

REPUBLIQUE DU SENEGAL

UN PEUPLE – UN BUT – UNE FOI



MINISTERE DE L'EDUCATION

UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR



Institut National Supérieur d'Education Populaire et du Sport

**MEMOIRE DE MAITRISE EN SCIENCES ET TECHNIQUES DE L'ACTIVITE PHYSIQUE
ET DU SPORT (STAPS)**

THEME:

**EVALUATION DE PARAMETRES ANTHROPOMETRIQUES ET DE
L'APTITUDE PHYSIQUE D'ENFANTS EN SURPOIDS DE LA REGION DE
DAKAR (SENEGAL).**

Présenté et soutenu par:

Mr. El hadji Ousmane DJIGUE

Etudiant à l'INSEPS

Sous la direction de:

Dr. Fatou Bintou SAR/SARR

**Maître Assistant à la
FMPOS**

Codirecteurs:

Dr Mor DIAW

Assistant à la FMPOS

Mr. Mountaga DIOP

Pr. à l'INSEPS

Année Académique : 2011-2012

DEDICACES

BISMIL LAHI AR RAHMANIR RAHIM

Je rends grâce à ALLAHOU SOUBHANAHOU WA TALA, le Très Miséricordieux.

Je dédie ce travail à :

Mes grands-parents AINY DAFF et SOULEYE DIAW, vous m'aviez tout donné dans la vie, l'amour d'un petit fils, l'éducation, la confiance en soi, je ne saurais vous remercier.

Ma mère DJIDY DJIGUE et mon père MAMADOU, maman, papa je vous aime de tout mon cœur.

Ainsi l'occasion m'est offerte pour vous rendre hommage et témoigner mon immense affection et ma profonde reconnaissance pour tout les sacrifices consentis rien que pour notre réussite ; nous ne saurions vous les rendre .Votre affection, votre tendresse ainsi que votre grande générosité nous ont toujours couvert, notre réussite n'est que le fruit de votre travail.

Ma défunte grand-mère MAME ROCKY SECK, ton départ à créer un vide dans nos cœur, que la terre te soit légère et que DIEU t'accueille dans ses plus noble paradis, amen. Mame tu nous manque.

A mes tantes et oncles, Ganna Djigué, Boury Djigué, Ndéye Daba Daff, El hadji Seydou Djigué, Bocar Djigué, votre soutien, vos conseils ne m'ont jamais manqué et m'ont toujours servi.

A mes frères, Bassora Djigué, Toumbou Djigué, Souleymane Djigué, Ba Djiby Djigué, et à Fanta Djigué ma sœur, je vous aime tous.

A mes cousins et cousines Sékou Djigué, Amadou Thiya Djigué, Nabou Ndiaye, Boury Lah, Ifra Lah, Bassora Lah, Faty Guéye, et à toute la famille Djigué et Lah au Mali, je vous adore tous, vous êtes ma fierté.

Je vous exprime toute ma gratitude pour l'importance que vous donnez à ma modeste personne et je vous en serais toujours reconnaissant.

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier particulièrement le Professeur Fatou Bintou SARR, pour avoir accepté de me suivre dans ce long travail de recherche, pour ses conseils et pour avoir mis à ma disposition tous les éléments nécessaires pour la réussite de ce mémoire. Merci d'avoir cru en moi et de m'avoir fait voyager (aux sens propre et figuré) dans le monde de la recherche ...

Mes sincères remerciements aux membres du Laboratoire de Physiologie et d'Explorations Fonctionnelles de la Faculté de Médecine de Dakar (Dr DIAW Mor, Dr SOW Djily, Dr TIENDREBEOGO Arnaud, Dr OUEDRAOGO Valentin, Mr BOPP Amadou, Mr PENE Malick, etc.). Merci pour leur aide, leurs précieux conseils et leurs encouragements.

Je veux également remercier tout le corps professoral de l'INSEPS : le Directeur, les Professeurs, le Secrétariat, les Bibliothécaires, et tout le personnel de l'INSEPS pour leur aide et leurs encouragements.

Je n'oublierais jamais ces adorables jeunes élèves filles et garçons qui ont participé hâtivement sans relâche aux manipulations avec courage et dévotion.

Merci à vous, de vous être rendus aussi disponibles.

Je remercie vivement maman Seynabou MBAYE et Papa Alioune Badara NDIAYE pour tout le soutien qu'ils m'ont apporté mais aussi de m'avoir accueilli comme leur fils, sans oublier Mamadou Clédor SAMB et sa femme Khady GUEYE.

A mon ami et cousin Papa Alioune Badara SAMB « QUITH » que la Baraka du Prophète « PSL » soit avec toi et que DIEU t'accompagne toute ta vie amen, à Alioune BALDE et Madame BALDE

Je remercie aussi la famille SENE (Moussa SENE, Daba THIAM, sans oublier feu El hadji Cheikh SENE « que la terre vous soit légère et que DIEU vous accueille dans ses plus nobles paradis, amen »), vraiment merci du fond du cœur.

Je suis particulièrement reconnaissant à mes promotionnaires de l'INSEPS (Mohammed DIATTA, Moustapha COLY, Alboury DIOP, Gorgui Lamine SARR, enfin toute la 33ème

Promotion), mes amis marocains (Ilias, Anas, Islam, Yassine, ALI, Salahdine, Yussef...) merci à vous tous pour vos conseils et soutien moral.

Je remercie mes amis de jeune âge, Dr Thierno Djidy SIDIBE, Me Louis Nicolas Gorgui LOPY, Gn Abdoulaye NDOUR, Mcn Sanka DILLO, Mcn Youssouf DIATTA, Pâ DIALA CISSOKHO, Badou DIOP, Jean Diogoye FAYE, Yaya SOW, Dr Arouna KOULIBALY, Ibrahima CISSOKHO, Pape Abdou DIA, Mame M.B.M. NDIAYE, Awa TRAORE, Birame FAYE, Cheikh FALL, Fatou KONTE, la liste est longue, vous croyez en moi et je crois en vous, puisse DIEU éclairé votre chemin, merci très chaleureusement.

J'associe très sincèrement à ces remerciements toutes les personnes qui ont apporté une aide technique ou morale à la réalisation de ce document.

LISTE DES ABREVIATIONS

AP : *Activité Physique*

APA : *Activité Physique Adaptée*

ATP : *Adénosinetriphosphate*

BMI : *Body Mass Index*

DNID : *Diabète Non Insulinodépendant*

FC : *Fréquence Cardiaque*

FCR : *Fréquence Cardiaque au Repos*

FCM : *Fréquence Cardiaque Maximale*

IMC : *Indice de Masse Corporelle*

IOTF: *International Obesity Task Force*

IR: *Indice de Ruffier*

NCHS: *National Center For Health Statistics*

OMS : *Organisation Mondiale de la Santé*

PA : *Pression Artérielle*

PAS : *Pression Artérielle Systolique*

PAD : *Pression Artérielle Diastolique*

PC : *Phosphocréatine*

PMA : *Puissance Maximale Aérobie*

PNNS : *Programme National Nutrition Santé*

VMA : *Vitesse Maximale Aérobie*

VO_{2max} : *consommation maximale en oxygène*

WCRF: *World Cancer Reseacher Fund*

LISTE DES FIGURES

Figure I : *Courbes de corpulence des filles de la naissance à 18 ans (extraites du carnet de santé)*

Figure II : *Evolution de l'Indice de masse corporelle chez la fille*

Figure III : *Evolution de l'Indice de masse corporelle chez le garçon.*

Figure IV : *Durée des activités physiques par semaine des sujets des deux groupes.*

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Evolution de la prévalence de l'obésité infantile dans le monde.

Tableau II: Evaluation de la prévalence de l'obésité infantile dans différentes régions de la France.

Tableau III : Les différents stades pondéraux.

Tableau IV : Détermination de la forme physique.

Tableau V : Données anthropométriques, IMC, pression artérielle et fréquence cardiaque au repos des sujets des deux groupes.

Tableau VI : Tableau comparatif de la mesure des plis cutanés des sujets des deux groupes d'étude (G_1 et G_2).

Tableau VII : Comparaison de la moyenne des fréquences cardiaques prises lors du test de Ruffier et de l'indice de Ruffier.

Tableau VIII : Comparaison de la distance parcourue et de la consommation maximale moyenne d'oxygène (VO_{2max}) des sujets des deux groupes d'étude lors du test de Cooper.

SOMMAIRE

INTRODUCTION	11
<u>PREMIERE PARTIE: REVUE DE LITTERATURE</u>	
CHAPITRE I : GENERALITE SUR L'OBESITE	13
I- DEFINITIONS DU SURPOIDS ET DE L'OBESITE	13
I.1- Définition générale.....	13
I.2- Particularités chez les adultes.....	13
I.3- Particularités chez les enfants.....	13
II- EPIDEMIOLOGIE DE L'OBESITE INFANTILE	15
II.1- Prévalence mondiale de l'obésité infantile.....	15
II.2- Prévalence dans les pays industrialisés.....	17
II.3- Prévalence dans les pays en voie de développement.....	18
III- APPRECIATION DE LA MASSE GRASSE	19
III.1- Les techniques de mesures anthropométriques.....	20
III.1.1- La mesure des plis cutanés (méthode de prédilection).....	20
III.1.2- La mesure de la circonférence de la Taille.....	20
III.1.3- Le poids.....	20
III.1.4- L'indice de QUETELET ou Indice de Masse Corporelle.....	21
CHAPITRE II : PHYSIOPATHOLOGIE DE L'OBESITE	22
I- PHYSIOPATHOLOGIE	22
I.1- La balance énergétique.....	22
I.2- Régulation de la balance énergétique.....	22
I.3- Mécanisme de développement de l'obésité.....	23
II- PRINCIPAUX FACTEURS DE RISQUE DE L'OBESITE INFENTILE	23
II.1- Facteurs de risque génétiques et épigénétiques.....	24
II.2- Facteurs de risque alimentaire.....	24
II. 3- Facteurs de risque socio-économique, éducatif et culturel.....	25
III- CONSEQUENCES PHYSIOLOGIQUES DE L'OBESITE	26
III.1- Complications cardiovasculaires.....	26
III.2- Complications respiratoires.....	27
III.3- Complications métaboliques et endocriniens.....	27
III.4- Risques ostéo- articulaires et rhumatismales.....	28

IV- REFERENCES ET RECOMMANDATION	28
IV.1- Courbe de poids/taille.....	28
IV.2- Indice de masse corporelle.....	28
CHAPITRE III: RAPPEL SUR L'ACTIVITE PHYSIQUE	23
I- RAPPEL DE QUELQUES ELEMENTS PHYSIOLOGIQUES	23
I.1- Fréquence cardiaque (FC).....	23
I.1- Pression artérielle (PA).....	24
II- RAPPEL SUR LES PROCESSUS BIOCHIMIQUES DE L'ACTIVITE PHYSIQUE MUSCULAIRE	24
II.1- Sources énergétiques.....	24
II.2- Consommation maximale d'oxygène (VO ₂ max).....	37
II.3- Méthodes d'évaluation de l'aptitude physique.....	37
CHAPITRE IV : ACTIVITE PHYSIQUE ET OBESITE	46

DEUXIEME PARTIE: TRAVAIL PERSONNEL

CHAPITRE I : OBJECTIFS DE L'ETUDE	49
CHAPITRE II : CADRE DE L'ETUDE	50
CHAPITRE III : MATERIEL ET METHODE D'ETUDE	51
I- MATERIEL	51
I.1- Equipements et matériels utilisés.....	51
II- METHODE	52
II.1- Type et période d'étude.....	52
II.2- Population d'étude.....	52
II.2.1- Critères d'inclusion.....	52
II.2.2- Critères de non inclusion.....	52
II.2.3- Taille de l'échantillon.....	53
II.3- Description du protocole expérimental :.....	53
II.3.1- Examen médical.....	53
II.3.2- Déroulement des tests :.....	53
II.3.3- Test 1: Test de Cooper.....	54
II.3.4- Test 2: Test de Ruffier.....	54
II.4- Traitement des données.....	54

CHAPITRE IV : PRESENTATION ET INTERPRETATION DES RESULTATS	55
I- RESULTATS DES MANIPULATIONS	55
I.1- Données anthropométriques, pression artérielle et fréquence cardiaque au repos des sujets des deux groupes.....	55
I.2- Durée des activités physiques par semaine des sujets des deux groupes.....	56
I.3- Comparaison de la mesure des plis cutanés des sujets des deux groupes.....	57
I.4- Evaluation de la fréquence cardiaque et de l'indice de Ruffier des sujets des deux Groupe1 lors du test de Ruffier.....	58
I.5- Distance parcourue et la consommation maximale moyenne d'oxygène (VO _{2max}) des sujets des deux groupes.....	59
CHAPITRE V : DISCUSSION GENERALE	60
I.1- Exercice aérobic maximal.....	60
I.2- Exercice aérobic sous-maximal.....	61
RECOMMANDATIONS ET CONCLUSION	62
REFERENCES	65
ANNEXE1 : LIVRETS D'INFORMATION ET D'AUTORISATION	
ANNEXE2 : QUESTIONNAIRE ET FICHE DE RENSEIGNEMENT	

INTRODUCTION

Au début de l'histoire de l'humanité, la prise de poids et l'accumulation de réserves de graisse ont été considérées comme des signes de santé et de prospérité. En des temps de travail harassant et de pénuries alimentaires fréquentes, parvenir à assurer un apport énergétique suffisant pour répondre aux besoins était le principal souci en matière de nutrition.

La pratique d'activités physiques telles que, les travaux champêtres à la campagne, les travaux domestiques à la ville ou la marche permettait de dépenser le surplus d'apports énergétiques et de réguler ainsi le poids. Cependant de nos jours, l'urbanisation évolutive, l'industrialisation, la mondialisation de même que l'augmentation et l'avancée des découvertes technologiques de l'information et de la communication ont favorisé la hausse du niveau de vie des Hommes engendrant ainsi une diminution remarquable de leur mobilité par rapport à nos sociétés traditionnelles.

L'absence de la pratique d'efforts physiques accompagnée parfois de mauvaises habitudes alimentaires engendre souvent des complications pondérales pouvant aller jusqu'à l'obésité; ce qui constitue une menace grandissante pour la santé publique dans l'ensemble des pays du monde. Même les pays en développement qui étaient censés être protégés de ce phénomène du fait du manque de moyens financiers ne sont plus épargnés. Ce problème semble progresser rapidement aussi bien chez l'enfant que chez l'adulte, ses conséquences réelles pour la santé sont nombreuses et variées, allant d'un risque accru de décès prématuré à plusieurs maladies non mortelles directement mais débilitantes et dont l'évolution chronique entraîne des effets néfastes sur la qualité de vie.

D'autre part, il est opportun de se poser la question de la performance physique des sujets en excès pondéral par rapport aux sujets de poids normal.

Il s'avère donc important d'étudier ce phénomène de surpoids dont la prévalence augmente dans les pays en développement chez les adultes mais aussi chez les enfants et adolescents et de voir s'il existe des solutions liées à la pratique des activités physiques.

L'objectif de notre travail est d'étudier les effets du surpoids sur certains paramètres physiologiques et sur les performances physiques chez les enfants.

Plus spécifiquement, il s'agira de mesurer certains paramètres anthropométriques de sujets en excès pondéral âgés de 9 à 12 ans, d'évaluer leur consommation maximale d'oxygène et leur adaptation à l'effort physique.

Pour ce faire, nous allons recruter des enfants scolarisés que nous allons randomiser en 2 groupes : un groupe test et un groupe contrôle. Après la mesure de paramètres anthropométriques tels que le poids, la taille les plis cutanés, ces sujets seront soumis à des tests d'effort (test de Cooper) et de récupération (Ruffier) dont les résultats seront analysés.

Notre travail s'articulera autour de deux grandes parties :

- La première partie traitera des généralités sur l'obésité, de la physiopathologie de l'obésité, de l'évaluation de l'Activité Physique (AP) et du lien entre activité physique et surpoids.
- La deuxième partie sera consacrée à la présentation de notre travail personnel et à l'analyse des résultats de notre étude.

CHAPITRE I : GENERALITES SUR L'OBESITE

I- DEFINITION DU SURPOIDS ET DE L'OBESITE

I.1- Définition générale du surpoids et de l'obésité

Selon l'OMS d'un point de vue clinique, l'obésité se définit par un excès d'adiposité ou encore un excès de masse grasse dans des proportions telles qu'elles peuvent avoir une influence sur l'état de santé de l'individu [28].

L'obésité se définit comme une **accumulation anormale ou excessive de graisse corporelle qui peut nuire à la santé**. Son diagnostic devrait donc reposer théoriquement sur la mesure de la composition corporelle, qui permet d'évaluer le poids respectif de la masse maigre et de la masse grasse de l'individu [28].

I.2- Particularités chez les adultes

Chez l'adulte à partir de 18 ans, l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) définit le surpoids comme un IMC égal ou supérieur à 25 et l'obésité comme un IMC égal ou supérieur à 30, quel que soit le sexe et l'âge. Ces limites doivent être interprétées avec précaution dans un certain nombre de cas [28].

I.3- Particularités chez les enfants

La définition du surpoids et de l'obésité chez l'enfant et l'adolescent (0 à 18 ans) repose principalement sur **la comparaison de l'IMC à des valeurs** de références qui dépendent du sexe et de l'âge de l'enfant. [28]

Pour l'IMC, les valeurs de références définissant le surpoids et l'obésité sont obtenues par l'analyse de la distribution de l'IMC dans une population de référence. A chaque âge et pour chaque sexe, le surpoids et l'obésité sont définis par une valeur d'IMC supérieur à un certain centile. [28]

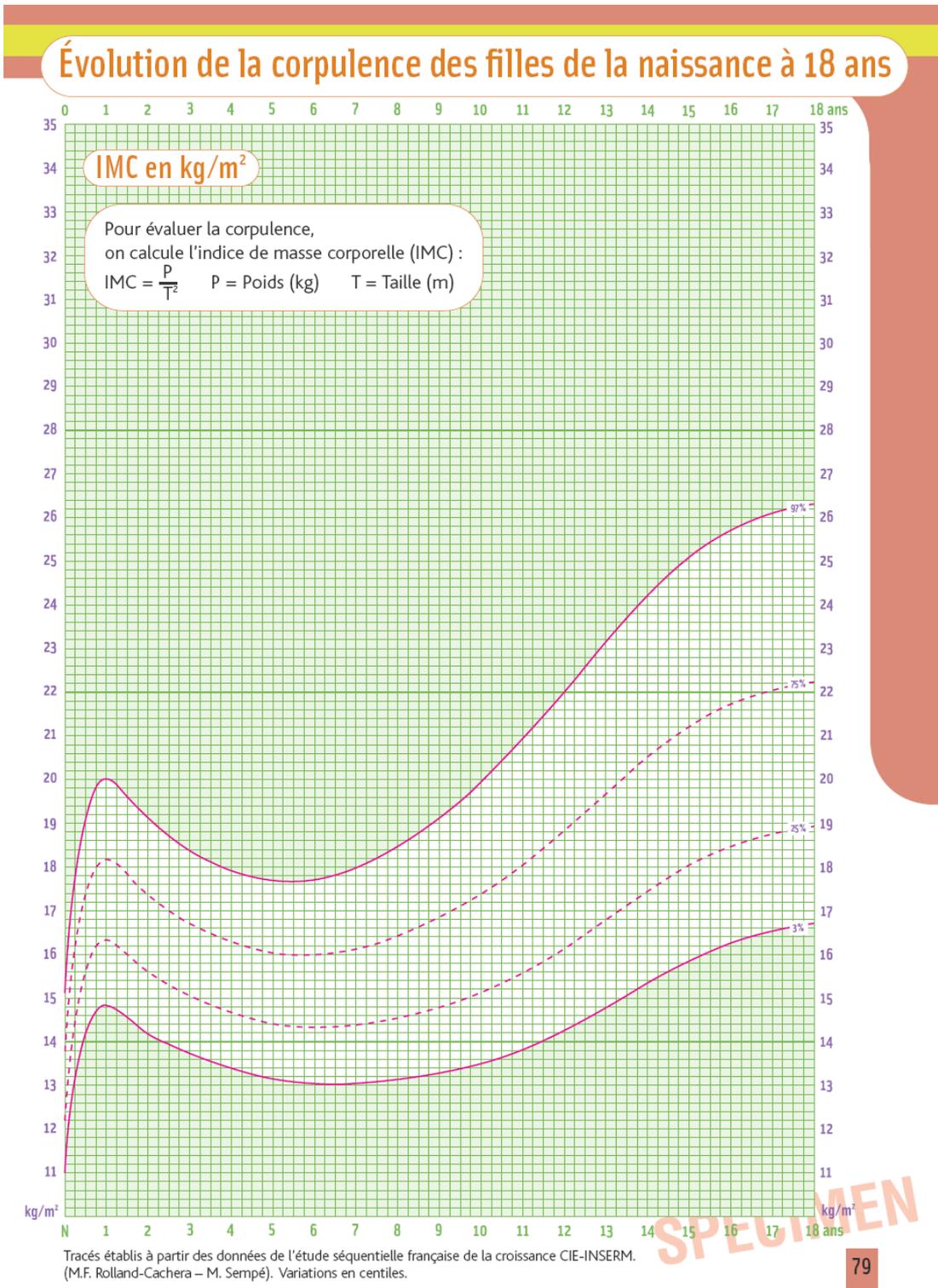


Figure 1 : Courbes de corpulence des filles de la naissance à 18 ans (extraites du carnet de santé). [43]

II- EPIDEMIOLOGIE DE L'OBESITE INFANTILE

II.1- Prévalence mondiale de l'obésité infantile

L'obésité est considérée de nos jours comme la première épidémie non infectieuse de l'histoire. [28]

En 2004, l'obésité avait touché plus de 300 millions de personnes dans le monde. Selon le professeur BARRY de l'université de Caroline du Nord, ce chiffre serait de 800 millions en 2006. En 2008 l'obésité concerne 1,6milliards de personnes (24% de la population totale) dans le monde ainsi qu'une augmentation prévue de 40% à la prochaine décennie d'après l'organisation mondiale de la santé(OMS) [10].

Tableau I : Evolution de la prévalence de l'obésité infantile dans le monde. [10]

Résultats d'enquêtes comparatives

Pays	Critères	Age (ans)	Année d'étude	Nombre de sujets	Obésités en%	
					Filles	Garç ons
Finlande	P /T ² et/ou	9-18	1980	3596	3,6	2,1
	PCT >90° centile		1986	2503	4,3	2,1
Grande Bretagne	PCT>90° centile	5-11	1972	8007	7-12	6,5-10
			1981	6275	1014,5	8-16,5
Japon	(P>PI pour la taille) x 100>120	6-14	1979	8000	6,4	7,7
			1988	8000	9,8	8,8
Etats-Unis NHANES I et II	P/T ² > 85° centile	6-11	1971-1974	2057	18,2	13,9
			1988-1991	1817	22,3	22,7

P: poids (Kg); **PCT:** pli cutané tricépal (mm); **PI:** poids idéal; **NHANES:** National Health and Nutrition Studies.

Tableau II: Evaluation de la prévalence de l'obésité infantile dans différentes régions de la France. [1]

Régions	Critères	Age (ans)	Année d'étude	Nombre de sujets	Obésité
Lorraine (1)	P/T ² >97,5 ^e centile	4-17	1980	6863	2,5
			1990	5978	3,2
Languedoc (2)	Z-score P/T ² ≥2	4-5	1987-1988	8650	1,8
			1992-1993	10174	4,9
Centre (3)	P/T ² ≥25	9-10	1980	1198	0,4
			1986	622	1,9
	P/T ² ≥20	9-10	1980	1198	5,1
			1986	622	12,7

P : poids (kg) ; **T** : taille (m).

L'OMS a classé en différents stades pondéraux le degré de l'obésité :

Tableau III : Les différents stades pondéraux. [10]

Classification de l'organisme mondiale de la santé

Etat pondéral	IMC (kg/m ²)
Poids idéal	18,5 à 24,9
Surpoids	25 à 29,9
Obésité modérée (classe I)	30 à 34,9
Obésité sévère (classe II)	35 à 39,9
Obésité très sévère (classe III)	≥40

L'organisation mondiale de la santé (OMS) définit par ces caractères l'obésité comme un excès de masse grasse se traduisant par une augmentation de l'indice de masse corporelle (IMC) supérieur ou égale à 30kg/m². Plusieurs déclarations récentes font état d'une augmentation alarmante de la fréquence de l'obésité de par le monde. L'IMC s'obtient en calculant le poids sur la taille au carré. Le résultat obtenu se lit en kilogramme par mètre carré (Kg/m²). Chez les adultes, il faut se référer directement au tableau de l'OMS [10].

Quant aux enfants, après le calcul de l'IMC on doit se référer à la courbe de corpulence chez les filles et les garçons âgés de 0 à 18 ans.

L'IMC est un bon reflet de l'adiposité. Il varie en fonction de l'âge, augmente au cours de la première année de vie et diminue jusqu'à 6ans puis augmente à nouveau. La remontée de la courbe appelée rebond d'adiposité à lieu en moyenne à 6ans. [28]

Tracer la courbe de corpulence pour chaque enfant permet d'identifier précocement les enfants obèses ou risquant de le devenir :

- Lorsque l'IMC est supérieur au 90^e percentile, l'enfant est obèse.
- Plus le rebond d'adiposité est précoce, plus le risque d'obésité est important.*
- Un changement de couloir vers le haut est un signe d'alerte.

II.2- Prévalence dans les pays industrialisés

Dans les pays industrialisés la situation est encore plus préoccupante. Ainsi, le taux de sujets d'obèses a augmenté de 50% en 10 ans au Canada, elle touche 10 à 15% d'individus en Australie, en Nouvelle Zélande ou au Canada, mais certaines populations sont particulièrement touchées comme en Australie, les aborigènes qui comptent un tiers d'obèse. [16]

- En France, en 1965 seul 3% des enfants d'âge scolaire étaient obèses, selon l'IMC (indice de masse corporelle) ; ils étaient 13,3% en 2000 ; 26% au Canada et 16% aux USA. [16]

Une étude de la direction régionale des affaires sanitaire et sociale (DRASS) menée en 2002 en région parisienne a fait ce constat :

- 62% des élèves de grandes sections (4 à 5ans) en école publique souffraient d'une obésité de degrés I et 3,3% de degré II.
- L'INVS note en début 2008 une stabilisation du surpoids chez l'enfant mais un (1) adulte sur six (6) est encore obèse. [23]
- D'après un rapport de l'international Association for the study of obesity (2007), 22,5% des allemands et 23,3% des allemandes sont obèses. 75,4% des hommes et 58,9% des femmes souffrent d'un excès de poids en Allemagne ; les plaçant ainsi en première place en Europe occidentale. [16]

II.3- Prévalence dans les pays en voie de développement

Dans les pays en voie de développement, [24] on dénombre 115 000 000 d'obèses paradoxalement dans ces pays, des personnes souffrant d'obésité et de dénutrition se côtoient. Ceci s'explique en partie par deux phénomènes d'origine économique :

- La chute du cours mondial du sucre ;
- L'activité de la fabrication d'huile subventionnée par les états dans bon nombre de pays.

Par conséquent l'huile et le sucre devenus des denrées moins chères facilitent leur accès pour les populations au détriment d'autres produits, ce qui peut se traduire par des carences en protéines, vitamines, oligoéléments, etc.

Le Mexique est le deuxième pays pour la part des obèses dans sa population, juste derrière les Etats-Unis. L'obésité touche 30% des adultes soit 44 000 000 des mexicains, et 40% connaissent un surpoids excessif. [24]

En 2002, la Chine connaît une importante obésité (2,6% de la population à un IMC supérieur ou égal à 30) et de surpoids en général (14,7% de la population à un IMC supérieur ou égal à 25), qui touche environ 215 000 000 de chinois, le problème est principalement présent chez les jeunes (entre 7 et 18 ans) où il connaît une très forte augmentation de l'ordre de 28 fois entre 1985 et 2000 principalement chez les garçons. Les causes sont similaires à celles des pays occidentaux. Les chiffres en 2008 confirment la forte progression en obésité en Chine. Environ 90 000 000 de chinois sont obèses et 200 000 000 en surcharge pondérale. Désormais ¼ des adultes sont en surpoids ou obèses en 2008, alors qu'ils n'étaient que 8,8 en 1989. [8]

Dans les pays les plus pauvres, l'obésité est socialement valorisée par exemple en Mauritanie, les jeunes filles en âge de se marier sont engraisées afin d'être plus séduisantes et de maximiser leurs chances de trouver un conjoint. Contrairement aux pays développés l'obésité concerne les populations aisées, elle est par conséquent signe de réussite et de richesse. [8]

III- APPRECIATION DE LA MASSE GRASSE

III.1- Les techniques de mesure anthropométriques

III.1.1- La mesure des plis cutanés (méthode de prédilection)

La mesure du pli cutané évalue l'épaisseur de la graisse sous-cutanée. Cette technique, plus souvent réalisée car plus simple et ne prend que quelques minutes. Mais la difficulté de cette technique est la détermination de l'endroit où la relation entre l'épaisseur mesurée et le contenu en graisse serait la plus fiable. [27]

Les plis cutanés classiquement mesurés sont :

- **le pli bicipital** : après mesure de la distance entre la pointe de l'olécrane et celle de l'acromion, la peau est pincée dans le sens de la longueur du biceps, à la mi-distance calculée, en regard de la face antérieure du bras,
- **le pli tricipital** : à mi-distance calculée, dans le sens de la longueur du triceps, en regard de la face postérieure du bras.
- **le pli sous-scapulaire** : à 2 travers de doigt sous la pointe de l'omoplate, le pli cutané est formé et orienté en haut et en dedans formant un angle d'environ 45° avec l'horizontale,
- **le pli supra-iliaque** : à mi-distance entre le rebord inférieur des côtes et le sommet de la crête iliaque, sur la ligne médioaxillaire, le pli est formé verticalement. [28]

Les mesures sont réalisées par convention du côté dominant. Le pli tricipital prédit le pourcentage de masse grasse, tandis que les plis supra-iliaque et sous-scapulaire prédisent la masse grasse totale (Roche et coll., 1981). [28]

L'hypothèse de la méthode [28] est que l'épaisseur de la graisse sous-cutanée reflète la masse grasse totale de l'organisme. La détermination des plis doit être effectuée avec une pince spécialement calibrée (adiposomètre) ou un compas de type **Harpenden** ou **Lange** dont les extrémités courbées des branches pincement avec une pression constante de 10 g/mm². Elle détermine alors l'épaisseur du pli en mm sans écraser le tissu adipeux sous-cutané et est lu directement sur un cadran dont la précision est de l'ordre du 0,2 mm.

La mesure doit être réalisée par un opérateur entraîné (coefficient de variation personnel inférieur à 5 %). Outre les problèmes liés à la mesure des plis cutanés (difficile voire impossible chez les sujets présentant une obésité sévère), cette méthode présente plusieurs limites :

- ✓ celle conceptuelle liée à la mesure de densité totale qui va en propager les erreurs, voire les amplifier,

- ✓ celles liées à la localisation des plis sélectionnés et à leurs relations à la masse grasse totale. Les quatre plis décrits ci-dessus ne prennent pas en compte le tissu adipeux de la partie inférieure du corps et ont tendance à sous-estimer l'obésité gynoïde.

Ainsi donc, l'excès de masse grasse se définit par une masse grasse supérieure à 15% chez l'homme et à 25% chez la femme. Ces mesures permettent aussi d'évaluer le rapport plis cutanés du tronc/extrémités. Une valeur basse de ce rapport correspond à une répartition périphérique des graisses peu liée aux facteurs de risque cardio-vasculaires. Une valeur élevée correspond à une répartition centralisée bien corrélée aux facteurs de risque cardio-vasculaires. [27]

III.1.2- La mesure de la circonférence de la taille

Contrairement à ce qui est observé chez l'adulte, les rapports circonférence taille/hanche et circonférence taille/cuisse sont mauvais prédicteurs de la graisse viscérale chez l'enfant (étude de Bellizzi en 1999.). La répartition de la masse grasse se fait d'une façon plus androïde : accumulation au niveau du tronc et de l'abdomen de la graisse. En conséquence, seule la circonférence de la taille est recommandée chez l'enfant pour évaluer les facteurs de risque cardio-vasculaires. [28]

III.1.3- Le poids

Le poids permet une évaluation statique fondée sur le risque qu'il surévalue car il n'est pas fonction d'une définition structurelle. La notion de poids idéal théorique correspondant au risque minimum de morbidité et de mortalité n'est plus utilisée. [28]

Le poids idéal théorique se calcule grâce à la formule de Lorentz :

$$P = T - 100 - \frac{T - 150}{2} \quad \text{pour une femme}$$

$$P = T - 100 - \frac{T - 150}{4} \quad \text{pour un homme}$$

L'obésité se définit alors par un indice de corpulence : $\frac{\text{Poids réel}}{\text{Poids idéal théorique}} > 1,2$

III.1.4- L'indice de QUETELET ou Indice de Masse Corporelle

Cet indice a été créé par un statisticien et sociologue belge du XIXème siècle. Il est calculé selon le rapport poids / taille² avec une unité en kg/m². Il est constant pour des individus de même âge, de même sexe et de même constitution.

L'obésité infantile est définie actuellement de façon consensuelle sur le plan national et international à partir de l'IMC. [28]

CHAPITRE II : PHYSIOPATHOLOGIE DE L'OBESITE

I- PHYSIOPATHOLOGIE

1.1- Balance énergétique

Le bilan énergétique est la différence entre les entrées d'énergie, essentiellement alimentaires, intermittentes et les dépenses énergétiques permanentes et variables. [27]

L'obésité est le résultat d'un bilan énergétique positif, c'est-à-dire d'un apport énergétique supérieur aux dépenses, l'excédent étant alors stocké sous forme de graisse, presque exclusivement sous la forme de triglycérides dans le tissu adipeux d'où ils sont mobilisés lorsque le bilan est négatif. [28]

Ce déséquilibre énergétique est toujours dû à des ingesta excessifs, soit de manière absolue en cas d'hyperphagie, soit seulement de manière relative lorsqu'il existe une diminution des dépenses énergétiques liées à l'activité physique et/ou au niveau constitutionnellement bas du métabolisme de repos. C'est donc l'absence d'ajustement des ingesta qui est à l'origine de la surcharge pondérale. Le stockage de l'énergie supplémentaire ne peut se faire que sous forme de graisse, les capacités de stockage de l'organisme sous forme de glycogène hépatique et musculaire étant limitées, le contenu lipidique des adipocytes pouvant quasiment croître à l'infini. [28]

Par ailleurs, les graisses stockées proviennent pratiquement exclusivement de lipides ingérés puisque la lipogenèse nette à partir de glucides est négligeable chez l'homme, ce processus nécessitant beaucoup d'énergie et consommant autant d'acide gras qu'il en produit. Enfin lors d'un repas glucido-lipidique, les glucides sont préférentiellement oxydés et les lipides stockés. L'obésité est donc principalement due à un excès d'ingesta lipidique : le bilan énergétique positif est un bilan lipidique positif. [28]

1.2- Régulation de la balance énergétique

Le bilan énergétique cumulé est maintenu en équilibre grâce à des mécanismes régulateurs qui permettent de disposer de réserves à peu près constantes, c'est «l'homéostasie énergétique». Des mécanismes régulateurs biologiques comportementaux entrent en jeu afin d'ajuster surtout les prises alimentaires, les dépenses énergétiques étant moins modifiables en dehors de celles de l'activité physique. Ils tendent à corriger les écarts en plus ou en moins que produisent les circonstances extérieures mais le système de contrôle semble plus adapté pour protéger contre la perte de poids que pour protéger contre le gain de poids.

La « valeur de consigne » autour de laquelle le poids est relativement stable peut être modifiée par les caractéristiques génétiques individuelles, le stade hormonal, l'âge, l'environnement, les contraintes psychologiques ou sociales. [28]

1.3- Mécanismes de développement de l'obésité

L'obésité évolue généralement en plusieurs phases : [28]

- **la phase dynamique ascendante** est une phase de prise de poids. Elle correspond à un bilan énergétique positif, les apports excèdent les dépenses. Elle est caractéristique de la constitution de l'obésité et intervient aussi lors de l'aggravation d'une obésité préexistante ou de sa récurrence après amaigrissement. La prise de poids qui conduit à l'obésité traduit un défaut de la régulation ou une modification de la « valeur de consigne ». [28]

- **la phase statique** est une phase au cours de laquelle le poids se stabilise, spontanément ou non. Le gain de poids est constitué en moyenne par 2/3 de masse grasse et 1/3 de masse maigre. L'augmentation de la masse grasse a pour corollaire l'augmentation de la dépense de repos. De plus, les dépenses totales augmentent d'autant plus que le poids à déplacer augmente. Lors de la phase statique, le bilan énergétique est en équilibre. Le maintien du nouvel état exige des apports alimentaires augmentés sauf si les dépenses liées à l'activité physique se sont réduites. [28]

- **la phase dynamique descendante**, rarement spontanée est une phase au cours de laquelle le bilan énergétique est négatif. La perte de poids se réalise sur la masse maigre et grasse : il y aura donc une diminution de la dépense énergétique qui finira par limiter la perte de poids. [28]

II- PRINCIPAUX FACTEURS DE RISQUES DE L'OBESITE INFANTILE

L'obésité infantile apparaît comme une symptomatologie multifactorielle et complexe, qui résulte de l'interaction entre des déterminants génétiques/épigénétiques, environnementaux, comportementaux et socio-psychologiques avec de fortes variabilités interindividuelles. Pour autant, l'obésité chez l'enfant comme chez l'adulte est quasi systématiquement associée à un déséquilibre de la balance énergétique, les apports caloriques via l'alimentation étant supérieurs aux dépenses énergétiques liées à l'activité physique. Un déséquilibre mineur de la balance énergétique de l'ordre de 100 kcal/j conduit à une prise de poids annuelle de 5 kg susceptible d'engendrer au fil du temps une obésité.

A l'inverse, la promotion d'une alimentation moins énergétique associée à une diminution

de la sédentarité au profit de l'activité physique apparaissent comme des leviers majeurs pour la prévention et le traitement de l'obésité infantile. [28]

II.1- Facteurs de risques génétiques et épigénétiques

✓ Facteurs génétiques

Si l'obésité n'est qu'exceptionnellement déterminée par les seuls facteurs génétiques, il est aujourd'hui admis que certaines **prédispositions familiales** augmentent le risque d'obésité, en association avec d'autres facteurs de risque. L'analyse des antécédents familiaux mettent en évidence cette composante génétique de l'obésité : on sait par exemple qu'un antécédent familial de surpoids ou de diabète est corrélé à un risque accru de surpoids à l'âge de 4 ans. [28]

Un grand nombre d'études ont été réalisées depuis le milieu des années 90, et notamment au cours de 5 dernières années, pour tenter d'identifier les gènes humains impliqués dans l'obésité. Ces travaux ont permis de créer, année après année, une cartographie actualisée des « gènes de l'obésité » et d'objectiver plus précisément le poids réel des facteurs génétiques dans l'étiologie de l'obésité. Par contre, l'implication d'un facteur de risque génétique de l'obésité a été démontrée dans 426 études portant au total sur 127 gènes. [28]

✓ Facteurs épigénétiques

Le terme épigénétique désigne l'ensemble des modifications chimiques qui affectent le génome et modulent l'état de transcription des gènes. Ces modifications sont héréditaires au cours des divisions cellulaires mais n'impliquent aucun changement de la séquence d'ADN.

Des études récentes indiquent que des **modulations épigénétiques** délétères liées à l'environnement fœtal et post-natal pourraient influencer de manière significative le risque d'obésité durant l'enfance mais également à l'âge adulte. [28]

II.4- Facteurs de risques alimentaires [27] [28]

Dès la vie intra-utérine, puis au cours de l'enfance, des facteurs alimentaires délétères ou au contraire protecteurs sont susceptibles de moduler le risque d'excès pondéral chez l'enfant.

✓ Facteurs alimentaires précoce (avant 1an)

L'allaitement maternel pourrait exercer un effet protecteur sur l'obésité infantile. Dans une méta-analyse de 2004 comparant des enfants ayant été allaités plus de 6 mois et

des enfants non allaités, quatre études mettent en évidence un effet dose-réponse de la durée de l'allaitement sur la prévention de l'obésité. Les facteurs impliqués dans cet effet protecteur pourraient reposer sur un meilleur apprentissage de la satiété par l'allaitement, sur un rôle bénéfique de la composition du lait maternel (contenu en protéines, nature des acides gras, leptine), ou encore sur une moindre insulino-sécrétion après allaitement maternel par rapport à un lait artificiel. Cependant, l'association entre allaitement maternel et diminution du risque d'obésité n'est pas toujours vérifiée après ajustement sur les facteurs de confusion. [28]

Dans une étude d'intervention de grande envergure, l'augmentation de la durée de l'allaitement maternel et l'augmentation de l'allaitement maternel exclusif n'avait pas d'effet sur l'adiposité, la croissance staturale, ou la pression artérielle de 6 à 5 ans. L'effet de l'allaitement maternel pourrait n'intervenir qu'à partir de 6 mois d'allaitement.

✓ **Facteurs de risques alimentaires durant l'enfance (après 1 an)**

Les évolutions rapides des comportements et des consommations alimentaires sont actuellement considérées comme des déterminants majeurs du surpoids et de l'obésité. La *déstructuration des rythmes alimentaires* peut contribuer au déséquilibre énergétique en cause dans l'étiologie du surpoids. Un nombre croissant d'enfants et d'adolescents mais aussi d'adultes ne prennent pas de petit déjeuner, ce qui a été positivement associé à une augmentation de l'IMC. Par ailleurs, l'augmentation du grignotage constituerait un autre élément de la déstructuration des rythmes alimentaires pouvant augmenter le risque de surpoids, en favorisant la consommation d'aliments denses en énergie. [28]

II.5- Facteurs de risque socio-économique, éducatifs et culturels

Dans la plupart des pays occidentaux, la fréquence du surpoids et de l'obésité des enfants diffère de façon importante selon le niveau socio-économique des parents, probablement en raison d'une plus faible activité physique, d'une plus forte sédentarité, d'un plus grand déséquilibre alimentaire, et de caractéristiques socio-éducatives et culturelles moins favorables dans les populations les moins favorisées. [23]

Dans certaines études, le niveau d'éducation des parents est le facteur socio-éducatif le plus associé à l'obésité infantile. [21]

Enfin, l'augmentation importante de l'obésité ne doit pas masquer une autre problématique de santé publique, à savoir l'**anorexie**. Si sa prévalence est largement inférieure à celle du surpoids à l'heure actuelle, sa constante augmentation, son étiologie et

ses conséquences en termes de morbidité et de mortalité en font une préoccupation croissante des professionnels de santé. [40]

Cependant, les niveaux de sédentarité et d'activité physique s'évaluent respectivement par la mesure du temps d'écran par 24 h et du temps d'activité par 24 h. En outre, la sédentarité peut également être le marqueur de la déstructuration des rythmes alimentaires, comme démontré dans l'étude Early Childhood Longitudinal Study-Kindergarten Cohort.

III- CONSEQUENCES PHYSIOLOGIQUES DE L'OBESITE

Les personnes obèses ont en général plus de difficultés à se mouvoir, ressentent de la fatigue, un essoufflement au moindre effort et dans certains cas, l'obésité conduit à une surmortalité précoce. La relation obésité/mortalité est significative chez les sujets jeunes et jusqu'à 50 ans. [29]

Ainsi on différencie les conséquences physiologiques, psychologiques et sociales qui résultent de l'obésité.

III.1- Complications cardiovasculaires

Le risque vasculaire se décompose en plusieurs parties [25]:

✓ **L'hypertension artérielle (HTA)** est 5 fois plus fréquente chez les personnes obèses et touche environ un obèse de plus de 30 ans sur quatre. Elle commence très tôt (vers 35 ans), et devrait apparaître encore plus précocement dans les années à venir, en raison de l'augmentation de l'obésité chez les enfants. Un tiers des personnes obèses est hypertendu.

✓ **Les accidents vasculaires cérébraux**, liés à l'occlusion d'une artère irriguant le cerveau, ils touchent généralement les personnes de plus de 60 ans, mais davantage les obèses. L'obésité multiplie par deux à quatre fois ces risques. C'est l'obésité androïde qui accroît surtout ce risque, il est quatre fois plus fréquent que chez le patient de forme gynoïde.

✓ **L'insuffisance coronarienne** menant à des cardiopathies coronariennes mais aussi les pathologies vasculaires périphériques. Des insuffisances veineuses des membres inférieurs amenant à des risques de phlébites et de varices jusqu'à l'embolie pulmonaire augmentent avec l'âge et l'obésité. Elles touchent davantage les obésités gynoïdes.

III.2- Complications respiratoires

Les personnes obèses présentent souvent des troubles de la ventilation par un travail ventilatoire accru, une consommation d'oxygène et une production de CO₂ plus élevée, une dyspnée d'effort (essoufflement en montant les escaliers, en marche rapide...) et une apnée du sommeil considérée comme grave (pause respiratoire de quelques minutes pendant le sommeil). [25]

Ce syndrome d'apnée du sommeil est associé à un taux de mortalité élevé. Il est lié à un envahissement du diaphragme et des espaces pulmonaires par de la graisse. Il a pour complication préoccupante l'hypertension artérielle pulmonaire. [25]

On a également un risque d'hypoxémie fréquent : diminution du rapport ventilation-perfusion aux bases pulmonaires et des échanges gazeux. [27]

Le gain de poids a également été associé à une augmentation de l'incidence de maladies telles que l'asthme, la maladie pulmonaire obstructive chronique mais aussi le syndrome obésité hypoventilation-alvéolaire. Le tabagisme accentue davantage ces risques.

III.3- Complication métaboliques et endocriniennes: diabète et hypercholestérolémie

✓ **Diabète non insulino-dépendant (DNID):** Il s'agit du diabète de type II qui caractérise l'altération du métabolisme du glucose par une insulino-résistance et une diminution de la tolérance au glucose surtout pour la forme intra-abdominale. Il est caractérisé par une hyperglycémie chronique : glycémie à jeun supérieure à 1,40 g/l à 2 reprises. Le risque de développer un diabète pour un obèse est multiplié par 8 par rapport à une personne normale.

Cette complication n'est pas à négliger puisque un obèse sur trois devient diabétique et 80% des diabétiques de type II sont obèses ou en surpoids. [28]

✓ **Hypercholestérolémie:** Ce risque est cinq fois supérieur chez les personnes obèses. Il y a une augmentation du cholestérol sanguin avec une élévation de mauvais cholestérol (LDL) et une diminution du bon cholestérol (HDL) qui protège contre les maladies notamment cardiovasculaires. On peut noter dans certains cas, l'élévation des triglycérides plasmatiques (augmentation des graisses circulantes) appelée dyslipidémie et augmentant les risques vasculaires et cardiaques. [28]

III.4- Risques ostéo-articulaires et rhumatismales

Les obèses souffrent souvent d'une souffrance au niveau des articulations ou même de déformations osseuses, touchant particulièrement les genoux (ex: genou en valgum), les hanches ou encore une modification de la statique de la colonne vertébrale comme une antéversion du bassin entraînant à force après 50 ans des hyperlordoses lombaires compensatrices ou des cyphoses dorsales. [28]

Ils souffrent souvent d'arthroses au niveau des genoux (gonarthrose touchant une femme obèse sur deux) dues à la surcharge pondérale qui s'exerce sur leurs articulations. La lombalgie est aussi plus fréquente. D'autres souffrent de hernies discales dues à des lumbagos répétés et des sciaticues. On peut aussi noter des atteintes ligamentaires et des complications orthopédiques ainsi que des crises de gouttes plus fréquentes d'û à une hyperuricémie. [28]

IV- REFERENCES ET RECOMMANDATIONS

IV.1- Courbe de poids/taille

Le comité OMS d'experts recommande d'utiliser les courbes de poids selon la taille, établies depuis 1995 par le National Center For Health Statistics (NCHS) de 0 à 10 ans pour les filles et de 0 à 11,5 ans pour les garçons. [28]

Ces courbes permettent de remarquer des variations même modestes de poids.

IV.2- Indice de Masse Corporelle : IMC

A partir des données françaises de l'étude internationale de la croissance, la France a publié des courbes de référence de l'IMC en 1982 établies par M.-F. Rolland-Cachera. Ces courbes se présentent sous la forme de 7 rangs de percentiles (allant du 3^{ème} au 97^{ème} percentile), distribuées selon le sexe. Les valeurs de 0 à 22 ans ont été reportées dans le carnet de santé des enfants français à partir de 1995. Elles restent, pour l'usage clinique en pratique courante, les courbes de référence en France. [28]

✓ Courbe d'IMC de M.-F.Rollande-Cachera[53]

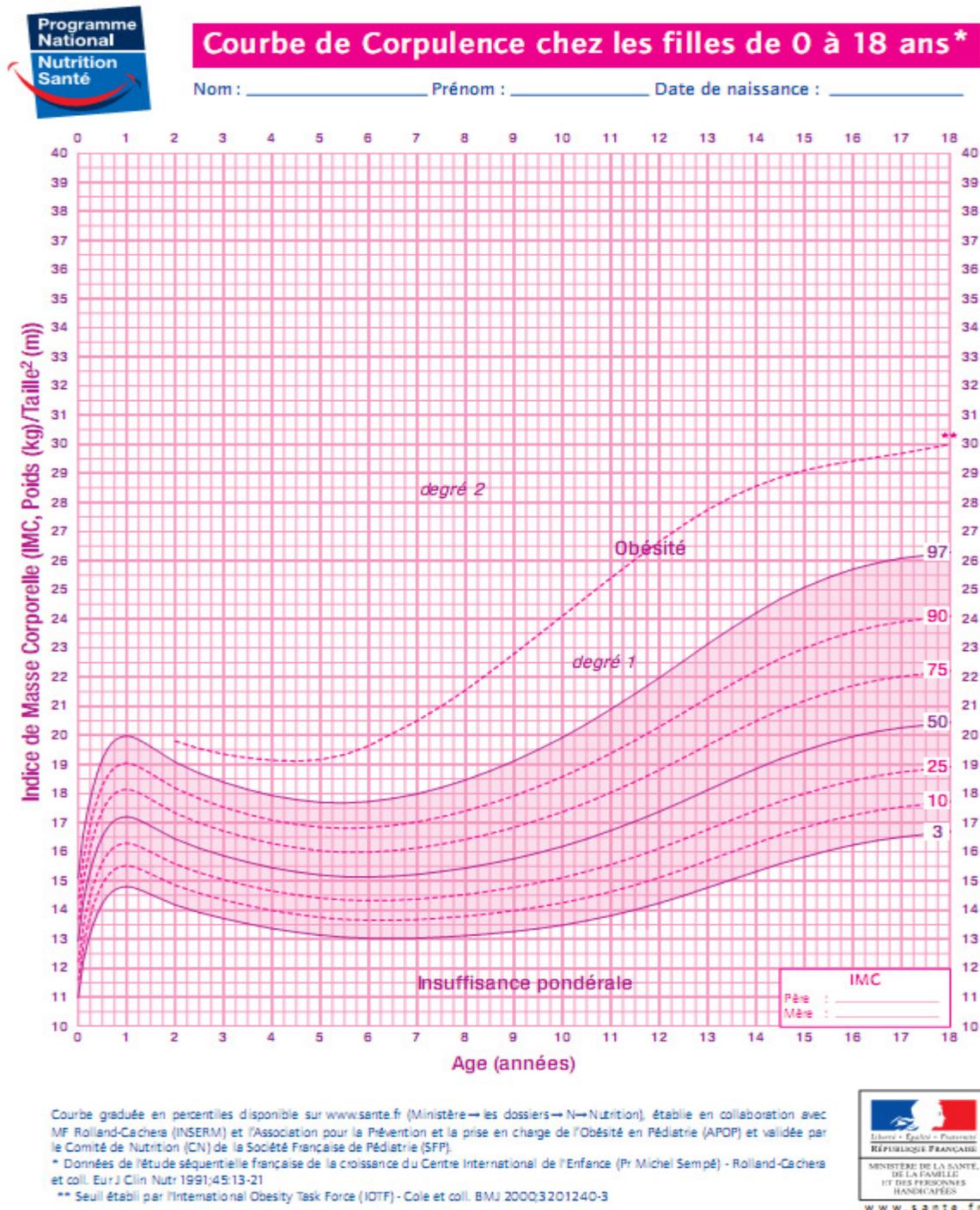
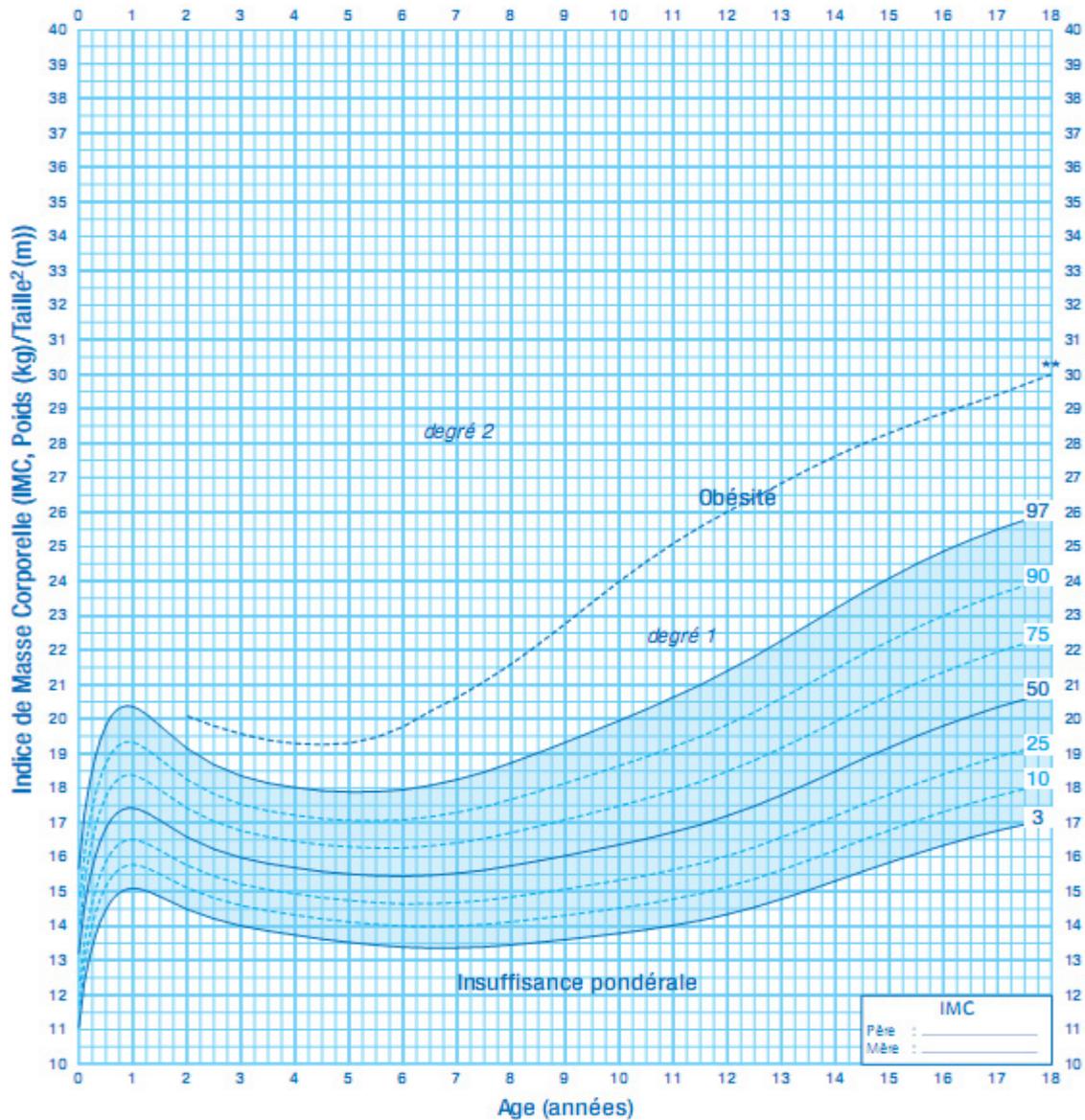


Figure II : Evolution de l'Indice de masse corporelle chez la fille



Courbe de Corpulence chez les garçons de 0 à 18 ans*

Nom : _____ Prénom : _____ Date de naissance : _____



Courbe graduée en percentiles disponible sur www.sante.fr (Ministère → les dossiers → N → Nutrition), établie en collaboration avec MF Rolland-Cachera (INSERM) et l'Association pour la Prévention et la prise en charge de l'Obésité en Pédiatrie (APOP) et validée par le Comité de Nutrition (CN) de la Société Française de Pédiatrie (SFP).

* Données de l'étude séquentielle française de la croissance du Centre International de l'Enfance (Pr Michel Sempé) - Rolland-Cachera et coll. Eur J Clin Nutr 1991;45:13-21

** Seuil établi par l'International Obesity Task Force (IOTF) - Cole et coll. BMJ 2000;320:1240-3



Figure III : Evolution de l'Indice de masse corporelle chez le garçon

Le comité d'experts de l'OMS a proposé une définition du surpoids et de l'obésité de l'adulte et de l'enfant en utilisant des valeurs seuils d'IMC établies à partir de données statistiques reliant l'IMC au taux de mortalité. Elles sont recommandées de 9 à 24 ans en association avec les courbes de poids/taille de 0 à 10 ans. Cette définition complexe est peut utilisée. En effet, elle fait appel à différentes méthodes et différents indicateurs selon l'âge, ce qui ne facilite pas son utilisation. [28]

✓ **Evolution de l'IMC**

Le BMI évolue en phases qui représentent l'évolution de la masse grasse au cours de l'enfance, autrement dit l'adiposité :

- 1- augmentation du BMI pendant la première année jusqu'à 1 an environ.
- 2- à partir d'un an, diminution du BMI jusqu'à 6 ans environ.
- 3- à partir de 6 ans, augmentation de nouveau du BMI. [28]

Chez les jeunes enfants, l'utilisation des courbes est particulièrement utile ; en effet, la plupart ne resteront pas dans le même canal de corpulence au cours de leur croissance. Il faut donc rester vigilant et s'intéresser à l'aspect dynamique de la courbe. De plus, vers 6 ans, du fait des variations physiologiques de la corpulence, l'impression clinique peut parfois être trompeuse, à cet âge, les enfants de corpulence normale paraissent minces. [28]

✓ **Rebond d'adiposité**

Le rebond d'adiposité est le moment où la courbe d'IMC remonte après la période de diminution. C'est un paramètre qui permet de déterminer le risque de survenue de l'obésité. En effet, l'âge du rebond d'adiposité prédit l'adiposité à l'âge adulte : plus il est avancé, plus le risque de devenir obèse est élevé. [28]

Un rebond d'adiposité précoce a été retrouvé chez pratiquement tous les enfants obèses. Une étude de Rolland-Cachera réalisée à l'hôpital Necker Enfants Malades, publiée en 1994 effectuée sur 62 enfants obèses, a montré que 97% des enfants ont eu un rebond d'adiposité avant 6 ans au lieu de 50% dans une population normo-pondérée 55% des enfants ont même eu un rebond d'adiposité très précoce avant 3 ans.

Le caractère transitoire des obésités au début de la vie est un élément à prendre en compte. Avant 8 ans, la prédictibilité du niveau de corpulence est assez faible. Après 8 ans, la majorité des enfants suivra un état régulier, ce qui peut nous permettre de prédire l'évolution vers l'obésité. Il est intéressant de noter que plus le rebond d'adiposité est précoce, plus l'âge osseux est avancé. C'est l'indicateur d'une accélération de croissance tout comme de l'avancée d'une maturation. [28]

✓ **Les limites de l'IMC**

Au niveau individuel, l'IMC est avant tout un indice de corpulence ne renseignant qu'imparfaitement sur la composition corporelle (masse grasse, masse maigre). Il ne permet pas d'évaluer la répartition du tissu adipeux, autre variable à prendre en compte dans le développement des complications. [28]

L'IMC ne rend pas compte de l'importante hétérogénéité du « syndrome » obésité, à la fois dans ses facteurs déterminants et ses conséquences.

Le BMI semble médiocre dans le dépistage d'enfants en surpoids (évaluation de la sensibilité : de 0,60 à 0,78 chez les filles, de 0,71 à 0,82 chez les garçons et de la spécificité : de 0,93 à 0,95). [28]

CHAPITRE III : RAPPEL SUR L'ACTIVITE PHYSIQUE

I- RAPPEL DE QUELQUES ELEMENTS PHYSIOLOGIQUES

I.1- Fréquence cardiaque (FC)

La fréquence cardiaque désigne le nombre de battements par minute (BPM) nécessaire au cœur pour pomper le sang à travers tout l'organisme.

Le calcul de la fréquence cardiaque s'effectue par la prise du pouls (perception de l'artère battante) plus facilement perception au niveau des grosses artères carotide (cou) et fémorale étant les pouls centraux et aussi du poignet (l'artère radiale). Le principe est simple, il suffit d'utiliser les doigts autres que le pouce, car une artère passe à l'extrémité du pouce et le (pouls de pouce) peut perturber la mesure.[10]

I.1.1- Fréquence cardiaque au repos

La fréquence cardiaque au repos (FCR) détermine en partie la condition physique en générale du cœur. Pour la calculer il suffit de prendre son pouls au lever, pendant 10 secondes, au niveau du cou, ou au niveau du poignet, puis de multiplier le chiffre obtenu par 6. [7]

Le résultat oscille en général entre 60 à 80 battements par minute. Chez les grands sportifs qui s'entraînent beaucoup, ce chiffre est assez bas. La FCR est plus élevée chez les enfants que chez les adultes. [7]

Attention cependant, un cœur battant lentement n'est pas signe d'une bonne santé, en particulier cardiaque. [4]

Ainsi le cœur bat plus lentement en cas de baisse de fonctionnement anormale de la glande thyroïde (hypothyroïdie). Autre exemple : une fréquence cardiaque basse chez une personne d'un certain âge et qui n'est pas particulièrement sportif, peut être due à un trouble de la conduction électrique (bloc auriculo-ventriculaire) qui sera diagnostiqué chez le cardiologue en effectuant un électrocardiogramme, voir d'autres examens. [7]

I.1.2- Fréquence cardiaque maximum

C'est la vitesse maximale à laquelle le cœur peut battre en une minute. On la calcule en soustrayant son âge en année à 220. Ainsi, la FCM d'une personne de 25 ans est égale à 195. Il s'agit d'une évaluation moyenne qui varie bien sûr d'une personne à l'autre. Par mesure de sécurité, si on se lance dans un sport et que l'on souhaite atteindre sa fréquence cardiaque maximale, il est recommandé d'en parler avant à son médecin, si l'on a un certain âge ou que l'on soit fumeur, sédentaire... ; la méthode la plus simple pour mesurer la

fréquence cardiaque est le cardiofréquencemètre. [10] [18]

1.2- Pression artérielle (PA)

La pression artérielle [10] encore appelée tension artérielle est la pression ou la force que le sang exerce sur les parois des artères, la tension résulte de la pression et de l'élasticité de la paroi. L'unité internationale de mesure de la pression artérielle est le pascal (Pa). En dépit de cela ; la pression artérielle est souvent mesurée en mercure (cm Hg), parfois en millimètre de mercure (mm Hg). Nous pouvons de ce fait exprimer la pression en deux mesures :

1.2.1- La pression artérielle systolique (PAS)

La période au cours de laquelle le cœur se contracte pour chasser le sang est appelée systole en ce moment précis les quatre chambres du cœur connaissent une systole et une diastole pour que le sang propulse à travers le système cardio-vasculaire.

Lors de la systole, les ventricules remplis lors de la diastole, se contractent mais sans changer de volume, c'est la contraction isovolumétrique. Elle permet une augmentation de la pression des cavités ventriculaires, et quand les valves s'ouvrent le sang est envoyé dans les artères: c'est l'éjection systolique. [18]

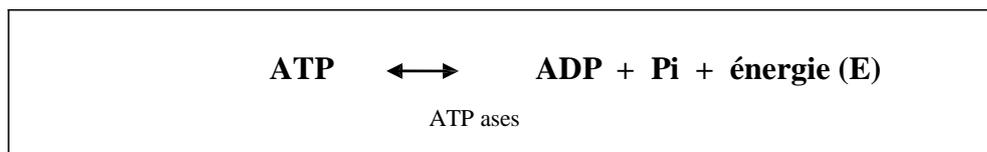
1.2.2- La pression artérielle diastolique

La diastole est la période au cours de laquelle le cœur se relâche après s'être contracté. On parle de diastole ventriculaire quand les ventricules se relâchent. Au cours de la diastole ventriculaire, la pression dans les ventricules (gauches et droit) s'abaisse par rapport au pic qu'elle avait atteint au cours de la systole. Lorsque la tension du ventricule gauche s'abaisse en dessous de celle de l'oreillette gauche, la valvule mitrale s'ouvre, et le ventricule se remplit du sang qui s'était accumulé dans l'oreillette gauche. [10]

II- RAPPEL SUR LES PROCESSUS BIOCHIMIQUES DE L'ACTIVITE PHYSIQUE MUSCULAIRE

II.1- Sources énergétiques

Les contractions musculaires à l'origine des mouvements corporels nécessitent beaucoup d'énergie. Cette énergie est fournie par l'Adénosine Triphosphate (ATP), qui est la seule forme d'énergie chimique utilisable par les protéines contractiles pour produire de l'énergie mécanique. [19] La dégradation (hydrolyse) de l'ATP permet donc de fournir de l'énergie mécanique grâce à la rupture de la liaison phosphate (environ 7 kcal) :



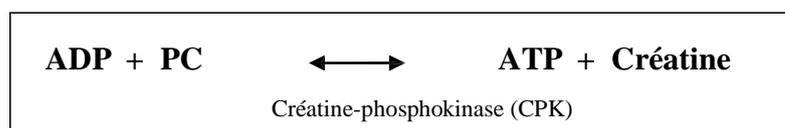
Néanmoins, les réserves intramusculaires d'ATP sont très limitées (environ 5 mmol par kg de muscle frais) et permettent seulement de réaliser par exemple un exercice de 2 secondes à 70% de la VO_2 max, ou une détente verticale. Il existe donc des mécanismes qui permettent de synthétiser à nouveau l'ATP à partir d'autres sources d'énergie. Ces mécanismes sont au nombre de trois:

- Métabolisme anaérobie alactique,
- Métabolisme anaérobie lactique,
- Métabolisme aérobie.

Ces trois filières possèdent des caractéristiques distinctives de puissance (quantité d'énergie disponible par unité de temps = taux de resynthèse d'ATP par unité de temps), de capacité (quantité totale d'énergie pouvant être libérée = quantité totale d'ATP resynthétisée), d'inertie (rapidité de mise en place), et de récupération (vitesse de resynthèse des substrats et d'élimination des éventuels déchets). [14,19]

- **Métabolisme anaérobie alactique :**

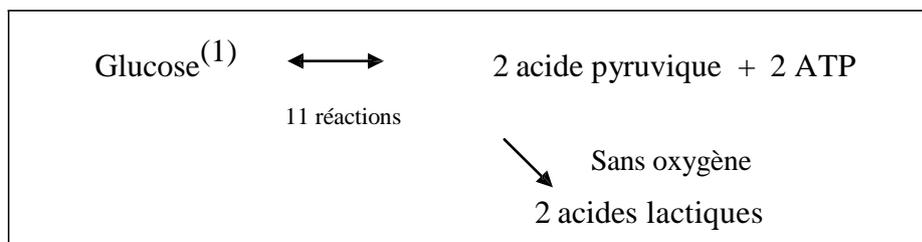
Elle est ainsi dénommée car elle ne nécessite pas d'oxygène et ne s'accompagne pas de la formation d'acide lactique. En plus de l'ATP, le muscle possède des réserves de phosphocréatine (PC) qui s'élèvent à 20 mmol/kg de muscle frais (soit environ 400 mmol si la masse musculaire impliquée dans l'exercice est de 20 kg, ce qui équivaut à une énergie de 16,7 kJ). [14,19] La dégradation de la phosphocréatine libère de l'énergie (au moins autant que l'ATP), ce qui permet de synthétiser à nouveau de l'ATP :



- **Métabolisme anaérobie lactique ou glycolyse anaérobie:**

Elle est ainsi dénommée car elle ne nécessite pas d'oxygène et s'accompagne de la formation d'acide lactique. L'énergie provient d'une dégradation du glycogène musculaire ou du glucose sanguin (dans le cytoplasme de la cellule). La dégradation

du glucose conduit à la formation d'acide pyruvique et la formation de 2 ATP. Comme l'acide pyruvique ne peut s'accumuler dans l'organisme, soit il y a suffisamment d'oxygène et il est oxydé (filière aérobie), soit il n'y a pas d'oxygène en quantité suffisante et il est réduit en acide lactique. L'accumulation progressive d'acide lactique provoque une diminution des pH musculaire et sanguin (par une accumulation de protons H^+) qui elle-même provoque une fatigue musculaire précoce. [14] [19]

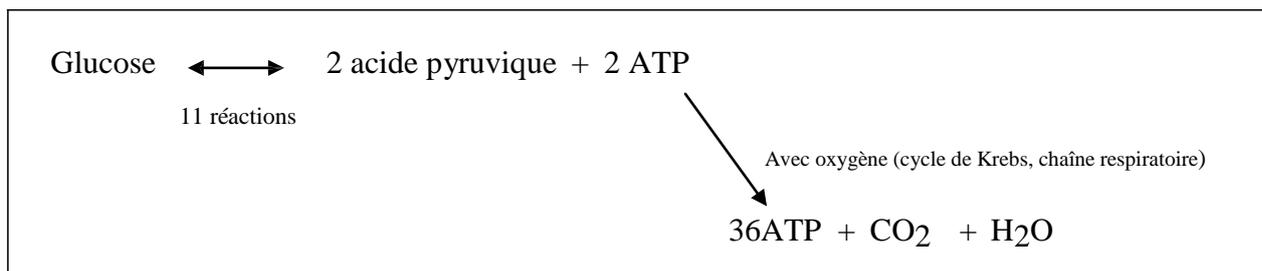


(1) la dégradation du glycogène musculaire conduit à la formation de 3 molécules d'ATP pour une molécule de glycogène.

- **Métabolisme aérobie ou glycolyse aérobie :**

Elle est ainsi dénommée car elle nécessite un approvisionnement en oxygène. La dégradation du glycogène, en présence d'oxygène, se poursuit après le stade de l'acide pyruvique par un passage dans le cycle de Krebs et la chaîne respiratoire (dans les mitochondries de la cellule). Au contraire du processus anaérobie où seul le glucose peut être utilisé, la filière aérobie peut aussi métaboliser les lipides (sous la forme d'acides gras) et dans certaines conditions extrêmes les protéines (les acides aminés en cas d'effort prolongé lorsque les stocks de glycogène sont fortement diminués). [14] [19]

Le bilan énergétique de l'oxydation des glucides est nettement plus favorable que celui de la glycolyse anaérobie : 38 molécules d'ATP par molécule de glucose au lieu de 2 (39 à partir du glycogène contre 3 pour la glycolyse anaérobie). L'inconvénient réside dans le fait que l'organisme ne peut apporter de l'oxygène à volonté au niveau musculaire (limitation appelée consommation maximale d'oxygène ou $VO_2 \text{ max}$). [19]



II.2- Consommation maximale d'oxygène (VO_{2max})

La VO₂ correspond à la quantité d'oxygène qu'un individu consomme en une minute pour produire de l'énergie. La VO_{2max} ou consommation maximale d'oxygène se décrit comme l'aptitude maximale de l'individu à capter l'oxygène, à le transporter et à l'utiliser au niveau musculaire. [7]

- Modes d'expression unitaire de la VO_{2max}

Il se mesure en litre par minute mais il est plus aisé de l'exprimer en ml d'O₂ par kilogramme de poids corporel et par minute (ml O₂/kg/mn). [7]

La formule ci-dessous permet d'extrapoler la VO_{2max} en fonction de la VMA :

$$\text{VO}_{2\text{max}} (\text{ml} \cdot \text{min} \cdot \text{kg}^{-1}) = 3.5 \times \text{VMA} (\text{km} \cdot \text{h}^{-1})$$

II.3- Méthode d'évaluation de l'aptitude physique

II.3.1- Evaluation de la vitesse maximale aérobie (VMA)

La VMA est l'intensité de travail exprimée en km/h qu'un coureur développe au cours d'un effort dont la dépense énergétique correspond à la consommation d'oxygène maximale ou puissance maximale aérobie (PMA). [7]

II.3.2- Différents tests de terrain

Les tests d'exploration du métabolisme énergétique peuvent être subdivisés en tests directs et tests indirects.

Les tests directs sont souvent considérés comme valides par définition. La validité des tests indirects est donc souvent appréciée en comparant leurs résultats avec ceux d'un test direct. [7]

❖ Mesures directes de la consommation maximale d'oxygène

En fait, c'est le prélèvement maximal d'oxygène qui est mesuré et non pas la consommation maximale d'oxygène. En pratique cette distinction n'est pas fondamentale lorsque les mesures sont réalisées en état stable car il existe peu de réserve d'oxygène dans l'organisme et la quasi-totalité de l'oxygène prélevé par l'organisme est utilisée dans des réactions de combustion. [7] [14]

✓ Tests triangulaires et rectangulaires

Les protocoles de mesure de VO_{2max} peuvent être subdivisés en protocoles triangulaires et rectangulaires. [7]

Dans les protocoles triangulaires, la puissance d'exercice croît par paliers de 1 à 4 minutes sans repos entre les différents paliers jusqu'à l'atteinte d'un plateau de VO_2 ou jusqu'à l'épuisement du sujet. Le VO_2 est mesurée en continu ou à la dernière minute des paliers. La puissance des paliers croît de 20 à 50 W sur ergocycle ; sur tapis roulant soit la vitesse est augmentée de 1 ou 2 $km.h^{-1}$, soit la pente est accentuée de 2 ou 3%. [7]

Dans les protocoles rectangulaires, le sujet réalise une série d'exercices de 5 à 6 min à puissance constante. Des intervalles de récupération de 3 à 10 min séparent généralement les différents exercices mais, dans le cadre d'études expérimentales, cet intervalle peut dépasser la journée. [7]

Si le plateau de consommation d'oxygène semble plus net dans les protocoles rectangulaires, les différences de VO_2 mesurées avec les protocoles rectangulaires et triangulaires sont peu importantes. Aussi, les épreuves triangulaires sont généralement utilisées pour des raisons de commodité et de rapidité d'obtention des résultats. [7]

❖ Mesure indirecte de la consommation maximale d'oxygène

Les épreuves destinées à l'estimation indirecte de VO_2 max peuvent être subdivisées en épreuves maximales et épreuves sous-maximales. Toutes ces épreuves possèdent à des degrés divers les mêmes sources d'imprécision :

- l'incertitude sur le coût énergétique individuel de l'exercice est la principale source d'erreur,
- la participation plus ou moins importante du métabolisme anaérobie est une deuxième source d'imprécision de la prédiction de VO_{2max} dans les tests où le sujet réalise un exercice maximal,

- l'incertitude sur la fréquence cardiaque maximale dans le cas des tests sous-maximaux,
- l'incertitude sur le caractère maximal de l'exercice chez des sujets peu motivés dans le cas des épreuves indirectes maximales. [7]

✓ **Epreuves indirectes sous-maximales sur ergocycle**

Les épreuves indirectes sont fondées sur la mesure d'une fréquence cardiaque à l'état stable d'un exercice sous-maximal. Ces exercices sous-maximaux consistent généralement soit en un exercice de pédalage sur ergocycle, soit en la montée d'une marche (step-test). La durée de ces exercices est suffisante (5 min et plus) pour qu'un état relativement stable se soit installé. La puissance d'exercice doit être suffisamment sous-maximale pour que le métabolisme aérobie assure la quasi-totalité de la demande énergétique. [7] [14]

✓ **Epreuve d'Astrand-Ryhming (1954)**

Cette méthode [7] d'estimation indirecte de VO_{2max} est la plus connue de toutes. Elle est fondée sur les deux hypothèses suivantes :

- il existe une relation linéaire entre la fréquence cardiaque et la consommation d'oxygène pour les exercices sous-maximaux. Statistiquement, à un pourcentage donné de la consommation maximale d'oxygène correspond, à l'état stable, une fréquence cardiaque. Ainsi, chez l'homme adulte, 128 battements par minute à l'état stable correspondent à 50% de VO_{2max} et 154 battements par minute à 70% de VO_{2max} . Ceci peut être présenté sous la forme d'une équation :

$$\% VO_{2max} = 0,77 Fc - 48,6$$

L'épreuve consiste donc à faire pédaler le sujet pendant 6 min à une puissance constante (pour des sujets moyens, 150 W pour les hommes et 100 W pour les femmes). La fréquence cardiaque est mesurée pendant la dernière minute quand l'état est considéré comme stable. La fréquence cardiaque doit être au minimum de 130 bpm.

Un nomogramme (Astrand & Ryhming, 1954 ; Astrand & Rodahl, 1973) dispense l'utilisateur des calculs de dépense énergétique et de pourcentage de VO_{2max} et donne rapidement la VO_{2max} prédite. [7]

De plus, la relation entre fréquence cardiaque et pourcentage de VO_{2max} est différente chez l'enfant et chez l'adulte (Bedu et all., 1985 ; Vidalin et all., 1989) :

$$\text{Fc} = 1,126\% \text{VO}_{2\text{max}} + 90,3 \text{ (enfant de 10-12 ans)}$$

La variabilité des fréquences cardiaques maximales est une des causes de variation de la relation fréquence cardiaque-pourcentage de VO_2 max. Dans l'étude d'Astrand & Ryhming (1954) la fréquence cardiaque maximale était de 195 bpm. Cette fréquence est nettement supérieure à celles observées chez les sujets âgés. C'est pourquoi, Astrand Ryhming proposa une table de facteurs de correction qui tient compte de la fréquence cardiaque maximale réelle ou théorique selon l'âge. Il existe une corrélation significative entre la prédiction et la valeur réelle de $\text{VO}_{2\text{max}}$. L'écart type de la prédiction de $\text{VO}_{2\text{max}}$ à partir du nomogramme est de 15%, même en tenant compte du facteur de correction. [7]

✓ Epreuve de Fox

Fox (1973) a proposé une méthode simple de prédiction de la VO_2 max fondée sur une équation linéaire entre la VO_2 max directe et la fréquence cardiaque mesurée à la 5^{ème} minute de pédalage à la puissance unique de 150 W. L'équation est la suivante:

$$\text{VO}_{2\text{max}} \text{ prédite} = 6,3 - 0,0193 \cdot \text{Fc}$$

Cette méthode donne des valeurs prédites inférieures à celles du nomogramme d'Astrand Ryhming pour les fréquences cardiaques inférieures à 139 bpm à la 5^{ème} min d'exercice et des $\text{VO}_{2\text{max}}$ prédites plus élevées pour les fréquences cardiaques supérieures à 139 bpm. Cette formule ne semble avoir été validée que pour des VO_2 max comprises entre 2,4 et 4,35 $\text{L}\cdot\text{min}^{-1}$, la valeur prédite devrait être systématiquement sous-estimée. [7]

• Epreuves indirects maximales

La plupart de ces épreuves sont réalisées sur le terrain et consistent généralement soit en des tests de performance maximale en course à pied sur une distance imposée ou une durée donnée, soit en tests d'intensité progressive menés jusqu'à épuisement. [7]

L'incertitude sur la fréquence cardiaque maximale des épreuves indirectes sous-maximales est remplacée par l'incertitude sur le caractère maximal de l'épreuve. A la différence des épreuves sous-maximales, une motivation suffisante est indispensable dans ces épreuves maximales. Le risque pour la santé de ces épreuves est théoriquement non négligeable lorsqu'elles sont imposées à une population non sélectionnée.

✓ Tests de performance en course à pied (Cooper, 1968)

Le test le plus couramment utilisé est le test de Cooper (1968) qui consiste à parcourir la distance la plus longue en 12 min. Les sujets peuvent courir et marcher pendant l'épreuve, seule compte la distance maximale parcourue. La valeur de la VO_{2max} (en ml/kg.min) prédite à partir de la distance (en mètres) est donnée par l'équation suivante:

$$\text{VO}_{2max} = 0,022 \text{ distance} - 10,39$$

Les résultats de cette épreuve sont significativement et positivement corrélés avec les valeurs de VO_{2max} mesurées sur tapis roulant avec pente (Cooper, 1968 ; Barrault, 1976; Fouillot et al., 1976). Cependant, les études qui corrélèrent par la suite les performances lors du test de Cooper avec VO_{2max} directe proposent des équations différentes selon la population étudiée.

Ainsi pour la population d'athlètes entraînés de l'étude de Barrault (1976), l'équation proposée est la suivante :

$$\text{VO}_{2max} = 0,011 D + 21,90 \quad (r = 0,76)$$

L'hypothèse à l'origine de ce test est que la durée de 12 min correspond au temps de maintien maximal de la puissance maximale aérobie. Ceci n'est probablement vrai que pour les athlètes de haut niveau très entraînés en endurance. Dans l'étude de Barrault (1976), la dépense énergétique pendant le test de Cooper a été estimée à partir de l'abaque de Margaria. Le pourcentage de VO_2 max correspondant à la vitesse du test de Cooper était compris entre 70 et 99% selon les sujets. [7]

En plus de celles concernant les épreuves indirectes maximales, les critiques concernant plus particulièrement le test de Cooper et les tests de performance sont les suivantes :

- le coût énergétique de la marche est inférieur à celui de la course pour les vitesses inférieures à 7 km.h^{-1} . Une même distance parcourue correspond donc à des dépenses énergétiques différentes selon qu'elle est réalisée uniquement en courant ou que le sujet a alterné course et marche ;
- la capacité maximale anaérobie doit influencer la performance ;
- la meilleure performance possible sur la distance ou encore la durée imposée

correspond à une vitesse optimale de course. Cette vitesse optimale est a priori inconnue chez le sujet qui n'a jamais été testé ;

- il est indispensable que les sujets soient très motivés pour que la performance soit valide. L'épreuve peut rapidement devenir psychologiquement très difficile ;
- des décès sont survenus au décours de l'épreuve. [7]

✓ **Tests d'intensité progressive**

Les tests progressifs de prédiction indirecte de VO_2 max ont été mis au point pour pallier les limites du test de Cooper et assimilés. Ces tests progressifs sont réalisés soit en laboratoire sur bicyclette ergométrique soit sur le terrain en course à pied et en natation. [7]

✓ **Tests progressifs sur ergocycle**

Patton et al. (1982) ont proposé le protocole suivant : le sujet pédale sur ergocycle Monark à 75 tours par min pendant 2 min à vide, puis contre une force de freinage qui est augmentée de 0,5 kg toutes les minutes, c'est-à-dire augmentée de 37,5 W par minute. La force de freinage est augmentée jusqu'à ce que le sujet soit incapable de pédaler au-dessus de 70 tours par minute pendant au moins 10 secondes. Si une force de freinage ne peut être maintenue pendant la minute entière, la puissance correspondant au palier précédent est retenue comme puissance maximale aérobie. La puissance maximale aérobie (P en Watts) déterminée pour ce protocole a été corrélée avec les valeurs de VO_2 max ($L \cdot \text{min}^{-1}$) sur tapis roulant et sur ergocycle. [7]

$$\begin{aligned} \text{☞ } VO_{2\text{max}} \text{ TR} &= 0,014 P - 0,145 \quad (\text{hommes}) \\ &= 0,009P + 0,707 \quad (\text{femmes}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{☞ } VO_{2\text{max}} \text{ Erg} &= 0,012 P - 0,099 \quad (\text{hommes}) \\ &= 0,008 P - 0,732 \quad (\text{femmes}) \end{aligned}$$

✓ **Test progressif de course de Léger et Boucher (1980)**

Ce test consiste à courir le plus longtemps possible autour d'une piste à vitesse imposée. La vitesse qui augmente toutes les 2 min est imposée par des signaux sonores émis à intervalles réguliers. A chaque signal, le sujet doit se trouver à proximité d'une des bornes disposées à intervalles réguliers à la corde de la piste. [7]

L'épreuve est terminée quand le sujet est incapable de suivre la vitesse imposée.

La valeur prédite de la $VO_{2\text{max}}$ ($\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$) à partir de la vitesse de course du dernier palier

V (km.h⁻¹) est donnée par l'équation suivante :

$$\text{VO}_{2\text{max}} = 14,49 + 2,143 V + 0,0324 V^2$$

L'originalité de cette équation est qu'elle n'a pas été obtenue en corrélant les résultats de VO_{2max} de laboratoire avec les performances d'une population expérimentale contrairement à la plupart des tests de terrain antérieurs. Ses concepteurs ont rassemblé les données d'études sur le coût énergétique de la course à pied en fonction de la vitesse et émis l'hypothèse que la dépense énergétique du dernier palier était assurée par le métabolisme aérobie. La validité de cette formule a été vérifiée en comparant la VO_{2max} prédite avec la VO_{2max} mesurée sur tapis roulant. [7]

✓ **Test progressif de course navette (Léger, 1981; Léger & Gadoury, 1989)**

Deux lignes parallèles sont tracées à 20 m l'une de l'autre. Le test consiste à effectuer le plus longtemps possible des allers et retours de 20 m à vitesse imposée. La vitesse est imposée au moyen de signaux sonores enregistrés sur bande magnétique et émis à intervalles réguliers.

A chaque signal le sujet doit se trouver légèrement au-delà de l'une des lignes parallèles. La vitesse est augmentée toutes les 2 min. La valeur de la VO_{2 max} prédite (ml.kg⁻¹.min⁻¹) à partir de la vitesse de course (V en km.h⁻¹) est donnée par la formule :

$$\text{VO}_2 \text{ max} = 5,86 V - 19,46 \quad (r = 0,84, n = 91)$$

L'erreur type de l'estimation est supérieure à celle du test sur piste et vaut 5,4 ml.kg⁻¹.min⁻¹.

Une épreuve de navette avec des paliers d'une minute été proposée par la suite dans le but de rendre l'épreuve plus supportable par les sujets peu motivés (Léger et al., 1984 ; Léger & Gadoury, 1989). [7]

Les tests progressifs en course à pied présentent trois intérêts essentiels par rapport au test de Cooper :

- le sujet n'a pas besoin de connaître sa vitesse de course optimale car la vitesse est imposée ;

- l'exercice est probablement psychologiquement mieux supporté car il n'est réellement difficile que dans les dernières minutes précédant l'épuisement et les sujets les plus faibles ne sont lâchés qu'à la fin de l'épreuve ;

- ces épreuves permettraient de connaître la vitesse maximale aérobie (vitesse correspondant à la VO_{2max}) qui est supposée correspondre à la vitesse du dernier palier de ces épreuves. La connaissance de cette vitesse permettrait de mieux orienter l'entraînement que la connaissance de la valeur réelle de la VO_{2max} mesurée en laboratoire. En effet, la prédiction de la vitesse maximale aérobie à partir de la VO_{2max} nécessite des hypothèses sur le coût énergétique comparé de la course en laboratoire et sur le terrain. [7]

✓ **Test de Ruffier :**

Le test de Ruffier a pour but de déterminer l'adaptation du sujet à l'effort. Il s'agira donc pour ce faire :

- De se mettre assis le mieux allongé au calme pendant 3 à 5 minutes pour ensuite prendre son pouls et le noter (F_1) ;

- Puis effectuer 30 flexions complètes, les fesses touchent les talons en 45 secondes, mesurer son pouls et le noter (F_2). Ne faire que 20 flexions en 30 secondes pour un enfant ou une personne âgée ;

- Enfin s'asseoir pour récupérer pendant 1 minute puis mesurer son pouls (F_3).

Ensuite calculer à l'aide de cette formule ci-dessous **l'indice de Ruffier (IR)** :

$$IR = \frac{(F_1 + F_2 + F_3) - 200}{10}$$

Tableau IV : Détermination de la forme physique

FORME	INDICE DE RUFFIER
Cœur athlétique	0
Cœur moyen	
- fort	0.1 à 5
- bon	5.1 à 10
Cœur insuffisant	
- moyen	10.1 à 15
- faible	15.1 à 20

Les épreuves de mesure directe des puissances maximales aérobie et anaérobie devraient donc être les seules utilisées. Cependant, il n'existe pas de méthode directe de mesure de la puissance maximale anaérobie. D'autre part, le coût des épreuves directes et le temps nécessaire à leur réalisation font que les épreuves indirectes conservent un intérêt certain.

CHAPITRE IV : ACTIVITE PHYSIQUE ET OBESITE

L'activité physique [6] est un terme global se référant à «tout mouvement corporel produit par la contraction des muscles squelettiques provoquant une importante augmentation de la dépense par rapport à la dépense énergétique au repos » selon Bouchard en 2006. Elle a trois composantes principales : travail professionnel, tâches ménagères et activités de loisirs.

Ceci dit, les personnes obèses sont souvent inactives et sédentaires et une des solutions est d'accroître leur niveau d'activité. Il ne s'agit pas uniquement d'activités sportives puisque l'on peut déjà tirer de nombreux bénéfices d'un style de vie plus actif.

Des travaux de Kino-Québec montrent qu'en rééducation, on va surtout chercher à influencer sur leur mode de vie et leurs habitudes de vie puisque l'on cherche à avoir des effets à long terme. En effet, selon Reboul en 1980 [38], «une éducation réussie est celle qui donne envie et les moyens de poursuivre». Il faut donc les aider à trouver une motivation, à continuer ces habitudes de vie actives. [1]

Pour que ces effets durent, il faut donc avoir un effet sur le plan psychologique : la motivation, l'estime de soi ou la confiance en soi. Un accroissement de l'exercice physique a de nombreuses répercussions positives sur la santé et joue un rôle dans la réduction pondérale. L'OMS montre que pour éviter l'obésité, il faut rester physiquement actif durant toute sa vie, avec un degré d'activité physique (dépense énergétique quotidienne en plus du métabolisme basal) d'au moins 1,75, les gens n'ayant aucune activité ont un degré d'activité de l'ordre de 1,4. [1]

Des études [1] ont révélé un rapport inverse entre IMC et activité physique selon différents mécanismes :

- Combustion de calories

En faisant plus d'exercice physique, on augmente ses dépenses énergétiques (rééquilibrage de la balance énergétique). En effet, dès le début de l'AP, les besoins en énergie augmentent en commençant par la dégradation du glucose puis ils continuent tout au long de l'exercice mais ce n'est qu'à partir d'environ 30 minutes que les graisses sont utilisées comme énergie. [33]

Cela signifie que la combustion de calories augmente et que les dépôts de graisse (tissu adipeux) peuvent être dégradés. C'est ce qu'on appelle la lipolyse (oxydation des lipides). Cela favorise la perte de la masse adipeuse notamment la graisse abdominale au

profit de la masse musculaire avec une modification du rapport taille sur hanche. En effet, l'une des adaptations les plus importantes de l'exercice physique régulier est la capacité accrue à utiliser les graisses plutôt que les glucides lors d'une activité physique d'intensité modérée. Ces différences deviennent considérables lorsque l'exercice est maintenu pendant une période plus longue. [33]

Théoriquement, selon les recommandations de l'OMS, on atteint le degré relatif maximal d'oxydation des graisses chez l'adulte lorsque l'activité est modérée et se situe entre 50 et 60% de la FC maximale [37]. C'est pourquoi, on privilégie des activités physiques de faible intensité mais maintenues longtemps. L'OMS donne un repère facile pour les patients : l'apparition d'une sueur témoigne le passage au seuil anaérobie. Néanmoins, ce signe dépend de la particularité de chacun. [37]

Puisque l'objectif est d'atteindre une durée supérieure à 30 minutes pour induire des effets métaboliques favorables, la fréquence doit être régulière : au moins 3 fois par semaine. Malgré ces recommandations et des activités plus avantageuses en termes d'oxydation des lipides comme l'endurance, le choix du patient doit être guidé selon ses goûts et ses habitudes (accessibilité, temps...). [45]

Comme on l'a vu auparavant, seule une activité centrée sur le plaisir permet de favoriser une pratique régulière et un maintien à long terme selon Delignières. [2]

La quantité d'énergie dépensée dépend des caractéristiques de l'activité physique (mode, intensité, durée, fréquence). [2]

- Maintien de la masse musculaire (maigre) et perte de la masse grasse: changement de composition corporelle (remodelage du corps).

En perdant du poids par des mesures diététiques seules, on perd simultanément de la graisse et des muscles. La meilleure manière de réaliser en même temps une perte de poids et de maintenir sa masse musculaire est de combiner une alimentation à calories réduites et pauvre en matières grasses avec un programme d'activité physique. Néanmoins, l'AP seule a néanmoins très peu d'effet sur le poids, d'où l'importance de lier ces deux mesures. [42]

- Influence positive du métabolisme basal (MB): maintien du MB

En pratiquant davantage d'exercice physique, on peut maintenir le métabolisme basal alors qu'il baisse lorsque l'on est inactif. Le MB étant une source de dépense énergétique, s'il est maintenu, cela favorise une balance énergétique plus équilibrée. [42]

Rissan en montre que la musculation ou l'exercice avec résistance, entretient même le métabolisme énergétique de repos puisqu'en augmentant la masse musculaire, on augmente le MB. [42]

- **Influence positive sur les affections liées à l'obésité**

L'activité physique régulière entraîne une baisse de la pression artérielle au repos et à l'effort. Elle améliore le profil lipidique : influence positive du taux sanguin de cholestérol (augmentation du taux de HDL cholestérol protecteur et diminution du mauvais LDL). Elle amène également à une diminution des triglycérides dans le sang induisant une baisse de l'athérome et permettant une baisse des risques de maladies cardiovasculaires et respiratoires, celles-ci étant une complication majeure de l'obésité. De plus, la transformation de la graisse abdominale en masse musculaire modifie le rapport taille hanche et diminue le risque cardiovasculaire. [42]

La baisse de l'essoufflement qu'induit l'exercice régulier n'est pas négligeable avec une augmentation du pourcentage des fibres oxydatives, des enzymes oxydatives et des mitochondries (nombre, taille, efficacité) ainsi qu'une baisse de la production de lactate permettant ainsi l'amélioration de l'endurance, une meilleure tolérance à l'effort et une amélioration de la qualité de vie [41].

Amélioration des capacités physiques telles que la mobilité, la souplesse, l'endurance, la mobilité, ceci permettant de lutter contre les douleurs articulaires (diminution de l'arthrose par assouplissement et perte de poids et de l'ostéoporose par densification de l'os). L'activité permet donc la prévention de nombreuses maladies et l'amélioration de la condition physique générale et le développement d'une hygiène de vie [39].

L'activité physique est un moyen puissant de prévenir les maladies cardiovasculaires ou bien d'en limiter les conséquences sur le plan de la morbidité et de la mortalité. Par des impacts multiples, elle augmente les capacités physiques et la qualité de vie. Elle représente un facteur d'insertion ou de réinsertion sociale et professionnelle. [41].

CHAPITRE I : OBJECTIFS DE L'ETUDE

L'objectif de ce travail était d'étudier les effets du surpoids sur certains paramètres physiologiques et sur les performances physiques chez les enfants.

Plus spécifiquement, il s'agissait de mesurer certains paramètres anthropométriques de sujets en excès pondéral âgés de 9 à 12 ans, d'évaluer leur consommation maximale d'oxygène et leur adaptation à l'effort physique.

Pour ce faire, nous avons recruté des enfants scolarisés que nous avons randomisés en 2 groupes : un groupe test et un groupe contrôle. Après la mesure de paramètres anthropométriques tels que le poids, la taille les plis cutanés, ces sujets ont été soumis à des tests d'effort (test de Cooper) et de récupération (Ruffier) dont les résultats ont été analysés.

CHAPITRE II : CADRE DE L'ETUDE

Les études ont été menées avec les élèves de 2 écoles de la région de Dakar (Sénégal) plus précisément aux « Cours Anne marie Javouhey » : école primaire située dans un quartier appelé « La médina de Dakar », et des élèves du centre de formation professionnelle de Basketball (CFPB) à l'école Papa Guéye Fall de Dakar (Sénégal) situé près de la RTS (Radio et Télévision Sénégalaise) à 150m à droite.

Les tests d'effort ont été réalisés sur la piste d'athlétisme du stade Iba Mar Diop et à la salle de gymnastique de l'institut national supérieur d'éducation populaire et du sport (INSEPS) situé dans l'enceinte même du stade.

CHAPITRE III : MATERIEL ET METHODE D'ETUDE

I- MATERIEL

1.1- Equipements et matériels utilisés :

Les principaux équipements et matériels utilisés au cours de cette étude sont les suivants :

- ***Une fiche d'aptitude*** : elle renseigne sur l'état de santé et des examens médicaux des sujets de notre population d'étude (cf. Annexe 2).
- ***Un questionnaire*** : permettant d'avoir un aperçu beaucoup plus clair sur le mode de vie social, civil et de l'état de pratique d'activité physique de notre population d'étude (cf. Annexe 2).
- ***Terrain d'athlétisme*** du Stade Iba Mar DIOP de Dakar où s'est déroulé le test de Cooper.
- ***Une salle de Gymnastique*** de l'INSEPS où s'est déroulé le test de Ruffier
- ***Une toise métallique*** : graduée en centimètre (cm), elle nous a permis de mesurer la taille chaque sujet de notre population d'étude.
- ***Un tensiomètre électronique (Spengler AutoTensio)*** : ce tensiomètre à poignet automatique nous a permis avec rapidité et confort d'évaluer la pression artérielle et la fréquence cardiaque de chaque sujet de notre population d'étude.
- ***Un impédancemètre (Eiyoken-type PAT 376843/fab. Meikosha)*** : permet de mesurer les plis cutanés notamment d'évaluer l'épaisseur de la graisse sous-cutanée chez nos sujets d'études.
- ***Un chronomètre (Junso Plastics JS-518)*** : Il nous a permis de prendre le temps de travail lors des Tests de Cooper et de Ruffier, le volume réel de travail et aussi le temps de récupération.
- ***Un sifflet (FOX40 CLASSIC)*** : il nous a beaucoup aidés pour attirer l'attention des sujets lors du signal d'exécution et d'arrêt des exercices, lorsque le chronomètre est enclenché ou arrêté pendant le test de Cooper.
- ***Des plots*** : au nombre de 12, ils nous ont permis de scinder le terrain d'athlétisme en 16 fois 25 m, nous permettant lors du test de Cooper après l'arrêt, de mesurer avec précision la distance parcourue de la position du sujet au point de départ.

II- METHODES.

II.1- Type et période d'étude

Le présent travail est une étude prospective réalisée de janvier 2012 à Juillet 2012 à Dakar.

II.2- Population d'étude

II.2.1- Critères d'inclusion :

Les personnes incluses dans cette étude sont des élèves du «Cours Anne Marie Javouhey » et du «Centre de Formation Professionnelle de Basketball de l'école Papa Guéye Fall» ayant les caractéristiques suivantes :

- d'âge compris entre 09 et 12 ans,
- des sujets en excès pondéral et des sujets en poids normal

Une visite médicale des volontaires est réalisée avant inclusion, au cours de laquelle le poids, la taille ont été pris ce qui nous a permis de calculer leur **Indice de Masse Corporelle (IMC)** pour ensuite classer nos sujets d'étude en deux groupes en fonction de leur IMC. Un premier groupe (G_1) constitué de sujets en surpoids ou obèses, le second groupe (G_2) constitué de sujets en poids normal.

Les sujets étaient informés des conditions de l'évaluation de l'aptitude physique notamment les tests de Cooper et de Ruffier et des fiches d'autorisation des parents leur ont été distribuées. Ensuite sont inclus dans l'étude les sujets dont on a recueilli l'aval et le consentement des parents signé.

II.2.2- Critères de non inclusion :

Les sujets n'ayant pas accomplis les critères de sélection étaient exclus de l'étude :

- Les sujets de moins de neuf (09) ans à la date de l'étude ou les sujets de plus de douze (12) ans,
- refus volontaires de participer aux tests,
- des sujets handicapés
- les sujets ayant des antécédents médicaux ou chirurgicaux contre-indiquant la pratique de sport.

II.2.3- Taille de l'échantillon :

Après avoir recueilli le consentement signé des parents, nous avons retenu quarante (40) jeunes de sexe masculin et féminin. Ils sont répartis en deux groupes de vingt (20), un premier groupe (G_1) constitué de sujets en excès pondéral dont sept (7) sujets masculins et treize (13) sujets féminins. Le second groupe (G_2) est constitué de sujets de poids normal dont sept (7) sujets masculins et treize (13) sujets féminins de même que le premier groupe.

II.3- Description du protocole expérimental :

II.3.1- Examen médical :

L'examen médical ou la visite médicale comprenait :

- un interrogatoire sur les antécédents médicaux des sujets ;
- la mesure du poids et de la taille ;
- la prise de la tension artérielle et de la fréquence cardiaque
- la mesure de plis cutanés (pli tricipital, pli bicipital, pli supra-iliaque, pli sous-scapulaire) ;

II.3.2- Déroulement des tests

Les sujets retenus à la suite de l'examen médical ont été répartis en deux groupes (G_1 et G_2) :

- ❖ le groupe (G_1) est constitué de vingt (20) sujets en excès pondéral dont sept (7) sujets masculin et treize (13) sujets féminin,
- ❖ le groupe (G_2) est aussi constitué de vingt (20) sujets en poids normal dont sept (7) sujets masculin et treize (13) sujets féminin.

Pour arriver au terme de notre étude il nous a fallu d'abord établir un programme d'évaluation de l'aptitude physique visant à déterminer la VO_{2max} par le test de Cooper et la récupération par le test de Ruffier des sujets de notre population d'étude.

Le test de Ruffier a été réalisé avec le premier groupe G_1 à la salle de gymnastique de l'INSEPS puis après un temps de récupération de 40 mn, nous sommes passés ensuite sur la piste d'athlétisme du stade Iba Mar DIOP pour faire le test de Cooper.

Une semaine plus tard nous avons repris les mêmes tests avec le second groupe G_2 en suivant le même protocole qui est de faire d'abord un test de Ruffier en salle de Gym, ensuite prendre une récupération de 40 mn, pour terminer avec le test de Cooper sur la piste d'athlétisme.

Les tests ont été tous réalisés à une semaine d'intervalle et dans des conditions environnementales comparables (température : 33 à 34°C de 9h30mn à 11h30mn). Tous les tests ont été réalisés en matinée et tous les sujets étaient en tenue de sport.

II.3.3- Test de Cooper

Ainsi, notre premier but recherché est de voir est ce que les sujets en excès pondéral ont une VO_{2max} supérieure à celle des sujets normo-pondérés, si telle n'est pas le cas nous concluons ainsi le contraire. Et pour cela, le test de Cooper nous a permis d'évaluer leur consommation maximale en oxygène sur le terrain d'athlétisme de 400m avec une course d'une durée de 6 mn.

Ainsi la formule de Cooper utilisée pour calculer la VO_{2max} est la suivante :

$$VO_{2max} = 0,022d - 10,39 \quad \text{avec } d = \text{distance parcourue}$$

II.3.4- Test de Ruffier

Notre second but recherché est basé sur la récupération des sujets du G_1 par rapport à ceux du G_2 . Pour ce faire, le test de Ruffier nous a permis d'évaluer l'adaptation à l'effort physique de nos sujets d'étude. Ce test consiste à prendre trois fréquences cardiaques (F_1 , F_2 et F_3), F_1 est la fréquence cardiaque prise au repos, F_2 celle prise après un exercices de vingt (20) flexions (assis-debout), les « fesses » touchant les talons en trente (30) secondes. Et enfin F_3 est prise une (1) minute après l'exercice de flexion.

Ainsi la formule de Ruffier utilisée pour calculer l'indice de Ruffier (**IR**) est la suivante :

$$IR = \frac{(F_1 + F_2 + F_3) - 200}{10}$$

II.4- Traitement des données

Les résultats sont présentés sous forme de tableaux, de graphiques et de commentaires. Les moyennes, les écarts types ont été calculés pour tous les paramètres ; et le test (Test-Student) a été utilisé. Le seuil de significativité a été fixé à 5%

p est le degré de significativité.

- Si $p > 0,05$; la différence n'est pas significative.
- Si $p < 0,05$; la différence est significative.

CHAPITRE IV : PRESENTATION ET INTERPRETATION DES RESULTATS

1.1- RESULTATS DES MANIPULATIONS

1.1.1- Evaluation des données anthropométriques, IMC, pression artérielle et fréquence cardiaque au repos des sujets des deux groupes d'étude.

Tableau V : Données anthropométriques, IMC, pression artérielle et fréquence cardiaque au repos des sujets des deux groupes.

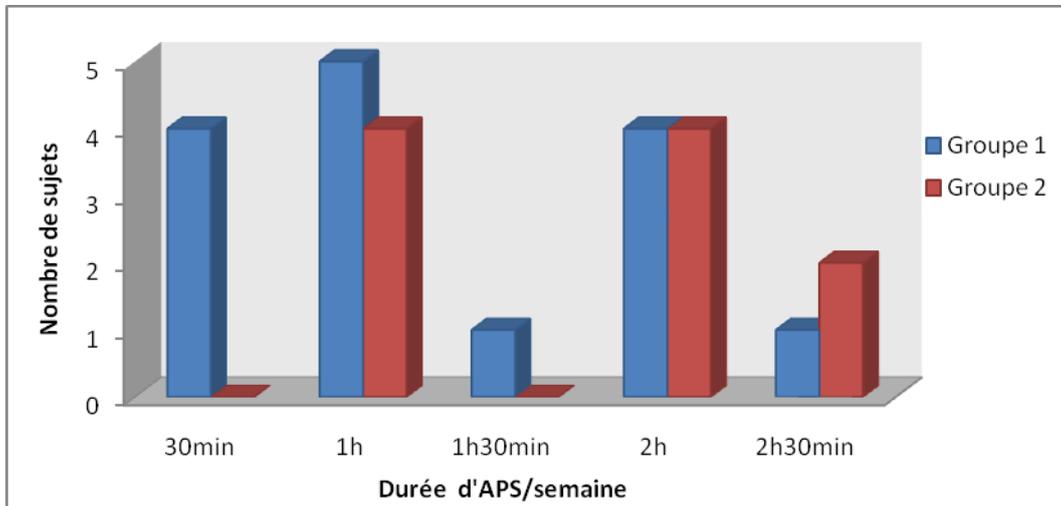
Les moyennes des données (Taille, Poids, IMC, PAD, FC_r) des deux groupes (**G₁** et **G₂**) sont significativement différentes. En revanche les moyennes de la PAS et de l'âge ne montrent pas de différences significatives des deux groupes (**G₁** et **G₂**) de nos sujets d'étude.

Caractéristiques	Groupes		Différence
	G ₁	G ₂	
Age (ans)	10,5 ± 1,05	10,5 ± 1,05	X
Taille (cm)	1,54 ± 0,06	1,45 ± 0,1	S ; P= 4.10 ⁻⁰³
Poids (Kg)	64,54 ± 10,36	35,95 ± 8,15	S ; P= 2,72.10 ⁻⁰⁹
IMC	27,08 ± 2,24	16,83 ± 2,4	S ; P= 1,67.10 ⁻¹¹
PAS	10,93 ± 0,77	10,62 ± 0,52	NS ; P= 0,12
PAD	7,7 ± 0,47	6,8 ± 0,61	S ; P= 5,04.10 ⁻⁰⁵
FCR	92,6 ± 3,69	78,9 ± 9,63	S ; P= 8,07.10 ⁻⁰⁶

Légende : « **IMC** » : Indice de Masse Corporelle ; « **PAS** » : Pression Artérielle

Systolique ; « **PAD** » : Pression Artérielle Diastolique ; « **FCR** » : Fréquence Cardiaque au repos ; « **NS** » : Non Significative ; « **S** » : Significative ; « **G₁** » : groupe des sujets en surpoids ou obèses ; « **G₂** » : groupe des sujets en poids normal.

II.1.2- Durée des activités physiques par semaine des sujets des deux groupes.



Légende : « Groupe1 » : groupe des sujets en surpoids ou obèses ; « Groupe2 » : groupe des sujets normo-pondérés.

Figure IV : Durée des activités physiques par semaine des sujets des deux groupes.

La comparaison de la durée des activités physiques par semaine des deux groupes n'a pas montré de différences significatives bien que les sujets de poids normal interrogés font au minimum une heure d'AP par semaine.

I.1.3- Comparaison de la mesure des plis cutanés des sujets des deux groupes

Tableau VI : Tableau comparatif de la mesure des plis cutanés des sujets des deux groupes d'étude (G_1 et G_2).

Ce tableau montre des différences très significatives des moyennes de la mesure des plis cutanés (**P.T**, **PB**, **P.SI**, **P.SC**) de notre population d'étude.

Sites de mesure des plis cutanés	Groupes		Différence
	G_1	G_2	
P.T	81,05 ± 12,55	11,9 ± 5,13	S ; P= 4,91.10 ⁻¹⁶
P.B	29,4 ± 2,78	7,35 ± 5,69	S ; P= 4,07.10 ⁻¹³
P.SI	32,05 ± 1,88	11,83 ± 6,33	S ; P= 7,42.10 ⁻¹²
P.SC	58,38 ± 5,24	11,14 ± 7,30	S ; P= 9,59.10 ⁻¹⁶

Légende:

« **P.T** » : Pli Tricipital ; « **P.B** » : Pli Bicipital ; « **P.SI** » : Pli Supra-iliaque ; « **P.SC** » : Pli Sous-scapulaire ; « **S** » : Significative ; « G_1 » : groupe des sujets en surpoids ou obèses ; « G_2 » : groupe des sujets en poids normal.

II.1.4- Comparaison des fréquences cardiaques et l'indice de Ruffier des sujets des deux Groupes lors du test de Ruffier.

Tableau VII : Comparaison de la moyenne des fréquences cardiaques prises lors du test de Ruffier et de l'indice de Ruffier.

Le tableau ci-dessous montre des différences significatives des moyennes des données (**F₁**, **F₂**, **F₃** et **IR**) de notre population d'étude. Malgré ces différences significatives, il faut noter que le degré d'aptitude physique des enfants normo-pondérés témoigne une insuffisance à l'effort.

Fréquences cardiaques au cours du test de Ruffier	Groupes		Différence
	G ₁	G ₂	
F₁	99,35 ± 5	83,9 ± 9,1	S ; P= 2,28.10 ⁻⁰⁶
F₂	152 ± 7,46	128 ± 16,87	S ; P= 5,58.10 ⁻⁰⁵
F₃	121,75 ± 6,89	100,7 ± 11,64	S ; P= 1,28.10 ⁻⁰⁶
IR	17,31 ± 1,39	11,45 ± 3,24	S ; P= 4,04.10 ⁻⁰⁶
Forme (selon IR)	mauvaise	insuffisante	

Légende: « **F₁** » : fréquence cardiaque au repos ; « **F₂** » ; fréquence cardiaque juste après l'effort ; « **F₃** » : fréquence cardiaque une minute après l'effort ; « **IR** » : l'indice de Ruffier ; « **S** » : Significative ; « **G₁** » : groupe des sujets en surpoids ou obèses ; « **G₂** » : groupe des sujets en poids normal.

II.1.5- Distance parcourue et la consommation maximale moyenne d'oxygène (VO_{2max}) des sujets des deux groupes d'étude.

Tableau VIII : Comparaison de la distance parcourue et de la consommation maximale moyenne d'oxygène (VO_{2max}) des sujets des deux groupes d'étude lors du test de Cooper.

Ce tableau montre que les moyennes des distances parcourues et de la VO_{2max} des sujets des deux groupes enregistrent des différences significatives.

Sites de mesure des plis cutanés	Groupes		Différence
	G ₁	G ₂	
Distance (m)	658,10 ± 78,78	1050,57 ± 124,38	S ; P= 8,15.10 ⁻¹²
VO _{2max} (ml/kg/min)	4,08 ± 1,69	12,88 ± 3,09	S ; P= 2,45.10 ⁻¹¹

Légende: VO_{2max} : Consommation maximale d'oxygène en millilitre par kilogramme par minute ; « **Groupe1** » : groupe des sujets en surpoids ou obèses ; « **G₁** » : groupe des sujets en surpoids ou obèses ; « **G₂** » : groupe des sujets en poids normal.

CHAPITRE V : DISCUSSION GENERALE

Notre étude consistant à évaluer la consommation maximale d'oxygène et la récupération après l'effort de 40 sujets filles et garçons de la tranche d'âge de 09 à 12 ans, les résultats obtenus ont montré des différences significatives nous permettant dès lors d'établir des relations liées à notre hypothèse de départ.

Dans un premier temps nous avons pu évaluer la moyenne de la VO_{2max} des sujets en excès pondéral et celle des sujets normo-pondérés respectivement égale à $4,08 \pm 1,69$ et $12,88 \pm 3,09$ ml/kg/min. Ainsi nous constatons une différence significative de $p = 2,45.10^{-11}$. Les enfants de poids normal ont donc une consommation d'oxygène plus élevée que les enfants en surpoids, ce qui témoignerait un degré d'aptitudes physiques moins importantes chez ces derniers.

Nos résultats sont conformes à d'autres études. Car T. Reybrouck et all. [45] ont montré que chez l'obèse, la diminution du seuil anaérobie s'explique par les effets conjugués de possibles modifications de la composition du muscle mais surtout par le déconditionnement physique. Au-delà des chiffres, une telle diminution se traduit au quotidien par une diminution de la tolérance à l'effort et un sentiment de difficulté pour un niveau d'exigence inférieur à leurs pairs non-obèses.

D'autre part avec le test de Ruffier, nous avons décelé la moyenne de l'Indice de Ruffier des enfants en excès pondéral égale à **17,31 ± 1,39**, contrairement à celle des enfants normo-pondérés qui est de **11,45 ± 3,24**. Ainsi relativement aux deux moyennes IR, nous constatons une différence significative de $p = 4,036.10^{-06}$, nous permettant ainsi de nous prononcer sur la récupération des enfants en excès pondéral par rapport aux enfants normo-pondérés. L'analyse de ces données met en évidence que les enfants en excès pondéral ont une moyenne de leur **IR** plus élevée donc, récupéreront moins vite que les enfants normo-pondérés.

L'oxydation [45] des graisses est optimisée lors des activités physiques de faible intensité chez les sujets minces et obèses, tandis que les exercices de haute intensité le potentiel d'oxydation des graisses sont augmentés au cours de la récupération. Ainsi au cours de l'obésité les exercices physiques induisent une augmentation du potentiel de l'oxydation des graisses post exercice, entraînant ainsi un allongement du temps de récupération.

Malgré que les enfants normo-pondérés aient une adaptation physique plus élevée que les enfants en excès pondéral à l'effort physique, celle-ci reste insuffisante si l'on se réfère au **tableau IV** de la détermination de la forme physique. Ceci peut s'expliquer par le fait que les activités proposées aux enfants dans les écoles seraient inadaptées et/ou insuffisantes.

Il faudrait donc revoir le volume de travail d'activité physique dans les structures scolaires et soumettre aux enfants des programmes d'activités physiques adaptés à leur niveau d'aptitude et à leur poids et basés sur l'amusement.

En outre la moyenne des fréquences cardiaques au repos des enfants en excès pondéral soit 92,6 bats/mn était significativement plus élevée que celle des enfants normo-pondérés qui est de 78,9 bats/mn ($p = 8,07.10^{-06}$).

En effet, les enfants en surpoids sont moins actifs, font peu d'effort pour se mouvoir, pour jouer ou faire une activité physique par contrainte de leur poids, ce qui les pousserait à la sédentarité. Alors que la sédentarité favorise l'augmentation du poids et en même temps l'augmentation de la Fréquence cardiaque au repos. Ce qui justifierait la hausse de la FCR chez les enfants en surpoids ou obèses.

D'autre part, plus un sujet s'entraîne, plus sa FCR ne diminue dans le temps, ce qui expliquerait que les enfants de poids normal aient une FCR plus basse.

RECOMMANDATIONS

• ***Recommandations nutritionnelles***

« Si le sujet est responsable de ses actes, la société l'est de ce qu'elle suggère. »

Ce travail nous a inspiré un certain nombre de recommandations nutritionnelles notamment :

- Le risque d'être un enfant obèse est multiplié par 1,6 si la mère a fumé durant la grossesse.
- La diversification alimentaire est plus importante chez les sujets non obèses.
- Le repas unique du soir à 2000 calories fait grossir contrairement au repas unique du matin de même qualité et quantité énergétique. Il vaut donc mieux fractionner ses repas, d'autant plus que la dépense énergétique pour assimiler plusieurs repas est plus importante que celle pour assimiler un seul et gros repas.
- Le grignotage est un comportement alimentaire non dicté par la faim répondant à une envie, un stress, une solitude qui se réalise à la défaveur des repas classiques. Il se différencie de la collation qui est un besoin physiologique et nutritionnel chez l'enfant.
- Il faut éviter de récompenser l'enfant systématiquement par des friandises qui seront banalisées et intégrées dans l'alimentation quotidienne.
- Il est préférable de faire un dîner léger.
- Il faut aussi savoir que le rendement énergétique d'un repas, soit la portion ingérée.
- La disponibilité alimentaire est l'élément clé de la surconsommation.
- Il est nécessaire de débiter la journée par un petit -déjeuner.
- Si l'enfant fait un repas léger ou ne mange pas, il ne faut pas proposer d'aliment en dehors des repas en compensation, il ne faut pas s'inquiéter, l'appétit peut varier d'un jour à l'autre, d'un plat à l'autre.

• ***Recommandations pratiques***

- Il est nécessaire de diminuer les activités sédentaires comme la télévision et les jeux vidéo : il semble encore plus important de préconiser une réduction des activités sédentaires que d'encourager les activités physiques.
- Il est nécessaire de favoriser le transport actif.
- L'activité des parents a une influence directe car ils fournissent un environnement

propice et indirect en donnant un modèle : un enfant de 4-7 ans est 6 fois plus actif si ses parents sont actifs physiquement par rapport à celui dont les parents ne font aucune activité physique. Il est donc nécessaire de donner assistance aux parents grâce à des séances d'entraînement parental (montrer l'exemple, inclure les parents qui doivent améliorer aussi leurs activités physiques et diminuer les compensations).

- La prévention de l'obésité n'est pas seulement la responsabilité des individus : elle doit recueillir l'adhésion de l'ensemble des secteurs de la société : politique, médias, industrie agro-alimentaires, famille, corps enseignant, profession de santé.
- Il est nécessaire d'améliorer l'environnement : fournir un environnement sécurisé pour jouer en plein air et réaliser des activités physiques libres.
- La mise à disposition d'informations adaptées permet d'obtenir une participation des patients qui peuvent alors s'engager dans une activité physique laquelle se maintiendra lorsque le sujet aura obtenu de celle-ci suffisamment de plaisir. L'enfant a besoin d'une activité plaisante pour continuer, elle doit être agréable, divertissante.
- L'activité physique a une influence favorable sur les apports alimentaires.
- La pratique d'une activité physique régulière s'accompagne d'une augmentation de la dépense énergétique des 24 heures en agissant sur le métabolisme de repos et d'une stimulation de l'oxydation lipidique.
- On observe une diminution de 10% du risque de survenue de l'obésité par heure quotidienne d'activité physique.

CONCLUSION

Les résultats de cette étude vont dans le sens de ceux de l'ensemble des travaux faits sur des sujets en surpoids ou obèses. Ici dans notre étude 90% des enfants sont en surpoids et seuls 10% sont obèses. Ces résultats sont satisfaisants car répondant à notre hypothèse de départ.

Ceci dit, l'évaluation du niveau d'aptitude physique des enfants en excès pondéral s'est avérée être significativement faible par rapport à celle des enfants normo-pondérés.

Ce qui signifie que les enfants en surpoids ou obèses ont une très mauvaise aptitude physique à l'effort parce que consomment moins d'oxygène et récupèrent très lentement après l'effort, contrairement aux enfants en poids normal.

En outre, ces résultats nous ont permis d'appréhender les complications cardiovasculaires les plus immédiates de l'obésité infantile.

Cette étude confirme à quel point les excès pondéraux peuvent influencer négativement sur l'aptitude physique et la récupération de l'individu en particulier de l'enfant et sont susceptibles de conduire à des complications notamment cardio-vasculaires.

Ainsi, l'obésité est devenu un problème de santé publique donc elle est l'affaire de tous et en tenir compte est devenu une nécessité.

La promotion d'une activité physique quotidienne et régulière est donc essentielle. Il convient de recommander la pratique d'une activité sportive scolaire et extrascolaire, d'encourager les déplacements à pied et de réduire les loisirs sédentaires. Et cela, d'autant plus que l'activité physique permet la prévention de nombreuses maladies, l'amélioration de la condition physique générale, une intégration sociale intrinsèque et le développement d'une hygiène de vie.

MANUELS : ARTICLES, OUVRAGES ET MEMOIRES

- 1) **BAFCOP Emilie** : « En quoi les activités physiques de prise de conscience du corps peuvent-elles améliorer le concept de soi des personnes obèses dans une prise en charge en Centre Hospitalier ? Analyse de l'impact de ces activités sur ce concept et sur la motivation à reprendre une activité de façon autonome à leur sortie avec proposition d'un outil de suivi. » 2008/2009.
- 2) **BAILLY C.** : « Obésité infantile : le régime seul ne suffit pas. » Le panorama du médecin, 2003.
- 3) **BANDURA Albert** : « Auto-efficacité: le sentiment d'efficacité personnelle », 2002.
- 4) **BOUTCHER, FOX et Kenneth**: “Physical activity and psychological well-being : the case for exercise in the promotion of mental health and psychological well-being.”, 2000.
- 5) **Cahier de nutrition et de diététique** : “Obésité de l'enfant et de l'adulte”. 2001; page 36.
- 6) **CARRIERE Annie-Michèle** : « Les bienfaits psychologiques de l'activité physique », psychologie Québec, Juillet 2003.
- 7) **CAZORLA Georges, GODEMET Max** « Test Spécifique d'évaluation du Rugbyman », Edition Avril 1991, avec la collaboration de l'A.R.E.A.P.S (**Association pour la Recherche et l'Evaluation en Activité Physique et Sportive**), B.P.40-33610 CESTAS.
- 8) **CHEVALIER B.** « Diététique infantile », 1996 édition Masson-Abrégés.
- 9) **COLE T.J., BELLIZZI M.C., FLEGAL K., DIETZ W.H. (2000)**, “Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey”, BMJ; 320 (7244): 1240-3.
- 10) **DIALLO Ibrahima**, « La pratique régulière de l'activité physique chez les sujet obèses de 08 à 12 ans : Evaluation des modifications physiques et comportementales ; cas des élèves de la cours Anne Marie Javouhey », 2009.
- 11) **DELICOURT E.** Obésité : « Impact des boissons ». Le panorama du médecin 2003:
- 12) **Dossier EPS N°62**, « L'élève obèse en EPS », un exemple d'aptitude partielle ; Edition revue d'EPS ; 11 avenue du Tremblay-75571 Paris cedex 12.
- 13) **Dossier EPS et Handicap n°73**, 1995. p 3-13.

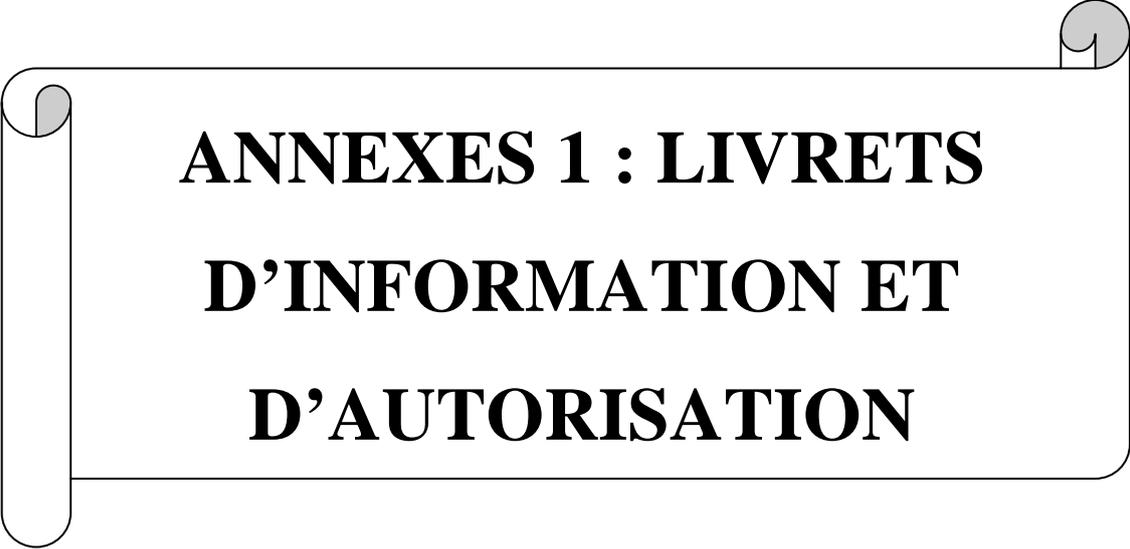
- 14) **Dr Renault. A.**, « Santé et Activités Physiques », Edition Amphora sport et connaissance 1990 page 51.
- 15) **Dr Aude Mathieu**: Diabète de type 2 et activité physique. 2006
- 16) **DUBOT-GUAIS Pascal** : « La Prévention de l'obésité chez l'enfant et l'adolescent », Thèse de Doctorat en Médecine 2004-2005.
- 17) **EMHJ. Vol.16 N°7.2010**, (Eastern Mediterranean Health Journal), La Revue de Santé de la Méditerranée Orientale « Prévalence du surpoids et de l'obésité chez les enfants scolarisés à Tébessa(Algérie) entre 1998 et 2005 ».
- 18) **FAYE Mamadou Mbathe**, « Activité physique contre le surpoids et l'obésité : profil de la composition d'homme et de femme à Dakar », 2006/2007.
- 19) **FOX et Mathews (Matthews)**, « Bases physiologique de l'activité physique», Vigot, Paris, 1984.
- 20) **FRELUT M.L.** « L'obésité de l'enfant et de l'adolescent ». Mars 2003. édition O. Jacob.
- 21) **FRELUT M.L., Navarro J.** « Obésité de l'enfant ». Presse méd. 2000;29:572-577
- 22) **FRICKER J.** « Obésités », abrèges Edition Masson 1995
- 23) **GARANDEAU Patrick** : « L'OBÉSITÉ INFANTILE : Que fait-on pour la prévenir et la prendre en charge ? », Hôpital d'enfants, Saint-Denis.
- 24) **Genève, Organisation Mondiale de la Santé**, 1995 (OMS, série de rapport technique N°854) : 365 « Utilisation et interprétation du rapport d'un comité d'expert ».
- 25) **GUENIOT C.** : « Obésité: une vraie consultation ». Panorama du médecin. 3003:4884
- 26) **Guillaume Millet et Stéphane Perrey**, «Physiologie de l'exercice musculaire», Ellipses, Paris, 2005.
- 27) **INSERM** : « La prévention de l'obésité infantile. De la recherche à l'action ». Conférence du 14 mai 2001 au conservatoire nationale des arts et métiers
- 28) **INSERM** (Institut national de la santé et de la recherche médicale): « Obésité, dépistage et prévention chez l'enfant : Synthèse et recommandations », Paris, INSERM, collection « Expertise collective », éditions 2000.
- 29) **Jean-Pierre Famose et Florence Guérin** : « La connaissance de soi en psychologie de l'éducation et du sport ». 2002
- 30) **Journée de réflexion et d'échanges**. Enfants et adolescents: alimentation et éducation au bien manger. (www.lemangeur-ocha.com). 2001

- 31) **J.R. Lacour**, « Biologie de l'exercice musculaire », Masson, Paris, 1992.
- 32) **JÜRGEN Weineck** : « Biologie du sport », Vigot, Paris, 1992.
- 33) **MAFFEIS C., BANZATO C., TALAMINI G. (2008)**, "Waist-to-Height ratio, a useful index to identify high metabolic risk in overweight children", The Journal of Pediatrics; 152: 207-13.
- 34) **MARSAUD O.** : « L'Egypte des gros – L'obésité des Egyptiens ». Découverte, Afrique du Nord-Egypte-Santé, 2003. (www.afrik.com/article6465.htm), consulté le 10 mai 2012.
- 35) **MBAYE Modou**, « Evaluation d'un programme destiné à des sujets obèses ». 2001/2002 Page23
- 36) **MBENGUE Mamadou**, « Etude comparative des capacités biométriques et de la composition corporelles des étudiants de l'INSEPS 1, 2, 3 année ». 2002/2003
- 37) **MONOD H. et FLANDROIS R.**: « Bases physiologiques des activités physiques et sportives », 4^{ème} édition, Masson, Paris, 1997.
- 38) **NDOYE Edouard** : « Evaluation de l'aptitude physique de jeune filles asthmatique » 2002/2003.
- 39) **Numéro thématique** : « La surveillance nutritionnelle en France ». BEH, 2003; page 18 et 19.
- 40) **POULAIN J.P.** : « Les dimensions sociales de l'obésité. La lettre de l'institut français pour la nutrition ». 2000;78
- 41) **QUENET E.** : « Evaluation des savoirs et savoir-faire des médecins généralistes en matière de dépistage et prévention de l'obésité infantile ». Thèse pour le doctorat en médecine pharmacie. 1998
- 42) **Simard C., Carron F., Skrostzky K.** : « Activité physique adaptée », Gaëtan Morin, édition C, P 965, Chicotini, OUE, Canada G7 H SE8, p313.
- 43) **T. Reybrouck, L. Martens, D. Schepers, J. Vinckx, M. Gewilling.** Assessment of cardiorespiratory exercise functions in obese children and adolescents by body mass-independent parameters. Eur J Appl Physiol 1997; 75: 478–483.
- 44) **Van Wymelbeke V, Pillard F, Garrigue E, Moro C, Crampes F, Guiland JC, Berlan M, de Glisezinski I, Harant I, Rivière D, Brondel L** : "Lipid oxidation in overweight men after exercise and food intake". Metabolism 2010 Feb;59 (2).267-74

- 45) **Véronique Billat. DeBoeck** : Physiologie et méthodologie de l'entraînement, Université, Paris, Bruxelles, 1998
- 46) **Weineck J** : « Biologie du sport » Edition Vigot, 23 rue de l'école de médecine 75006 Paris755.
- 47) **Ziegler O., Movenet-Vautrin D., Meuret L., Barthelemy L.** 7^{ème} journée nationale de l'hygiène scolaire. Fédération PEEP. 20 mars 1999.

WEBOGRAPHIE

- 48) **Manuel à l'intention des médecins de premier recours**, 2004
www.physicalactivityandhealth.fr, consulté le 10 mai 2012.
- 49) **GUIGNON N. (2008)**, «La santé des enfants scolarisés en CM2 en 2004-2005. Premiers résultats», DREES, Études et Résultats, n°632, avril, p.1-6 :
<http://sante.gouv.fr/drees/etude-resultat/doc.htm> , consulté le 11 mai 2012
- 50) **M.E.S.** (Ministère de l'Emploi et de la Solidarité) (2001), « Programme-national nutrition-santé 2001-2005 »:
<http://www.sante.gouv.fr/htm/pointsur/nutrition/1n1.pdf> , consulté le 11 mai 2012
- 51) **M.S.S.** (Ministère de la Santé et des Solidarités) (2006), « Deuxième programme national nutrition-santé 2006-2010. Actions et mesures », septembre :
http://www.sante.gouv.fr/htm/actu/pnns_060906/plan.pdf , consulté le 11 mai 2012
- 52) **PENEAU D., SALANAVE B., MAILLARD-TEYSSIER L., ROLLAND-CACHERA M.-F. et al. (2009)**, “Prevalence of overweight in 6- to 15-year old children in central/western France from 1996 to 2006: trends toward stabilization”, Int J Obes. Advance online publication, February 24; doi:1038/ijo.2009; 31.
P.N.N.S. (Programme national nutrition-santé) (2005), « Activité physique et santé : arguments scientifiques, pistes pratiques » :
http://www.sante.gouv.fr/htm/pointsur/nutrition/actions42_activite.pdf.
- 53) **ROLLAND-CACHERA M.-F., CASTETBON K., ARNAULT N., BELLISLE F., RO-MANO M.-C., LEHINGUE Y. et al. (2002)**, “Body mass index in 7-9-y-old French children: frequency of obesity, overweight and thinness”, Int J Obes Rel Metab Dis; 26 (12):1610-6.
- ROLLAND-CACHERA M.-F. (2007)**, « Les enfants de 7-9 ans scolarisés en CE1 et CE2 en France : prévalences du surpoids et de l'obésité en 2000 et 2007 », colloque national « Programme national nutrition-santé : la situation nutritionnelle en France en 2007 », Paris, 12 décembre 2007 :
http://www.sante.gouv.fr/htm/pointsur/nutrition/surpoids_obesite_enfants.pdf



**ANNEXES 1 : LIVRETS
D'INFORMATION ET
D'AUTORISATION**

UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR

Dakar, le 24 janvier

2012



INSTITUT NATIONAL SUPERIEUR
DE L'ÉDUCATION POPULAIRE DU SPORT

(INSEPS)

Tel : 338233384

BP : 3256 Dakar

Mr El hadji Ousmane DJIGUE

Maîtrise/STAPS

Tél : 775657722/770439257

Dr Arnaud Tiendrébéogo

Médecin généraliste

A Mesdames / Messieurs les parents d'élèves,

L'obésité infantile est considérée aujourd'hui par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) comme une priorité en matière de santé publique car touchant des milliers d'enfants dans le monde. Elle pourrait être la possible cause de plusieurs maladies à l'âge adulte comme le diabète, l'hypertension artérielle (HTA), les coronopathies, le syndrome d'apnée du sommeil, les morts subites etc....

En Europe et en Amérique du nord, plusieurs recherches sur l'obésité infantile ont démontré l'effet bénéfique du sport ainsi que de nombreuses autres mesures hygiéno-diététiques sur l'excès pondéral. Ainsi on observe une diminution de 10% du risque de survenue de l'obésité par heure quotidienne d'activité physique selon une de ces études.

Dans les pays en développement, du fait de nombreux changements et dans l'alimentation et du mode de vie surtout dans les villes, l'obésité infantile commence à faire son apparition mais reste encore insuffisamment explorée.

C'est pourquoi nous avons initié ce travail de recherche intitulé « **Etude comparative de l'évaluation de l'aptitude physique des enfants en surpoids ou obèses parallèlement aux enfants en poids normale de la tranche d'âge de 09 à 12 ans, profil des élèves de "La Cours Anne Marie Javouhey et l'école ELhadji Mamour Ndiaye" de Dakar.** ».

Notre travail visant à contribuer à la prévention de l'obésité infantile au Sénégal sera le fruit d'une collaboration entre un étudiant en maîtrise des Sciences et Techniques de l'activité Physique et du Sport (STAPS) qui se chargera de l'élaboration du programme sportif et d'un médecin généraliste chargé du suivi médical, sous la direction de Dr Fatou Bintou SARR, Maître assistante en Physiologie humaine à la Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odontologie (FMPO) de l'Université Cheikh Anta DIOP de Dakar.

Le protocole d'études consistera à recruter des enfants scolarisés dont le poids sera supérieur à leur poids de référence. Puis, tous les enfants ayant obtenu l'autorisation de leurs parents et volontaires, seront soumis à un examen médical préliminaire réalisé par le médecin généraliste et l'étudiant assistant, afin d'exclure tous ceux qui présenteront une contre indication médicale à la pratique de l'exercice physique mais également de les classer en fonction de la sévérité de leur excès pondéral. Nous établirons ensuite un programme d'entraînement physique et d'évaluation de l'aptitude physique (Test de Cooper et Test de Ruffier) auquel seront soumis les enfants en présence d'un représentant de l'établissement et/ou des parents d'élèves volontaires.

Ce programme sera étalé sur trois (03) mois avec une évaluation médicale et de certains paramètres comme le poids toutes les quatre (04) semaines. Pendant la première phase d'une durée d'un mois et demi les enfants seront soumis à la seule pratique de l'exercice physique régulier puis durant la seconde phase, à l'exercice physique s'ajoutera l'application d'un régime alimentaire souple.

Nous vous assurons que l'anonymat des enfants sera préservé et les programmes d'entraînement seront adaptés à leur capacité physique.

Nous joignons à ce document une demande d'autorisation que vous devrez remplir et signer pour nous assurer votre aval. Nous vous demandons également de préciser si votre enfant ne présente aucune maladie évolutive ou ancienne.

Recevez Madame/Monsieur, nos salutations cordiales.

El hadji Ousmane DJIGUE

Dr Arnaud TIENDREBEGO

Pr Fatou Bintou SARR

UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR

Dakar, le 24 janvier 2012



INSTITUT NATIONAL SUPERIEUR
DE L'ÉDUCATION POPULAIRE DU SPORT

(INSEPS)

Tel : 338233384

BP : 3256 Dakar

Mr El hadji Ousmane DJIGUE
Maîtrise/STAPS

Tél : 775657722/770439257

Dr Arnaud Tiendrébéogo
Médecin généraliste

Autorisation des parents

Je soussigné, parent de
.....âgé de.....ans,
élève en classe deà,
l'autorise à participer à un programme structuré d'activités physiques et
sportives en dehors des heures de cours.

J'atteste également que mon enfant n'est atteint d'aucune maladie évolutive
ou ancienne connue et ne présente pas de contre indication à la pratique du
sport.

Signature du parent

UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR

Dakar, le 24 janvier 2012



INSTITUT NATIONAL SUPERIEUR
DE L'ÉDUCATION POPULAIRE DU SPORT

(INSEPS)

Tel : 338233384

BP : 3256 Dakar

Mr El hadji Ousmane DJIGUE
Maîtrise/STAPS

Tél : 775657722/770439257

Dr Arnaud Tiendrébéogo
Médecin généraliste

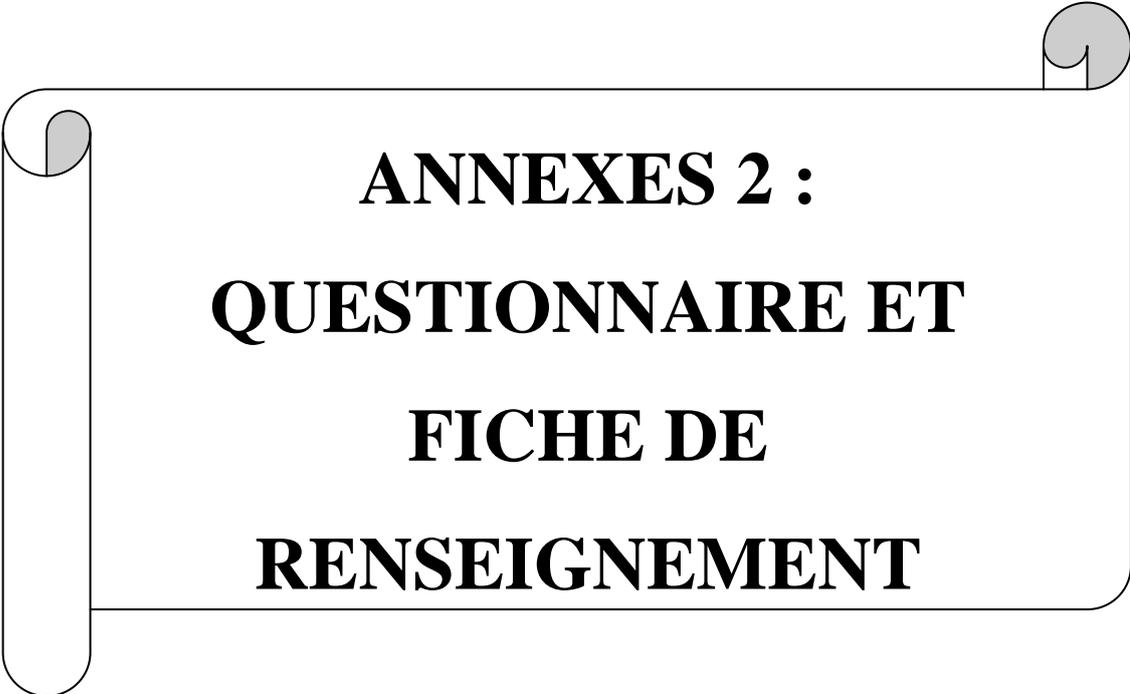
Autorisation du Directeur

Je soussigné, Directeur de
.....

autorise la tenue d'un programme structuré d'entraînement physique et d'évaluation de l'aptitude physique dirigé par les messieurs El Hadji Ousmane Djigué et Arnaud Tiendrébéogo en dehors des heures de cours au sein de mon établissement.

Par conséquent je donne mon accord pour leurs accès dans l'établissement et les autorise à y mener toutes les activités en rapport avec ledit programme sous la supervision d'un de nos représentants.

Signature du Directeur



ANNEXES 2 :
QUESTIONNAIRE ET
FICHE DE
RENSEIGNEMENT

QUESTIONNAIRE

Ce questionnaire est destiné aux enfants en surpoids et obèses âgés de 09 à 12 ans et entre dans le cadre d'un mémoire de maîtrise en Sciences es Techniques de l'Activités Physiques et du Sport (STAPS).

IDENTIFICATION

Nom :

Prénom :

Age :ans

Poids :kg

Taille :cm

Sexe : Masculin

Féminin

NIVEAU D'ENGAGEMENT PHYSIQUE

1) Pratiquez – vous une ou plusieurs activités physiques et sportives en dehors de l'école ?

Réponse : Oui

Non

a) Si Oui, quel genre d'activité physique faites-vous ?

Réponse:.....

Si Non, dites pourquoi ?

Réponse :.....

Combien de fois pratiquez – vous cette ou ces activité(s) physique(s) et sportive(s) ?

b) par semaine ?

- 1fois /semaine

- 4 fois/semaine

- 2fois /semaine

- 5 fois/semaine

- 3fois/semaine

- + 6fois/semaine

c) par mois ?

- 1fois/mois

- 4 à 5fois/mois

-2 à 3fois/mois

- 6 à 7fois/mois

d) par an ?

- 1fois/an

- 4 à 5fois/an

- 8 à9fois/an

- 2 à 3fois/an

- 6 à 7fois/an

- + 10fois/an

2) Quelle est la durée moyenne des séances de votre (vos) activité (s) physique(s) et sportive(s) ?

- Moins de 30mn/séance

-1h30mn à 2h/séance

- 30mn à 1h/séance

- + de 2h/séance

- 1h à 1h 30mn/séance

3) Quel type d'activité (s) physique (s) et sportive (s) pratiquez-vous?

- Football

- Handball

- Natation

- Basketball

- Volleyball

- Marche

- Fitness

4) Faites-vous de l'EPS à l'école ou au collège?

Oui

Non

e) Si oui, combien de fois par semaine ?

-1fois /semaine

- 2fois/semaine

- 3fois/semaine

- 4fois/semaine

f) Précisez la durée par séance ?

- 30mn/séance

- 1h/séance

- 1h 30mn/séance

- 2h/séance

- 2h 30mn/séance

- +3h/séance

g) Si Non, pourquoi ?

- Exemption médicale

- Autres

- Précisez la raison :.....

HABITUDES ALIMENTAIRES ET MODES DE VIE

5) Quel est le nombre de repas que vous prenez par jour ?

- 1 repas/jour - 2 à 3 repas/jour - 4 à 5 repas/jour
- 1 à 2 repas/jour - 3 à 4 repas/jour - 5 à 6 repas/jour
- + 6repas/jour

6) Quel(s) est (sont) le(s) plat(s) que vous prenez le(s) plus souvent ?

.....

7) Prenez-vous un dessert après chaque repas ?

Oui Non

h) Si oui qu'est ce que vous prenez comme dessert ?

-A préciser :

8) Consommez-vous des friandises (gâteaux, bonbons, biscuits etc....)

Oui Non

i) Si oui, précisez la nature et combien de fois par jour?

.....

j) Combien de fois par jour ?

- 1 fois/jour - 1 à 2 fois/jour - 2 à 3 fois/jour
- 3 à 4 fois/jour - 4 à 5 fois/jour - + 6 fois/jour

9) Quelle est la boisson sucrée que vous consommez le plus ?

-A préciser :

10) Combien de temps passez-vous par jour devant la télévision, l'ordinateur, les jeux vidéos ?

- 30mn/jour - 30mn à 1h/jour - 3h à 4h/jour - 4h à 5h/jour
- 1h à 2h/jour - 2h à 3h/jour - + de 5h/jour

11) Où est-ce que vous habitez ?

.....

12) Quel est votre moyen de locomotion en allant à l'école ?

.....

SANTE PHYSIQUE ET MENTALE

13) Y'a-t-il un obèse dans votre famille?

Oui Non

k) Si oui préciser le degré de lien

.....

14) Est-ce que vous souffrez actuellement d'une /des maladie(s) ?

Oui Non

l) Si oui la/lesquelles ?

.....

NB: Mettre une croix dans les cages de votre choix.

Fiche de renseignements

- Age :ans
- Sexe : Masculin Féminin
- Poids :.....Kg
- Taillecm
- IMC :.....Kg/m²

Mesure des circonférences

- Périmètre ombilicale :.....cm
- Périmètre brachiale :.....cm
- Périmètre cervical :.....cm
- Taille de la cuisse :.....cm

- Fréquence cardiaque au repos :.....Bat/min

- Fréquence respiratoire :.....

- Tension artérielle : - PAS :.....
- PAD :.....

Types d'obésité

- Gynoïde
- Androïde
- Mixte

Quelques antécédents familiaux

- Diabète
- Asthme
- Drépanocytose
- Cardiopathie