalité des variables anthropométriques (poids, taille, périmètres crâniens plis cutanés, diamètres, maturation sexuelle ...etc) qui seront utilisées pour évaluer l'état nutritionnel (OMS, 1995) :

Les mesures (poids, taille) effectuées pour notre étude sont simples, rapides et nécessitent peu de formation et un matériel transportable et peu coûteux. Ces mesures peuvent être utilisées pour évaluer l'état nutritionnel. Donc notre étude manque à ce critère de l'OMS (1995).

2- COMPARAISON DE LA METHODOLOGIE DE L'ETUDE AVEC CELLE D'AUTRES ETUDES

L'étude de Constantine 2008/2009 est comparée à d'autres études internationales et nationales. Le tableau (08) les résume, évalué la conformité de l'étude par rapport aux recommandations de l'OMS (1995). Dans chaque ligne, nous exposons une étude avec quelques caractères. Dans la dernière colonne, nous évaluons la conformité de chaque caractère (première ligne) aux critères de l'OMS exposés au tableau. Nous affectons un signe (+) au caractère conforme, et un signe (-) au caractère non conforme.

➤ **Etude CONSTANTINE 2008/2009**

L'étude est transversale, l'échantillon est représentatif de la commune de Constantine. Elle a récolté deux mesures anthropométriques (Poids, Taille). Malgré le manque de financement, l'étude a été menée jusqu'au bout de ses objectifs, et a rassemblé l'échantillon nécessaire à la construction des courbes, donc dépassant les 200 individus selon l'âge et selon le sexe suivant les recommandations de l'OMS (1995).

➤ **Etude Multicentrique OMS 2006**

Elle a été coordonnée par l'OMS et menée dans six pays sélectionnés selon des critères bien définis, sur un échantillon dépassant les 200 individus selon l'âge et selon le sexe des enfants de 0 à 6 ans (de ONIS *et al.*, 2004). C'est une étude combinée pour pallier aux inconvénients de l'étude longitudinale. Les critères d'inclusions d'une population bien nourrie et en bonne santé, concernent la mère non fumeuse et acceptant de suivre les recommandations de l'OMS en matière d'allaitement maternel et alimentation, grossesse non gémellaires, âge gestationnel supérieur à 37 semaines, l'altitude inférieure à 1500m. L'étude a inclus en plus de toutes les mesures anthropométriques le développement psychomoteur des nourrissons et enfants.

➤ **Etude NCHS 1977**

C'est une étude américaine. Elle a résulté de la fusion de deux études différentes l'une longitudinale de 0 à 3 ans (résultant d'un échantillon très réduit, portant sur un grand nombre de variables), l'autre transversale de 2 à 20 ans (résultant d'un échantillon national, portant sur peu de variables). Ces deux études étaient menées à différentes périodes avec différents critères d'inclusions. Sa méthode de lissage n'était pas encore performante. Les courbes NCHS 1977 ont été longuement recommandées par l'OMS pour l'usage international, puis critiquées pour leurs inconvénients.

➤ **Etude CDC 2000**

C'est la référence américaine actualisée pour pallier aux inconvénients de la référence NCHS 1977. C'est une étude transversale, qui a porté sur un grand échantillon national, mais des mesures anthropométriques peu nombreuses. Ses courbes sont lissées avec la méthode LMS. Ce sont des courbes largement utilisées par plusieurs pays.

➤ **Etude SIEDP 2006**

C'est la compilation de plusieurs études transversales locales représentatives menées dans presque la même période dans différentes régions d'Italie. Les échantillons (2 -20 ans) sont importants mais les mesures peu nombreuses. L'échantillon à l'origine de la construction des courbes contient plus de 200 individus selon l'âge et le sexe. Cette étude a générée la courbe nationale italienne.

➤ **Etude SEMPE 1979**

C'est une étude longitudinale complète (0 -20 ans) accompagnée de l'étude de la maturation sexuelle, osseuse et dentaire. Son échantillon est très réduit et très peu représentatif. Elle fait

l'objet d'actualisation jusqu'à ce jour par l'utilisation des nouveaux procédés de lissage. C'est la courbe nationale française de SEMPE.

➤ **Etude UK 1990**

C'est la compilation de plusieurs études hétérogènes, menées à différentes périodes de façon transversale ou longitudinale, sur des tranches d'âge différentes, des échantillons de tailles différentes, et même parfois sur une seule ou quelques mesures. C'est la référence nationale du Royaume Uni.

➤ **Etude FLANDRES 2004**

C'est une étude transversale locale, non représentative de la population nationale. Elle a été menée sur un énorme échantillon (0-21 ans), et portant sur peu de mesures et sur la maturation sexuelle. C'est la référence belge.

➤ **Etude BERGEN 2009**

C'est une étude transversale, qui n'est pas représentative (locale), menée sur un grand échantillon (0- 19 ans), en collectant seulement deux mesures anthropométriques. C'est la référence norvégienne.

En conclusion, nous pouvons constater que chacune des études a des points forts et des points faibles.

L'étude OMS 2006 a respecté tous les critères d'élaboration des courbes de références.

Toutes les courbes présentées sont utilisées comme référence nationale dans leurs pays respectifs malgré leurs inconvénients.

Tableau 08 : Comparaison des différentes études d'élaboration de courbes de référence

Etude		Critères comparés				Evaluation	
Pays	Année	Type	Age Effectif	Echantillon national	Mesures réalisées	Conformité OMS (1995)	
Algérie	2008-2009	Trans.	6-18 (8187)	Non	T, P	++--	
Etudes internationales	<i>USA NCHS 1977</i>	1929-1975 1963-1974	Long. Trans.	0-3 (827) 2-20	Non Oui	T, P, PC, Plis, Diamètres T, P, PC	+++ +++-
	<i>USA CDC 2000</i>	1963-1994	Trans.	0-19 (950928)	Oui	T, P, PC	+++
	<i>OMS 2006</i>	1997-2003	Long. comb.	0-5 (8440)	International	T, P, PC, Plis	++++
	<i>OMS 2007</i>	1963-1974	Trans.	5-19 (22917)	Non International	T, P, PC, Plis	++--
Etudes nationales	<i>France SEMPE 1979</i>	1953-1975	Long.	0-20 (497)	Non	T, P, PC, Plis, Seg, Diamètres, MS...	+++
	<i>Belgique Flandres 2004</i>	2002-2004	Trans.	0-21 (15989)	Non	T, P, PC, MS	+++
	<i>UK 1990</i>	1978- 1987	Trans.	0-16 (9282)	Oui	T, P, Comp. Corp.	++++
		1984-1987	Trans.	16-20 (1990)	Oui	T, P, Comp. Corp.	+++
		1972-1982	Trans.	4-12 (10546)	Oui	T	+++
		1980-1980	Trans.	16-20 (935)	Oui	T, P	++-
		1989-1990	Trans.	4-14 (1624)	Non	T, P	----
		1984-1988 1987-1988	Long. Trans.	0-7 (252) 32 S-0 (756)	Non Non	T, P, Comp. Corp. P, T	+++ ++-
<i>Italie SIEDP 2006</i>	1994-2004	Trans.	2-20 (69917)	Oui	T, P	+++	
<i>Norvège Bergen 2009</i>	2003-2009	Trans.	0-19 (8299)	Non	T, P	++--	

T : taille, P : poids, PC : périmètre crânien, Comp. Copr. : Composition Corporelle, Trans. : Transversale, Long. : Longitudinale

3.- TRAITEMENT DES DONNES

Les données qui serviront à dresser les tables et à construire les courbes doivent être mises à la disposition de toute personne qui souhaite les utilisées, et les méthodes employées pour lisser les courbes doivent être décrites et documentées (OMS, 1995) :

La saisie et le traitement des données anthropométriques et du questionnaire utilisé pour caractériser la population sont en cours. Les données récoltées par notre étude sont le poids et la taille permettant de construire les courbes (3^e, 10^e, 25^e, 50^e, 75^e, 90^e, 97^e percentile) de la taille/âge, poids/âge et IMC/âge pour selon le sexe. Elles seront à la disposition de toute personne souhaitant les utilisées qu'une fois publiées.

La méthode qui sera employée pour construire et lisser les courbes est la méthode LMS de COLE et GREEN (1992).

La première version des courbes locales de Constantine (2008/2009) a fait l'objet d'une communication orale au Séminaire international Croissance, Alimentation et Santé de l'Enfant (SICASE) en avril 2012 (BAHCHACHI *et al.*, 2012b).

4.- PROPOSITIONS

Après la présentation de la méthodologie de notre étude, et l'exposé des différentes méthodologies d'élaboration des courbes de références, nous allons arborer quelques propositions concernant le déroulement de l'enquête et la concordance aux recommandations de l'OMS.

➤ Déroulement de l'étude

L'élaboration de courbes de croissance est un travail prodigieux qui ne peut pas être réalisé sans de grands moyens humains et matériels.

Le recrutement suffisant et la formation des enquêteurs est essentielle pour garantir la fiabilité des données collectées pour ce type d'étude. L'implication des médecins scolaires est primordiale pour dépister les élèves malades.

Le soutien financier et logistique d'institutions et organismes spécialisés en matière d'enquêtes nutritionnelles et sanitaires est fondamentale pour ces études. Utilisation des locaux des Unités de Dépistage et de Suivi (UDS) est recommandée, car ils sont les plus appropriés pour les enquêtes anthropométriques.

➤ Concordance aux recommandations de l'OMS

Nous proposons pour améliorer la concordance des futures études pour l'élaboration des courbes de références :

- Elargir l'éventail des variables anthropométriques par d'autres mesures comme les plis cutanés, tour de taille, tour de hanche...etc.
- Inclure les stades de maturation sexuelle pour la tranche des adolescents.
- Inclure les tranches d'âge de 0 à 5 ans.
- Sélectionner la population bien nourrie en effectuant des enquêtes de santé, alimentaire et socio-économique.

Conclusion

CONCLUSION

Les courbes de références locales sont à développer dans notre pays car elles sont plus appropriées pour la population algérienne.

L'élaboration de courbes de croissance de référence, selon les recommandations de l'OMS, est une tâche difficile qui ne peut être entreprise que par un ensemble d'organismes orchestré par des chercheurs et experts en la matière.

Nous souhaitons que l'étude Constantine 2008/2009 aboutisse à la construction des courbes ; que ces courbes soient validées sur le plan statistique et clinique, en les testant sur la population et par leur emploi médical ; enfin, qu'elles soient comparées à d'autres courbes étrangères.

La méthodologie de l'étude de Constantine 2008/2009 a suivi la majorité des recommandations de l'OMS (1995) dans toutes ses étapes.

Son utilisation au niveau national est souhaitable après validation statistique et clinique.

Nous proposons une enquête nationale suivant les mêmes recommandations, sinon, l'élaboration d'autres enquêtes locales pour la construction de courbes de références algériennes par compilation comme cela a été fait pour les courbes UK 1990.

Ainsi, la tradition de l'innovation et de l'excellence dans la recherche pour l'élaboration des courbes de croissance doit être instaurée.

Références bibliographiques

1. AL-SHARBATI M.M., YOUNAN A.A., SUDANI O.H., Growth pattern of primary schoolchildren in Benghazi. Libya, Squ Journal for Scientific Research: Medical sciences, 1, 2001 : 45-49
2. ALLAS H., Anthropométrie et évaluation de l'état nutritionnel chez l'enfant algérien, thèse pour l'obtention du diplôme de Doctorat en Sciences Médicales, Université Mentouri Constantine, Institut National d'enseignement Supérieur en Sciences Médicales, Département de Médecine. 2000 : 178p.+ annexes.
3. ALLAS H., GRANGAUD J.P. Composition corporelle et évaluation de l'état nutritionnel chez l'enfant. JAM. 1994 ; 4, 4 : 186- 91.
4. ALLAS H., GRANGAUD J.P., Croissance somatique de 0 à 60 mois des enfants algériens : résultats d'une enquête transversale à Constantine. JAM. 2003, 7, 2 : 73- 78.
5. AMINORROAYA A., AMINI M., NAGHIDI H., Growth chart of heights and weights of male children and adolescents of Isfahan, Iran, J Health Popul Nutr, Dec, 2003 : 3441-6
6. ARAUJO C L., ALBERNAZ E., TOMASI E. et al., Implentation of the WHO Multicentre Growth Reference Study in Brasil. Food and Nutrition Bulletin, vol.25,no.1, 2004: S53-58
7. BAHCHACHI N., BADIS N., MEKHANCHA-DAHEL C.C., ADJALI-HASSANI W., BOUZENADA N., NEZZAL L., Courbes algériennes locales de croissance - Méthodologie de réalisation, Séminaire International „Croissance, alimentation et santé de l'enfant“, Constantine 27 – 29 Avril2012a
8. BAHCHACHI N., BADIS N., MEKHANCHA-DAHEL C.C., ADJALI- HASSANI W., BOUZENADA N., NEZZAL L., Premières Courbes de Croissance et de Corpulence pour les enfants et adolescents algériens, Séminaire International „Croissance, alimentation et santé de l'enfant“, Constantine 27 – 29 Avril2012b
9. BENER A., KAMAL A.A., Growth patterns of qatari school children adolescents aged 6-18 years, J Health Popul Nutr, 23, 3, 2005: 250-8
10. BONTHUIS M., VAN STRALEN K.J., VERRINA E., *et al.*, Use of National and International Growth Charts for Studying Height in European Children: Development of Up-To-Date Europe an Height-For-Age Charts.<http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0042506>, consulté le 28 nombre 2012.
- 11.. BOURRILLON A., Un être en voie de développement *In* BOURRILLON A., DEHAN M., CASASOPRANA A. *et al.*, Pédiatrie pour le praticien, Masson, 4^e éd, Paris, 2003 : 67- 73 (400p.)
BRAUNER R. Conduite pratique devant une anomalie de la croissance. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Pédiatrie, 4-005-A-10, 2008
12. CACCIARI E., MILANI S., BALSAMO A. *et al.*, Italian cross-sectional growth charts for height, weight and BMI (2 to 20 yr), 29, 7, 2006: 581-93.
13. CACCIARI E., MILANI S., BALSAMO A., *et al.*, Italian cross-sectional growth charts for height,weight and BMI (6 – 20 y). European Journal of Clinical Nutrition, 56, 2002 : 171– 180.
14. CAMERON N., British growth charts for height and weight with recommendations concerning their use in auxological assessment, Annals of human biology29, 1, 2002 : 1-10
15. CAMERON N., The methods of auxiological anthropometry *In* FALKNER F., TANNER J.M., Human growth – A comprehensive treatise, Volume 3 – Methodology, ecological, genetic and nutrition effects on growth, Plenum Press, New York, 2nd edition, 1986: 3-46 (552p.)
16. CHAULIAC M., MASSE-RAIMBAULT A.M., Etat nutritionnel : interprétation des indicateurs, L'enfant en milieu tropical, N°181/182, 1989 : 84p.
17. CHAUSSAIN.J.L., Puberté *In* AUJARD Y., BOURILLON A., GAUDELUS.J., Pédiatrie, Ellipses, Paris, 1997 : 34- 37 (608p.)

18. CHEMLA 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.
19. 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.
20. COLE T.J., BELLIZI M.C., FLEGAL K.M. *et al.*, Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey, *BMJ* 2000 ; 320 : 1240-3.
21. 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. *Statistics in Medicine*, 17, 1998: 407- 429
22. COLE T.J., GREEN P.J., Smoothing reference centile curves : The LMS method and penalized likelihood, *Stat Med*, 11, 1992: 1305-19
23. COLT.J., The use and construction of anthropometric growth reference standards, *Nutrition Research Reviews*, 6, 1993 :19-50
24. CZERNICHOW P., Endocrinologie et diabète *In* BOURRILLON A., DEHAN M., CASASOPRANA A. *et al.*, Pédiatrie pour le praticien, Masson, 4^e éd, Paris, 2003 : 218- 223 (400p.)
25. de ONIS M, YIP R., The WHO growth chart: historical considerations and current scientific issues. *Bibl Nutr Dieta*, 53, 1996 : 74 – 89
26. de ONIS M., GARZA C.,VICRORIA C.G., et al. The WHO Multicentre Growth Reference Study: Planning, study design, and methodology. *Food and Nutrition Bulletin*, vol.25,no.1, 2004: S15-26
27. de ONIS M., GARZA C., ONYANGO A.W., *et al.* WHO Child Growth Standards, *Acta Paediatr Suppl* 2006; 450: 1-101.
28. de ONIS M., GARZA C., ONYANGO A.W. *et al.*, Les standards de croissance de l'organisation mondiale de la santé pour les nourrissons et les enfants. *Archives de Pédiatrie* -2141, 2008. Elsevier Masson.
29. de ONIS M., GARZA C., ONYANGO A.W., *et al.* Comparison of the WHO Child Growth Standards and the CDC 2000 Growth Charts, *The Journal of Nutrition*, 2007 a: American Society for Nutrition:144-148.
30. de ONIS M., ONYANGO A.W., BORGHI E. *et al.*, Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bulletin of the World Health Organisation*. 2007b ;85 : 660-667.
31. DEHEEGER M., ROLLAND-CACHERA M.F., Longitudinal study of anthropometric measurements in Parisian children aged ten months to 18 years. *Arch Pediatr* 2004; 11: 1139 -44
32. DEKKAR N., Croissance et développement de l'élève algérien, thèse de Doctorat en Sciences Médicales, Université d'Alger, 1986 : 128p.
33. DEN (Direction de l'Enseignement National), Guide scolaire annuel de la DEN, 2008 (données non publiées)
34. DESCHAMPS J.P., Les examens systématiques de santé et l'évaluation de l'état nutritionnels *In* HERCBERG S. DUPIN H., PAPOZ L., GALAN S., Nutrition et santé publique- Approche épidémiologique et politique et prévention, Tech et doc Lavoisier, Paris, 1985 :117-31 (709p.)
35. DESPERT F., L'enfant de petite taille, Doin, Paris, 2000 : 200p.
36. DESPRES P., Le COMTE-PRIN A.M., Développement et soins de l'enfant, Edition Jacques Lanore, 1988 : 300p.
37. DIBLEY M.J., GOLDSBY J.B., STAEHLING N.W., TROWBRIDGE F.L., Development of normalized curves for the international growth reference: Historical and technical considerations, *Am J of Clin Nutr*, 46, 1987a: 736 – 748

38. DIBLEY M.J., STAEHLEING N.W., NIEBURG P., TROWBRIDGE F.L., Interpretation of Z-score anthropometric indicators derived from the international growth reference, *Am J Clin Nutr*, 46, 1987b: 749 -762
39. DOP M.C., TURC R., MAIZA E. *et al.*, A cross sectional study of growth of Algerian children from Tell and the Ahaggar (Sahara) In BORMSJ., HAUEPIE R., SAND A., SUSANNE C., HEBBELINCK M., *human growth and development*, plenum press, New York, 1984: 139-56 (836p.)
40. DPAT (Direction de la planification et de l'aménagement du territoire), Wilaya de Constantine (Algérie). Monographie de la wilaya de Constantine, DPAT, 2000 : 382p.
41. DSP 2005 : <http://www.sante.dz/dsp-25/presentation.html> consulté le 09/09/2009
42. 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 XII, Paris, 1961 : 1 - 4 (260p.)
43. FREEMAN, J.V., COLE T.J., CHINN S. *et al.*, 1995, Crosssectional stature and weight reference curves for the U K, 1990 . *Archives of Diseases in Childhood*, 73, 1995 : 17- 24.
44. GARNIER M., DELAMARE V., *Dictionnaire des termes techniques de médecine*, MALOINE S.A Editeur, 1985 : 873p.
45. GARZA C., de ONIS M., Rationale for developing a new international growth reference, *Food and Nutrition Bulletin*, vol.25, N°1(supplement), 2004: S5-S14
46. GASSIER J., de Saint SAUVEUR C., BILBAULT. D., *L'enfant croissance et hygiène*, Vol 2., Série Cahiers de puériculture Diplôme d'état., 2^e éd Masson, Paris, 1989 : 300 p.
47. GASSIER. J, GEORGIN.M.J, GASSIER Ch., *Guide de puériculture*, Masson, 3^e éd, 1993 : 123-126. (400p.)
48. GOLDSTEIN H., TANNER J.M., Ecological considerations in the creation and use of child growth standards. *Lancet*, 15, 1980 : 582 - 5.
49. GRABA M.K., Données biométriques de la population algérienne âgée de 0 à 19 ans – Etude épidémiologique et définition des normes nationales, these pour l'obtention du grade de Docteur en Sciences Médicales, Université d'Oran, 1984 : 167p.+ annexes
50. GRENIER B., GOLD F., *Développement et maladies de l'enfant*, Masson, Paris, 1984 : 634p
51. GRENIER B., ROLLAND J.C., DRUCKER J., NIVET H., *La pédiatrie en poche*, Doin, 2^{ème} édition, Paris, 1979 : 219p.
52. GRENIER.B., LEBRANCHU.Y., MARCHAND.S., NIVET.H., ROLLAND J.C., *Pédiatrie en poche*, Doin, 3^e éd, Paris, 1985 : 360 p.
53. GURAN P., *Pédiatrie en pratique quotidienne : L'enfant d'âge scolaire.*, Marketing, Paris, 1986 : 176 p.
54. HABICHT J.P., MARTORELL R., YARGROUGH C., MALINA R.M., KLEIN R.E., Height and weight standards for preschool children: how revelant are ethnic differences in growth potential? *Lancet*, 1 1974 1: 611 - 615.
55. HAMILL P.V., DRIZD T.A., JOHNSON C.L. *et al.*, NCHS growth curves for children birth-18 years, United States. *Vital Health Stat* 11(165),1977
56. HERGENROEDER A.C., HILL R.,WONG W.W. *et al.*, Validity of self- assessment of pubertal maturation in African-American and European- American adolescents. *J Adolesc Health* 1999, 24: 201-205. In INSERM *Croissance et puberté : Evolution séculaire, facteurs environnementaux et génétiques*.Expertise collective. Editions Inserm, Paris, 2007.
57. HERCBERG S., GALAN P. *Nutrition et Santé Publique : Approche épidémiologique et politique de prévention.* Méthodes d'évaluation de l'état nutritionnel des populations : Application aux pays en voie de développement, *Technique et Documentation*, Paris, 1989 : 76-98
58. HINDLEY C.B., Considérations générale In FALKNER F., *Croissance et développement de l'enfant normal – une méthode internationale d'étude*, Centre International de l'Enfance,

- travaux et documents XII, Paris, 1961 : 5-23 (260p.)
59. INSERM, Croissance et puberté : Evolution séculaire, facteurs environnementaux et génétiques, Expertise collective, Editions Inserm, Paris, 2007.
 60. JELLIFFE D.B. Appréciation de l'état nutritionnel des populations ; Organisation Mondiale de la Santé, Genève, 1969 : 227p.
 61. JORA (Journal Officiel de la République Algérienne), Création des secteurs urbains dans les communes d'Oran et de Constantine, JORA, 1991, n°69, décret exclusif n° 91-536 du 25 décembre
 62. KAROUNE R., Comportement alimentaire d'une population d'adolescents scolarisés au niveau de la commune de Constantine (2006), mémoire de Magister, Université Mentouri Constantine, 2007.
 63. KHADILKAR L., International Journal of Pediatric Endocrinology, 2013(Suppl 1):06
 64. KUCZMARSKI R.J., OGDEN C.L., GRUMMER-STRAWNL.M. *et al.*, CDC growth chart: United states, Advance data from vital and health statistics; N°314, Hyattsville, Maryland : National Center for Health Statistics, 2000: 28p.
 65. LARTEY A., OWUSU W.B., SAGOE-MOSES I. *et al.*, Implentation of the WHO Multicentre Growth Reference Study in Ghana. Food and Nutrition Bulletin, vol.25,no.1, 2004: S61-65
 66. LIORET S., MAIRE B., VOLATIER J.L., CHARLES M.A. child overweight in France and its relationship with physical activity, sedentary behaviour and socioeconomic status. Eur J Clin Nutr, 61, 2006: 509 -16
LOHMANN G., ROCHE A.F, MARTORELL R, Anthropometric standardization reference manual. Champaign, IL, Human Kinetics Books;1988, In OMS 1995
 67. MARLOW D R., L'infirmière et l'enfant, Editions H R W Ltée, 2° éd, Toronto, 1976 : 500p.
 68. MARTORELL R., MEDOZA F.S., CASTILLON R.O., Genetic and environmental determinants of growth in Mexican- Americans., Pediatrics, 85, 1989: 864 – 871
 69. MEKHANCHA-DAHEL C.C., Anthropométrie nutritionnelle et santé des sujets jeunes – Données actuelles dans le monde et en Algérie, édition Dar El Gharb, Oran, 2008 : 303p.
 70. MEKHANCHA-DAHEL C.C., Unités de dépistage et de suivi – Cadre pour la surveillance nutritionnelle des enfants et des adolescents, cas du Khroub (Constantine, Algérie) – 1996 :96 – 1999/00 – 2001/02, Thèse de Doctorat d'Etat, Université Mentouri Constantine, 2005 : 322p. + annexes
 71. OMS, Utilisation et interprétation de l'anthropométrie, Rapport d'un comité OMS d'expert, Série de rapport technique, Genève, 1995 : 485p.
 72. OMS. Mesure des modifications de l'état nutritionnel. Guide pour la mesure de l'impact nutritionnel des programmes d'alimentation complémentaire visant les groupes vulnérable. OMS, Genève, 1983 : 104p.
 73. ONS (Office National des Statistiques), Résultats du 4^{ème} recensement général de la population et de l'habitat, 1998, www.ons.dz/demogr/pop-sexe.htm, consulté le 09/09/2008
 74. ONS (Office National des Statistiques), RGPH – Les principaux résultats du sondage au 1/10^{ème}, ONS, Alger, 2009 : 200p.
 75. ROLLAND-CACHERA M.F., COLE T.J., SEMPE M. *et al.*, Variation of the Wt/Ht² index from birth to age 87 years, Eur J Clin Nut, 45, 1991: 13-21
 76. ROLLAND-CACHERA M.F., SEMPE M., GUILLOUD-BATAILLE.M. *et al.*, Adiposity indices in children. Am J Clin Nutr.1982; 36: 178- 84
 77. ROY C., Croissance In AUJARD Y., BOURILLON A., GAUDELUS.J., Pédiatrie, Ellipses, Paris, 1997 : 27- 34 (608p.)
 78. SAVAGE S.A.H., REILLY J.J., Edwards C.A. *et al.*, Adequacy of standards for assessment of growth and nutritional status in infancy and early childhood. (Arch Dis Child 1999; 80:121-124)

79. SEMPME M., PEDRON G., ROY-PERNOT M.P., *Auxologie, méthode et séquences*, Théraplix, Paris, 1979 : 205p.
80. SENEAL 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 XII, Paris, 1961 : 72-94 (260p.)
81. Société Canadienne de Pédiatrie, Les Diététistes du Canada, Association canadienne des infirmières et infirmiers en santé communautaire et Le Collège des médecins de famille du Canada. *L'utilisation des courbes de croissance pour évaluer et surveiller la croissance des nourrissons et des enfants canadiens*. *Paediatrics & Child Health*, Vol 9, N° 3, 2004 : 171 – 180
82. Société Canadienne de Pédiatrie, Les diététistes du Canada, Association canadienne des infirmières et infirmiers en santé communautaire, Le Collège des médecins de famille du Canada. *Guide du professionnel de la santé pour l'usage des courbes de croissance*. *Paediatrics & Child Health*, Vol 9, N° 3, 2004 : 185 - 188.
83. SOREL R., DALOUS A., AUBAN H., LEVRAT R., *Médecine de l'enfant et de l'adolescent – Mortalité infantile, médecine scolaire, Vaccination*, Les éditions Foucher, 3^{ème} édition, Paris, 1972 : 107p.
84. SULLIVAN K., TROWBRIDGE F., GOSTEIN J. *et al.*, Growth references, *Lancet*, 337, 1991: 1420-1
85. TANNER J.M., BUCKLER J.M., Revision and update of Tanner–Whitehouse clinical longitudinal charts for height and weight. *European Journal of Pediatrics* 1997 156 248–249
86. TANNER J.M., WHITEHOUSE R.H., Clinical longitudinal standards for height, weight, height velocity, weight velocity, and stages of puberty, *Arch Dis Child* 1976; 51: 170-9.
87. TANNER J.M., WHITEHOUSE R.H., TAKAISHI M., Standards from birth to maturity for height, weight, height velocity, and weight velocity, *British children*, 1965. *Arch Dis Child*, 41, 1966: 454-71
88. THIBAUT H., BOULARD S., COLLE M., *et al.*, *Croissance normale staturopondérale*. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris, Pédiatrie, 2009
89. UNICEF, WHO, World Bank, *Child Malnutrition Estimates*, UNICEF, New York; WHO, Geneva; The World Bank, Washington, DC, 2012 : p35.
90. WATERLOW J.C., BUZINA R., KELLER W. *et al.*, The presentation and use of height and weight data for comparing the nutritional status of groups of children under the age of 10 years, *Bulletin of world health Organisation*, 55, n°4, 1977: 489 - 498.
91. WHO multicentre Growth Reference study group, WHO Child Growth Standards. *Acta Paediatr Suppl* 2006; 450:1-101
92. WHO working Group on the Growth Reference Protocol, *A growth curve for the 21st century: The WHO multicentre growth reference study*, Geneva, World Health Organisation, 1998,
93. WHO Working Group. Use and interpretation of anthropometric indicators of nutritional status. In : *Bulletin de l'Organisation mondiale de la santé*, 64, n°6, 1986 : 929- 941.
94. WHO, *A growth chart for international use in maternal and child health care: Guidelines for primary health care personnel*, WHO, Geneva, 1978
95. WHO, Working Group, Use and interpretation of anthropometric indicators of nutritional status, *Bulletin of the WHO*, 64, 1983 : 929-941
96. WRAITH P., Growth charts for height and weight—statement. *Arch. Dis. . Child.* 27, 2002 : 563-. doi:10.1136/adc.87.6.563 Downloaded from adc.bmj.com on 19 June 2008.
97. WRIGHT C.M., BOOTH I.W., BUCKLER J.M.H. *et al.*, Growth reference charts for use in the United Kingdom, *Arch Dis Child*, 86, 2002: 11-14
98. ZEFERINO A.M.B., BARROS FILHO A.A., BETTIOL H., BARBIERI M.A., *Monitoring growth*, *Jornal de Pediatria*, 79, Supl.1, 2003: S23-S32

Annexes

Annexe 01

Tableau 03 : Taille des garçons selon l'âge d'Alger, de Tektaka et de Tamanrasset (DOP *et al.*, 1984), de Bouzina (CHAMLA et DEMOULIN, 1976)

Age (années)	Alger (Tell)			Tektaka (Tell)			Tamanrasset (Ahaggar)			Bouzina (Aurès)		
	n	Moy (cm)	ET	n	Moy	ET	n	Moy	ET	N	Moy	ET
4							8	91,22	3,84			
5	7	111,34	3,01	6	107,63	4,59	8	100,56	7,06			
6	7	116,56	6,41	20	110,58	4,26	13	110,58	5,37	67	109,46	3,64
7	10	119,52	6,86	16	115,71	4,41	9	112,17	8,43	105	113,66	4,85
8	8	127,84	6,08	14	122,26	7,68	12	122,21	5,44	81	117,89	5,96
9	11	132,21	4,85	12	131,50	7,36	14	124,40	4,14	74	123,72	5,57
10	14	134,49	6,03	16	133,10	6,67	18	130,18	5,45	71	126,48	5,01
11	10	136,13	3,62	16	138,49	7,14	22	137,62	8,85	87	130,89	5,99
12	7	139,70	7,28				17	138,98	8,93	45	135,13	6,84
13	6	147,85	4,44				15	139,95	9,97	60	140,98	7,39
14	10	158,68	8,93				22	150,36	7,95	43	144,91	7,56
15	6	161,13	7,42				21	156,69	8,72	20	151,56	6,99
16							7	153,43	9,23	20	158,35	8,01
17							7	161,39	7,53	15	162,45	5,13

Tableau 04 : Taille des filles selon l'âge d'Alger, de Tektaka et de Tamanrasset (DOP *et al.*, 1984), de Bouzina (CHAMLA et DEMOULIN, 1976)

Age (années)	Alger (Tell)			Tektaka (Tell)			Tamanrasset (Ahaggar)			Bouzina (Aurès)		
	n	Moy (cm)	ET	n	Moy	ET	n	Moy	ET	N	Moy	ET
4							12	92,66	7,59			
5	6	108,25	3,93				15	100,93	9,25			
6	6	111,53	9,28	14	112,06	4,50	17	111,83	5,36	29	109,19	5,70
7	9	116,83	5	16	115,21	4,78	9	112,94	12,57	55	113,63	4,73
8	11	121,04	5,78	24	122,37	4,76	5	113,1	14,4	36	118,09	5,15
9	16	128,91	5,24	10	129,69	4,39	6	122,72	6,69	31	121,18	4,98
10	8	138,72	5,78	17	132,08	5	4	127,25	4,03	20	122,50	7,09
11	11	136,76	4,74	10	140,51	8,40	4	142	8,21	30	132,30	7,49
12	10	143,13	5,74				10	142,74	8,90	18	137,75	7,15
13	9	147,31	6,37				6	144	8,89	11	146,04	4,57
14	7	151,77	9,48							12	149,77	3,95
15	6	154,10	4,97							13	149,41	4,20
16										23	153,63	4,40

Annexe 01

Tableau 07 : Poids des enfants algériens selon l'âge et le sexe (DAKKAR, 1986).

Age (années)	Garçons			Filles		
	n	Moy (Kg)	ET	N	Moy	ET
5	44	19,61	2,78	65	18,35	2,61
6	423	20,15	2,55	406	19,55	2,85
7	430	22,08	2,94	378	21,55	3,99
8	393	24,40	3,39	425	24,18	4,20
9	393	26,45	3,96	399	25,92	4,29
10	410	29,24	4,62	391	29,84	5,21
11	448	31,84	5,71	393	33,13	6,57
12	459	34,78	6,12	452	37,43	7,39
13	456	38,01	6,80	446	42,97	8,48
14	449	43,83	8,08	425	46,94	8,00
15	403	48,62	9,09	348	50,26	7,69
16	447	53,39	7,89	379	52,58	7,38
17	371	56,26	7,94	349	52,57	7,48
18	271	58,35	6,90	275	54,64	7,43
19	136	58,56	6,11	153	54,04	7,65
20	50	61,72	6,79	49	55,57	7,90

Tableau 08 : Taille des enfants algériens selon l'âge et le sexe (DAKKAR, 1986).

Age (années)	Garçons			Filles		
	N	Moy (cm)	ET	N	Moy	ET
5	44	109,89	5,28	65	109,52	4,6470
6	423	113,55	5,08	406	112,44	5,39
7	429	118,65	6,03	378	117,99	6,04
8	393	124,15	5,71	425	123,17	5,56
9	393	128,53	6,18	399	127,05	6,06
10	410	133,81	6,84	391	134,19	6,98
11	448	137,75	3,38	392	138,71	7,36
12	459	143,28	6,97	452	145,12	7,85
13	456	147,66	8,07	446	150,30	7,08
14	449	154,99	8,79	425	153,61	5,93
15	402	160,48	8,31	348	155,76	5,50
16	447	165,66	7,51	379	156,84	5,50
17	371	168,52	7,10	349	155,93	5,95
18	271	170,61	5,90	275	157,46	5,45
19	136	170,33	5,99	153	157,96	5,81
20	50	173,00	4,91	49	157,39	5,98

Annexe 01

Tableau 09 : Poids et taille des élèves du Khroub. Comparaison avec les données nationales de CHAMLIN et DEMOULIN (1976) et de DAKKAR (1986)

Age (Année)	Aurès				Algérie		Khroub					
	Bouzina		Arris		1983		1996/97		1999/00		2001/2002	
Filles	P	T	P	T	P	T	P	T	P	T	P	T
6	17,8	109,2	17,3	107,2	19,5	112,4	21,9	116,9	21,4	117,0	21,3	116,3
7	19,0	113,6	19,0	113,2	21,5	118,0	24,2	121,4	23,2	122,6	23,6	121,4
12	29,9	137,7	33,3	141,4	37,4	145,1	40,4	146,7	43,0	153,0	41,4	153,7
15		149,4	45,6	151,7	50,3	155,8	53,5	160,7	54,3	162,0	54,1	160,4
Garçons	P	T	P	T	P	T	P	T	P	T	P	T
6	17,9	109,5	18,9	113,0	20,1	113,5	22,7	117,6	22,3	117,5	21,8	117,1
7	19,4	113,4	20,0	115,2	22,1	118,6	24,9	122,3	24,1	122,6	24,7	122,8
12	29,9	135,1	30,3	137,3	34,8	143,3	38,5	145,6	42,1	152,3	40,2	151,2
15	41,4	151,6	43,9	154,5	48,6	160,5	52,3	164,7	53,8	166,1	55,1	169,0

P : poids T : taille

Annexe 02

Tableau 01 : Répartition de la population de la wilaya de Constantine par commune et par sexe
(Résultats préliminaires RGPH 2008)

COMMUNE	MASCULIN	FEMININ	TOTAL	%
CONSTANTINE	217.174	221.031	438.205	47.533
EL-KHROUB	87.043	87.034	174.077	18.882
AIN-SMARA	18.126	17.739	35.865	3.890
OUED- RAHMOUNE	13.166	13.218	26.384	2.861
AIN-ABID	16.260	16.169	32.456	3.520
BEN-BADIS	9.790	9.254	19.044	2.065
ZIGHOUD- YOUCEF	17.823	17.296	35.119	3.809
BENI-HAMIDANE	4.755	4.627	9.382	1.017
HAMMA- BOUZIANE	40.293	38.726	79.019	8.571
D-MOURAD	22.409	22.090	44.499	4.826
IBN-ZIAD	9.436	9.428	18.864	2.046
M-BOUDJERIOU	4.668	4.311	8.979	0.973
TOTAL WILAYA	460.943	460.950	921.893	100

Tableau 02 : Répartition de la population de la wilaya de Constantine par sexe et par tranche
d'âge (Résultats préliminaires RGPH 2008)

AGE	MASCULIN	FEMININ	TOTAL	%
0-04 Ans	46.080	44.336	90.416	9.807
05-09 Ans	56.220	54.100	110.320	11.966
10-14 Ans	56.873	56.782	113.655	12.328
15-19 Ans	51.987	51.334	103.321	11.207
S/TOTAL 1	211.160	206.552	417.712	45.310
20-24 Ans	44.886	43.230	88.116	9.558
25-29 Ans	38.713	38.900	77.613	8.418
30-34 Ans	34.562	35.395	69.957	7.588
35-39 Ans	30.234	30.125	60.359	6.547
S/TOTAL 2	148.395	147.650	269.045	29.183
40-44 Ans	25.718	25.520	51.238	5.557
45-49 Ans	18.985	20.360	39.354	4.268
50-54 Ans	13.457	13.730	27.187	2.949
55-59 Ans	11.150	12.435	23.585	2.558
S/TOTAL 3	69.310	720.045	141.355	15.333
60-64 Ans	10.730	11.715	22.445	2.434
65-69 Ans	8.763	8.827	17.590	1.908
70-74 Ans	6.115	6.565	12.680	1.375
75-79 Ans	3.187	3.621	6.808	0.738
80 Ans et plus	3.283	3.975	7.258	0.787
S/TOTAL 4	32.078	34.703	66.781	7.243
TOTAL WILAYA	460.943	460.950	921.893	100

Tableau 03 : Données des emplois créés à la wilaya de Constantine Jusqu'au 31/12/2007
(Source direction de l'emploi)

SECTEURS D'ACTIVITES	CUMUL DES EMPLOIS CREES JUSQU'AU 31/12/2007		EMPLOIS CREES EN 2007	
	PROGRAMME C.P.E	PROGRAMME E.S.I.L	PROGRAMME C.P.E	PROGRAMME E.S.I.L
AGRICULTURE/FORET	139	60	18	1.800
B.T.P/HYDRAULIQUE	351	117	40	
INDUSTRIE	1.782	673	148	
SERVICES	694	-	140	
ADMINISTRATION	3.418	-	567	
AUTRES SERVICES	-	2.113	-	
TOTAL	6.384	2.963	913	

Tableau 01 : Répartition des effectifs d'élèves, d'enseignants et des classes pour le palier primaire (DEN, 2008)

Commune	Nbre d'établissement	Nbre de salle De cours utilisées	Nbre de classe pédagogique	Nbre total D'élève	Nbre total enseignants	Nbre Elève/classe pédagogique	Nbre Elève/enseignant
CONSTANTINE	141	1434	1592	43390	1920	27	23
EL-KHROUB	61	535	690	18991	815	28	23
OUED-RAHMOUNE	15	99	119	3164	139	27	23
AIN-SMARA	16	129	153	4071	175	27	23
AIN-ABID	20	142	154	3607	183	23	20
BEN-BADIS	12	83	88	2112	105	24	20
ZIGHOUD-YOUCF	17	145	152	3551	179	23	20
BEN-HAMIDANE	9	56	56	958	71	17	13
HAMMA-BOUZIANE	31	276	339	9082	390	27	23
D-MOURAD	17	149	184	5090	219	28	23
IBN-ZIAD	15	91	106	1953	128	18	15
M-BOUDJERIOU	8	47	47	902	56	19	16
TOTAL WILAYA CONSTANTINE	362	3186	3680	96871	4380	26	22

Tableau 02 : Répartition des effectifs d'élèves, d'enseignants et des classes pour le palier moyen (DEN, 2008)

Commune	Nbre d'établissement	Nbre de salle De cours utilisées	Nbre de classe pédagogique	Nbre total D'élève	Nbre total enseignants	Nbre Elève/classe pédagogique	Nbre Elève/enseignant
CONSTANTINE	56	866	917	32863	1654	36	20
EL-KHROUB	19	278	368	14344	638	39	22
OUED-RAHMOUNE	3	45	56	2088	93	37	22
AIN-SMARA	5	77	84	3076	144	37	21
AIN-ABID	3	55	67	2573	110	38	23
BEN-BADIS	2	36	41	1474	66	36	22
ZIGHOUD-YOUCF	6	74	84	2997	132	36	23
BEN-HAMIDANE	1	17	18	693	28	39	25
HAMMA-BOUZIANE	9	141	176	6636	292	38	23
D-MOURAD	4	74	100	3749	166	37	23
IBN-ZIAD	3	35	41	1489	68	36	22
M-BOUDJERIOU	1	15	20	773	32	39	24
TOTAL WILAYA CONSTANTINE	108	1713	1972	72755	3423	37	21

Annexe 03

Tableau 03 : Répartition des effectifs d'élèves, d'enseignants et des classes pour le palier secondaire (DEN, 2008)

Commune	Nbre d'établissement	Nbre de salle De cours utilisées	Nbre de classe pédagogique	Nbre total D'élève	Nbre total enseignants	Nbre Elève/classe pédagogique	Nbre Elève/enseignant
CONSTANTINE	25	566	521	14317	1114	27	13
EL-KHROUB	8	168	178	5482	370	31	15
Oued-RAHMOUNE	1	18	18	423	44	24	10
AIN-SMARA	2	35	41	1279	88	31	15
AIN-ABID	1	20	26	818	51	31	16
BEN-BADIS	1	16	16	365	33	23	11
ZIGHOUD-YOUCHEF	2	39	43	1295	101	30	13
BENI-HAMIDANE	00	00	00	00	00	00	00
HAMMA-BOUZIANE	3	66	69	1780	145	26	12
D-MOURAD	3	58	56	1394	127	25	11
IBN-ZIAD	1	19	23	631	48	27	13
M-BOUDJERIOU	00	00	00	00	00	00	00
TOTAL WILAYA CONSTANTINE	47	1005	991	27784	2121	28	13

Annexe 04

Tableau 01 : Effectifs des élèves du primaire par secteur urbain, sexe et âge (DEN, 2005)

Secteur urbain		Age (années)											Total
		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Ziadia	Total	16	565	650	617	638	688	644	197	125	56	28	4224
	Filles	6	294	317	320	313	322	319	72	51	7	2	2023
	Garçons	10	271	333	297	325	366	325	125	74	49	26	2201
El Kantara	Total	26	463	486	489	538	536	498	166	85	40	18	3345
	Filles	14	239	241	235	256	263	240	52	25	9	7	1581
	Garçons	12	224	245	254	282	273	258	114	60	31	11	1764
SDM	Total	68	1034	1064	1255	1094	1222	1068	306	149	76	27	7363
	Filles	32	513	566	660	542	592	518	112	39	8	4	3586
	Garçons	36	521	498	595	552	630	550	194	110	68	23	3777
El Gammas	Total	11	634	623	754	688	898	817	317	169	74	29	5014
	Filles	8	315	322	381	349	454	401	128	51	14	4	2427
	Garçons	3	319	301	373	339	444	416	189	118	60	25	2587
Mûriers	Total	35	920	977	1036	970	1196	1017	477	227	126	57	7038
	Filles	24	460	473	499	489	595	489	174	91	23	14	3331
	Garçons	11	460	504	537	481	601	528	303	136	103	43	3707
Belle vue	Total	43	707	644	659	718	749	591	155	85	23	10	4384
	Filles	22	358	319	357	354	365	255	57	24	4	0	2115
	Garçons	21	349	325	302	364	384	336	98	61	19	10	2269
5 juillet	Total	30	473	506	531	527	610	537	186	82	39	9	3530
	Filles	19	246	245	247	257	297	255	67	32	12	2	1679
	Garçons	11	227	261	284	270	313	282	119	50	27	7	1851
Saleh BOUDRAA	Total	9	831	883	893	996	1092	1099	459	286	101	42	6691
	Filles	5	382	430	436	504	538	570	213	92	22	12	3204
	Garçons	4	449	453	457	492	554	529	246	194	79	30	3487
Sida Rached	Total	28	881	900	896	931	1032	904	256	126	54	30	6038
	Filles	12	424	423	434	464	499	394	79	38	9	8	2784
	Garçons	16	457	477	462	467	533	510	177	88	45	22	3254
Total établissements	Total	266	6508	6733	7130	7100	8023	7175	2519	1334	589	250	47627
	Filles	142	3231	3336	3569	3528	3925	3441	954	443	108	53	22730
	Garçons	124	3277	3397	3561	3572	4098	3734	1565	891	481	197	24897

Annexe 04

Tableau 02 : Effectifs des élèves du moyen par secteur urbain, sexe et âge (DEN, 2005)

Secteur		Age (Années)										Total
		10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Ziadia	Total	0	101	450	557	517	312	196	44	3	0	2180
	Filles	0	48	257	309	259	135	99	16	2	0	1125
	Garçons	0	53	193	248	258	177	97	28	1	0	1055
El Kantara	Total	0	98	454	564	504	365	259	73	20	1	2338
	Filles	0	45	257	298	261	166	109	36	6	0	1178
	Garçons	0	53	197	266	243	199	150	37	14	1	1160
SDM	Total	0	276	1172	1311	1238	778	396	61	5	0	5237
	Filles	0	178	602	676	605	331	175	28	2	0	2597
	Garçons	0	98	570	635	633	447	221	33	3	0	2640
El Gammas	Total	0	109	716	893	946	760	381	82	6	2	3895
	Filles	0	58	388	547	483	310	208	37	3	2	2036
	Garçons	0	51	328	346	463	450	173	45	3	0	1859
Mûriers	Total	1	184	734	818	772	563	226	42	1	0	3341
	Filles	0	100	361	452	386	243	105	12	0	0	1659
	Garçons	1	84	373	366	386	320	121	30	1	0	1682
Belle vue	Total	0	238	683	832	748	538	277	87	6	0	3409
	Filles	0	122	422	392	368	237	122	40	3	0	1706
	Garçons	0	116	261	440	380	301	155	47	3	0	1703
5 juillet	Total	0	177	546	704	644	392	196	35	0	0	2694
	Filles	0	92	293	349	326	174	88	26	0	0	1348
	Garçons	0	85	253	355	318	218	108	9	0	0	1346
Saleh BOUDRAA	Total	0	61	641	963	968	704	268	38	7	0	3650
	Filles	0	38	326	509	476	323	133	12	4	0	1821
	Garçons	0	23	315	454	492	381	135	26	3	0	1829
Sidi Rached	Total	1	156	598	803	702	543	313	82	1	0	3199
	Filles	0	101	315	405	344	252	153	39	1	0	1610
	Garçons	1	55	283	398	358	291	160	43	0	0	1589
Total établissements	Total	2	1400	5994	7445	7039	4955	2512	544	49	3	29943
	Filles	0	782	3221	3937	3508	2171	1192	246	21	2	15080
	Garçons	2	618	2773	3508	3531	2784	1320	298	28	1	14863

Annexe 04

Tableau 03: Effectifs des élèves du secondaire par secteur urbain, sexe et âge (DEN, 2005)

Ziadia	14ans	15ans	16ans	17ans	18ans	19ans	20ans	21ans	Total
Total	47	193	253	268	179	126	5	0	1071
Filles	31	121	160	183	115	76	2	0	688
Garçons	16	72	93	85	64	50	3	0	383
El Kantatra	14ans	15ans	16ans	17ans	18ans	19ans	20ans	21ans	Total
Total	66	275	403	575	447	268	76	4	2114
Filles	40	154	227	334	260	141	32	4	1192
Garçons	26	121	176	241	187	127	44	0	922
SDM	14ans	15ans	16ans	17ans	18ans	19ans	20ans	21ans	Total
Total	179	695	933	1134	888	442	167	33	4471
Filles	119	448	602	760	577	261	94	18	2879
Garçons	60	247	331	374	311	181	73	15	1592
El Gammas	14ans	15ans	16ans	17ans	18ans	19ans	20ans	21ans	Total
Total	35	223	468	523	338	186	45	4	1822
Filles	18	136	310	369	196	126	31	2	1188
Garçons	17	87	158	154	142	60	14	2	634
Mûriers	14ans	15ans	16ans	17ans	18ans	19ans	20ans	21ans	Total
Total	59	162	206	222	128	47	7	0	831
Filles	34	94	134	138	69	32	6	0	507
Garçons	25	68	72	84	59	15	1	0	324
Belle vue	14ans	15ans	16ans	17ans	18ans	19ans	20ans	21ans	Total
Total	129	378	493	537	336	152	41	7	2073
Filles	69	174	255	254	155	76	28	6	1017
Garçons	60	204	238	283	181	76	13	1	1056
5 juillet	14ans	15ans	16ans	17ans	18ans	19ans	20ans	21ans	Total
Total	98	448	564	635	473	223	49	2	2492
Filles	58	297	324	388	271	130	27	0	1495
Garçons	40	151	240	247	202	93	22	2	997
BOUDRAA	14ans	15ans	16ans	17ans	18ans	19ans	20ans	21ans	Total
Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Filles	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Garçons	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sidi Rached	14ans	15ans	16ans	17ans	18ans	19ans	20ans	21ans	Total
Total	117	655	809	963	646	356	85	18	3649
Filles	79	463	561	685	454	226	48	11	2527
Garçons	38	192	248	278	192	130	37	7	1122
	14ans	15ans	16ans	17ans	18ans	19ans	20ans	21ans	Total
Total	730	3029	4129	4857	3435	1800	475	68	18523
Filles	448	1887	2573	3111	2097	1068	268	41	11493
Garçons	282	1142	1556	1746	1338	732	207	27	7030

Tableau 04 : Liste des établissements primaires (DEN, 2005)

Numéro	Etablissement	Numéro	Etablissement
1	El Moutanabi	53	BOUHBEL Saleh
2	BOUMEZBER Omar	54	MENIE Abd El Karim
3	BEN LOUNICI Hamdane	55	KHANFERI Amar
4	DJEDOU Rabeh	56	SISSAOUI Ahmed
5	KETAB Elbahi	57	KHERAB Abd ElMadjid
6	HENACHE Rabeh	58	BOURSAS Nouar
7	MEZIANI Mouhamed	59	ELMESSAOUDI
8	ZOUATINE Ali	60	EIKhaouarizmi
9	Abou Baker Assedik	61	Chadjarat Eddour
10	SERRADJ Moustafa,	62	ANNABI Mebarek
11	CHAARAOUI Houcine	63	Ibn Djoubayr
12	Elchaïkh Ahmed Houcine	64	Frères FARAD
13	BEN AYACHE Omar	65	ARAFI Abd Ellah
14	Ali Ibn Abi Taleb	66	HAMMANI Amar
15	LOUCIF Fatima	67	ADOUI Bachir
16	DJEMAOUNI Saleh,	68	KERIS Belkacem
17	PASTEUR	69	ARAFI Mouhamed
18	SAOULI El Cherif	70	FILALI Moukhetar,
19	E Khaldounia	71	Capitaine LAKHDER A, ElMoumen
20	ELCHARIFIA	72	Taher FILALI
21	IBN EL FAREDH	73	EL OUIDJHANI Ali
22	Saïda Hadjer	74	BOUDJABIR Hacene
23	Mouloud FIRAAOUN	75	DJEBAR Ahmed
24	YAHYAOUI Ramdhan	76	MOUKLATI EL OUKI Ibrahim
25	IBN TOFAYL	77	Edakhel Abd Errahman
26	GHIMOUZE Roukaïa	78	ELBEDJAOUI Abd ElKader
27	Ahmed BOUCHEMAL	79	BEN NOUSSAIR Moussa
28	GRINE Khadidja	80	KHEMISTI Mouhamed ,
29	Med EL MOUKRANI	81	Soukaïna
30	Amir Abd El Kader	82	Si Mouhamed BOUGUERRA
31	Frères LACHETERE	83	Hacene BEN ENNOUAMANE
32	ELDJAHID	84	Moussa CHAABANE
33	Halima ESSAADIA	85	ZERDANI Belkacem
34	BOUBLATE Sale	86	KADI Boubaker
35	EL BEYROUNI,	87	TAHA Houciene
36	El Chahid Hamza	88	SAADANE Meriem
37	ABDELHAK ABD ELMADJID	89	DJAAGER Mouhamed
38	Med El Aïd ELKHALIFA	90	KHALFA Ramdhan
39	GUIMOUCHE Messaoud	91	CHAABANE Bachir
40	ARBAT Mouhamed	92	IBN ZAYDOUN
41	Ahmed BOUSSOUF	93	Cousins BOUHBILA,
42	MAALEM Saleh	94	ZIGHED Ismaïl
43	Abou Oubayda Benou El Djarrah	95	AISSOUS Rabeh
44	HACHEMI Med Saleh	96	RIGHA Saleh
45	Rabaa ELADAOUIA	97	TENIOU AbdEllah
46	Ibn Sina	98	ELAIDI Khelifa
47	Abou ElKacem EL CHABI	99	AZABI Essaid
48	Mouhamed BOUGUETAYA,	100	BOUSSOUF Abd El Hafid
49	BABOURI Atika	101	DJIDJLI Farhat

Annexe 04

50	Les trois frères MALKI	102	BOUDIAF AbdEllah ,
51	Assed Ben ElFourat	103	Cousins CHERRAK
52	MAHDJOUR ELAyfa	104	IBN BATOUTA
105	TALBI Messaoud	123	Youm El Ilm 16avril
106	ELIDRISSI	124	Amina Bent Ouahb
107	EL OUARTILANI Foudhil	125	El Bint El Mouslima
108	CHAOUECHE TIARA El Sedik	126	BEN BADDIS Abd Elhamid
109	KECHID Abd El Madjid	127	BEN SI HAMDI Ibrahim
110	ELBOUSSAÏRI	128	MEDEGHRI Mohamed
111	IBN RACHIK	129	Oukba Bnou Nafaa
112	Frères TALHA	130	HAMDI Aldjia
113	Frères BOUDJERDA	131	METATLA Taher
114	MOULAY Mouhamed	132	Mouhamed EL GHASSIRI
115	LAAROUSSI Rahem	133	Asma Bent Abi Bakr Essedik
116	TOUATI Mouhamed	134	Tarek BENZIAD
117	REBAI Aissa	135	Les frères BOUDJERAYOU
118	El tarbia ouataalim	136	BELKHEL Nafissa
119	HADDAD Akila	137	OUAHAB Bachir
120	IBN TOUMERTE	138	ADOUANI Aldjia
121	BEN EL ABED Mouloud	139	DAOUDI Slimane
122	ELGHAZALI	140	IBN EL CHAIB Houcine

Annexe 04

Tableau 05 : Liste des établissements moyens (DEN, 2008)

Numéro	Etablissement	Numéro	Etablissement
1	Zakaria MOUFDI	29	Boudjemaa SOUIDANI
2	CEM nouveau de Djebel El Ouahche	30	CEM nouveau ZOUAGHI
3	FRANCE FANON	31	ABDELMOUMEN
4	CEM nouveau SERKINA	32	Mouhamed ABDOU,
5	ELMAMOUN	33	Fadhila SAADANE
6	Med Cherif MENTOURI	34	Hacene BOURGHOUD
7	Salah Eddine ELAYOUBI	35	Louiza BIDI
8	ELKHALDOUNIA	36	Lakhder KOUHIL
9	Abd el hamid BEN BADIS	37	IBN ABD ELMALEK
10	AYCHA	38	Roukaya BOUGHABA
11	Ali BOUMENDJEL	39	Abd El Hafid BOUSSOUF
12	Saleh KHOUALDIA	40	Moussa CHAABANE
13	Saïd HAMOUDI	41	BENKHALDOUN
14	Allaoua BENBAATOUICHE	42	El Fedj
15	Essadek HAMANI	43	CEM cité Zaoueche
16	El Mekki BEN YAHIA	44	Saleh BOUDRAA
17	Frères BOUSSALEM	45	Aboud KHAYDER
18	IBN ZAYDOUN	46	nouveau CEM ElBir ,
19	Khaled IBN ELOUALID	47	CEM cité ElMenchar
20	Abd El Hamid KATEB	48	Ahmed OUROUA
21	Mouhamed BOUMAAZA	49	Mouhamed EZZAHI
22	CEM nouveau	50	Oueld Ali
23	IBN SINA	51	ELKETANIA
24	Ibrahim BENYEZAR	52	CEM tarbia ouataalim
25	Ahmed SISSAOUI	53	Fatima Ezzahra
26	Ibrahim MAAZOUZI	54	Khadidja Oum El Mouminine
27	Djamel Eddine ELAFGHANI	55	Omar BEN ELKHATAB
28	BOUMERZOUG,	56	IBN BATOUTA

Tableau 06 : Liste des établissements secondaires (DEN, 2005)

Numéro	Etablissement	Numéro	Etablissement
1	Lycée Ziadia	14	AIN EL BEY
2	Lycée Djebel El Ouahch	15	Abd El Hamid BEN BADIS
3	DJIDJLI	16	IBN TAYMIA
4	Technicum Ziadia	17	Abd ElHafid BOUSSOUF
5	HIHI El Meki	18	Malek HEDDAD
6	Toufik KHAZNADAR	19	Hacene BOUDJENANA
7	Youcef ZIGHOUD	20	TECH ZAOUECHE
8	Tarek BEN ZIAD	21	YOUGHOURTA
9	Ahmed Bey	22	EL HOURRIA
10	Ali BOUSHABA	23	Meriem & Fadhila SAADANE
11	Saadi Taher HARATH	24	Tayeb EL OUKBI
12	BENBOUELAID	25	Soumia
13	Technicum El Gammas	26	Redha HOUHOU

**CARACTERISTIQUES SOCIO-ECONOMIQUES DES ENFANTS
ET ADOLESCENTS SCOLARISES**

 Date de l'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 socio-économiques

 4- Niveau d'instruction du père :
 (Aucun = 1 Primaire = 2 Moyen = 3 Secondaire = 4 Universitaire = 5)
4 Niveau Instr P
 5- Niveau d'instruction de la mère :
 (Aucun = 1 Primaire = 2 Moyen = 3 Secondaire = 4 Universitaire = 5)
5 Niveau Instr M

6- Profession du tuteur :

6 Profession P

7- Profession de la mère :

7 Profession M
 8- Type d'habitat :
 (Maison traditionnelle = 1 Immeuble = 2 Villa = 3 Autre = 4)
8 Type Habit

9- Adresse :

9 Adresse
 10- Nombre de pièces : /__/_/___/___/
 (Sans compter la cuisine, la salle de bain et WC)

10 Nbre Pièces |__|_|_|

11- Nombre de personnes vivant dans le ménage : /__/_/___/___/

11 Nbre Pers Ménage |__|_|_|

12- Nombre de personnes actives dans le ménage : /__/_/___/___/

12 Nbre Pers Actives |__|_|_|

13- Nombre total d'enfant : /__/_/___/___/

13 Nbre Enfants |__|_|_|

14- Place dans la fratrie : /__/_/___/___/

14 Place Fratrie |__|_|_|

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

FICHE DES MESURES ANTHROPOMETRIQUES

1- Classe pédagogique :

2- N° de l'élève : / ___/ ___/

3- Nom et prénom de l'élève :

4- Date de naissance: / ___/ ___/ ___/

Jour Mois Année

5- Sexe:

(Féminin = F Masculin = M)

6- Poids (kg): / ___/ ___/ ___/ ___/

7- Taille (cm) : / ___/ ___/ ___/ ___/

8- Age du jeûne obligatoire : / ___/ ___/

Remarques :

Enquêteur :

UDS :

Etablissement :

1 Date de l'enquête | ___| ___| ___|

2 Classe Péd | ___| ___| ___|

3 N Elève | ___| ___|

... 4 Nom Prénom | ___| ___| | ___| ___|

5 Date Nais | ___| ___| ___|

6 Sexe

7 Poids (kg) | ___| ___| ___|, | ___|

8 Taille (cm) | ___| ___| ___|, | ___|

9 Age Jeûne | ___| ___|

Annexe 06

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 (WHO, 1983)

Sujet N°	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 (WHO, 1983)

Enfant N°	A 1 ^{ère} mesure	B 2 ^{ème} mesure	D (a-d)	d ² (a-b) ²	signe	S Observateur (a+b)	S Contrôleur (a+b)	D (s+S)	D ² (s-S) ²	signe
01										
02										
03										
04										
05										
06										
07										
08										
09										
10										
Sommes										

- Dans la colonne d, on inscrit le chiffre correspondant à (a-b), avec le signe approprié ;
- Dans la colonne d² on élève (a-b) au carré. au lieu d'élever au carré, on peut obtenir directement la valeur approximative de (a-b)² à partir d'une table d'approximations sans que les résultats soient moins satisfaisants. L'utilisation de cette table facilite aussi la suite des opérations et réduit les erreurs d'addition car seuls les chiffres nécessaires à la suite de l'analyse sont utilisés. En additionnant directement les d on n'a pas besoin non plus d'élever au carré, mais dans ce cas la sensibilité est moindre et les résultats difficiles à interpréter;
- 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.

Annexe 06

- 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 : de calcul pour un test de normalisation (WHO, 1983)

Mesureurs	$\sum d^2$	« Signes »	$\sum D^2$	« Signes »	Observation (du contrôleur)
Contrôleur					
Observateurs					
A					
B					
C					
D					

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 07

Tableau 01 : Effectif global étudié par âge et par sexe

Age	Fille	Garçon	Total
5	7	8	15
6	208	230	438
7	276	286	562
8	247	217	464
9	238	208	446
10	270	215	485
11	269	266	535
12	290	254	544
13	317	284	601
14	304	316	620
15	382	342	724
16	616	366	982
17	523	363	886
18	388	247	635
19	114	77	191
20	32	18	50
21	5	4	9
Total	4 486	3 701	8 187

Tableau 02 : Distribution de l'effectif final retenu par sexe et tranche d'âge

Age (années)	Filles	Garçons	Total
6	206	224	430
7	275	282	557
8	244	210	454
9	234	207	441
10	266	204	470
11	268	262	530
12	288	247	535
13	314	276	590
14	303	314	617
15	378	338	716
16	605	359	964
17	513	348	861
18	379	236	615
TOTAL	4 273	3 507	7 780

RESUME

Les courbes de référence anthropométrique pour surveiller les enfants doivent dériver de la population ou sous population dans laquelle l'enfant vit. Donc, il serait plus intéressant de comparer les individus d'une population vivants dans les mêmes conditions en utilisant des courbes de référence locales. Il y a peu d'études entreprises pour la réalisation des courbes de référence locales dans les pays en développement, d'autant plus que dans notre pays, ces études ne sont pas disponibles ou accessibles si elles existent. Nos objectifs sont de présenter la méthode d'élaboration des courbes de référence locales des enfants et adolescents de 6 à 18 ans de la commune de Constantine ; de comparer la méthodologie suivie dans notre expérience avec celle recommandée par l'OMS (1995) et celle utilisée par d'autres pays et de Proposer des rectifications pour l'amélioration de notre méthodologie.

L'étude anthropométrique réalisée est de type transversal par visites aux établissements scolaires, associée à une étude socio économique descriptive de ses élèves durant la période 2008-2009. La population cible se compose d'enfants et d'adolescents âgés de 6 à 18 ans habitants et scolarisé dans la commune de Constantine. Le matériel utilisé est une toise- pèse personne et un questionnaire socio-économique. L'étude a été effectuée selon les recommandations de l'OMS (1995).

L'effectif total mesuré est de 8 187 élèves (54,8% fille) dont l'âge varie entre 5 à 21 ans. Les données exclues selon des critères précis sont de l'ordre de 407 élèves. L'effectif final retenu pour le traitement des données est de 7 780 élèves. Ces données anthropométriques serviront à construire les courbes locales de Constantine, quant aux données socio-économiques elles serviront à caractériser la population d'étude.

La méthodologie de l'enquête de Constantine 2008-2009 a suivi les recommandations de l'OMS à toutes les étapes. Elle a été comparée aux différentes méthodologies d'élaboration des courbes de références locales et internationales. Chacune des méthodologies a ses avantages et inconvénients. Des propositions dans le but d'améliorer notre étude ont été faites.

L'élaboration de courbes de croissance de référence est une tâche difficile qui ne peut être entreprise que par un ensemble d'organismes orchestré par des chercheurs et experts en la matière.

Mots clés : croissance, courbes de référence, étude d'élaboration, Constantine

ABSTRACT

The anthropometric reference curves for supervising children should derive from the population or subpopulation in which the child lives. So it would be interesting to compare the individuals of a population living under the same conditions by using local reference curves. There are few studies undertaken to achieve the local reference curves in developing countries, especially in our country, these studies are not available or accessible if they exist. Our goals are to present our methodology for the development of local reference curves for children and adolescents 6-18 years in the town of Constantine; to compare the methodology followed in our experience with that recommended by WHO (1995) and that used by other countries and to suggest adjustments to improve our methodology.

The transversal study by visiting schools is combined with a socio economic description during the period 2008-2009. The target population consists of children and adolescents aged 6-18 years and enrolled residents in the town of Constantine. The study was conducted as recommended by WHO (1995).

The total measured is 8 187 students (54.8% female) ranging in age between 5-21 years. The data excluded, following specific criteria, are about 407 students. The final number used for the treatment of data is 7 780 students. These anthropometric data will be used to construct the local growth curves of Constantine, the socioeconomic data will be used to characterize the population studied.

The development of growth reference curves is difficult task which can be undertaken only by a group of organizations orchestrated by researchers and experts.

Keywords: Growth, Reference growth curves, Study design, Constantine.

الملخص

إن منحنيات النمو المستعملة في تقييم نمو الأطفال يجب انجازها انطلاقا من الأشخاص الذين ينحدر منهم هؤلاء الأطفال. من المهم أن يتم مقارنة الأفراد المنحدرين من نفس السكان و الذين لهم نفس ظروف و مستوى المعيشة باستعمال منحنيات نمو محلية. عدد قليل من الدراسات حول منحنيات النمو تم القيام بها في البلدان النامية وهو نفس الحال في بلادنا.

الأهداف من هذه الدراسة أهدافنا هي تقديم منهجيتنا لتطوير المنحنيات المرجعية المحلية للأطفال والمراهقين 6-18 سنة من قسنطينة ؛ مقارنة المنهجية المتبعة في تجربتنا مع أن أوصت به منظمة الصحة العالمية (1995) والتي تستخدم من قبل الدول الأخرى واقترح تعديلات لتحسين منهجيتنا الدراسة الانتروبومترية التي تم استعمالها في 2008-2009 هي من نوع عرضي وقد أنجزت في المؤسسات التعليمية كما تم كذلك دراسة المستوى الاجتماعي-الاقتصادي للتلاميذ. الدراسة التي اتبعت توصيات المنظمة العالمية للصحة (1995) استهدفت الأطفال و المراهقين يبلغون من العمر بين 6 و18 سنة القاطنين و المتدرسين بمدينة قسنطينة. استعملت منصة و ميزان من اجل القياسات واستمارة معلومات لدراسة المستوى الاجتماعي-الاقتصادي لهذه العينة.

تم قياس 187 8 تلميذ، تمثل الإناث 54,8% ، يتراوح عمرهم بين 5 - 21 سنة. تم استبعاد 407 تلميذ مستعنيين بمعايير معينة. و منه العينة التي ستستعمل في إنشاء المنحنيات المحلية للنمو بلغت 7 780. المعلومات الاجتماعية-الاقتصادية ستستعمل لوصف عينة الدراسة.

المنهجية المستعملة في دراستنا تتبعت توصيات المنظمة العالمية للصحة في جميع أطوار انجازها. كما تم مقارنة هذه المنهجية مع أخرى استعملت لانجاز منحنيات محلية و دولية. هذه المنهجيات لها امتيازات و عيوب. قدمنا عروض لتحسين دراستنا.

تحضير منحنيات نمو ذات مرجعية هي عبارة عن دراسة جد صعبة لا يمكن إجراؤها إلا من طرف هيئات تحت إشراف باحثين و مختصين.

الكلمات الدالة: نمو – منحنيات نمو – منهجية دراسة - قسنطينة

RESUME

Les courbes de référence anthropométrique pour surveiller les enfants doivent dériver de la population ou sous population dans laquelle l'enfant vit. Donc, il serait plus intéressant de comparer les individus d'une population vivants dans les mêmes conditions en utilisant des courbes de référence locales. Il y a peu d'études entreprises pour la réalisation des courbes de référence locales dans les pays en développement, d'autant plus que dans notre pays, ces études ne sont pas disponibles ou accessibles si elles existent. Nos objectifs sont de présenter la méthode d'élaboration des courbes de référence locales des enfants et adolescents de 6 à 18 ans de la commune de Constantine ; de comparer la méthodologie suivie dans notre expérience avec celle recommandée par l'OMS (1995) et celle utilisée par d'autres pays et de Proposer des rectifications pour l'amélioration de notre méthodologie

L'étude anthropométrique réalisée est de type transversal par visites aux établissements scolaires, associée à une étude socio-économique descriptive de ses élèves durant la période 2008-2009. La population cible se compose d'enfants et d'adolescents âgés de 6 à 18 ans habitants et scolarisé dans la commune de Constantine. Le matériel utilisé est une toise- pèse personne et un questionnaire socio-économique. L'étude a été effectuée selon les recommandations de l'OMS (1995).

L'effectif total mesuré est de 8 187 élèves (54,8% fille) dont l'âge varie entre 5 à 21 ans. Les données exclues selon des critères précis sont de l'ordre de 407 élèves. L'effectif final retenu pour le traitement des données est de 7 780 élèves. Ces données anthropométriques serviront à construire les courbes locales de Constantine, quant aux données socio-économiques elles serviront à caractériser la population d'étude.

La méthodologie de l'enquête de Constantine 2008-2009 a suivi les recommandations de l'OMS à toutes les étapes. Elle a été comparée aux différentes méthodologies d'élaboration des courbes de références locales et internationales. Chacune des méthodologies a ses avantages et inconvénients. Des propositions dans le but d'améliorer notre étude ont été faites.

L'élaboration de courbes de croissance de référence est une tâche difficile qui ne peut être entreprise que par un ensemble d'organismes orchestré par des chercheurs et experts en la matière.

Mots clés : croissance, courbes de référence, étude d'élaboration, Constantine