

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
Université de Mostaganem, Abdelhamid Ibn Badis
Institut d'éducation physique et sportive
Thèse
Pour l'obtention du diplôme de doctorat en sciences de l'éducation
physique et sportive

Option : Sciences et techniques d'éducation physique et sportive

Thème :

***Les paramètres morpho-fonctionnels en tant qu'indices
d'identification des jeunes talents algériens, (11, 12, 13ans),
coureurs des distances de demi-fond.***

Elaboré par :

BERBAGUI Badreddine

Sous la direction de :

Pr. MIMOUNI Nabila

Devant un jury composé de :

**Président : Mr BENDAHMENE Mohamed Nasreddine, Professeur, Université
de Mostaganem**

**Rapporteur : Mme MIMOUNI Nabila, Professeur, Ecole supérieure en sciences
et technologie du sport, Dely Ibrahim, Alger**

Membres :

Mr ZAABAR Salim, Professeur, Université de Bejaia

Mr AIT LOUNIS Mourad, Professeur, Université de Boumerdès

Mr ABDEDAIM Adda, Maître de conférences A, Université de Mostaganem

Mr MOKKEDES Moulay Idriss, Maître de conférences, Université de Mostaganem

Année Universitaire : 2021/2022

Remerciements

Ce travail de thèse a été réalisé grâce à des études menées au sein du Laboratoire des adaptations physiques et motrices de l'institut des sciences et technologie du sport d'Alger, dirigé par le Professeur **MIMOUNI THOUABTI Nabila**.

Je présente mes reconnaissances à toutes les personnes qui se sont investies de près ou de loin, dans la mise en place des différentes études, mais aussi dans l'encadrement et l'évaluation de mon travail.

J'exprime ma profonde gratitude à Madame le Professeur **MIMOUNI THOUABTI Nabila** qui m'a permis en tant que étudiant de faire mes premiers pas dans le domaine de la recherche, en 1990 pour l'obtention du diplôme de conseiller de sport, en 2012 pour l'obtention du diplôme de Magister et cette fois-ci en 2022, pour obtenir le grade de doctorat.

Je tiens à remercier l'équipe de travail qui m'a accompagné dans la réalisation permanente des tests anthropométriques et les tests physique, aussi, je remercie les jeunes coureurs et leurs parents, qui ont accepté d'être soumis à mes épreuves de tests.

Je remercie **Mr HENNI Dehli**, pour ces services rendus et avoir accompli des opérations administratives importantes pour la réalisation de ce travail.

Je tiens à remercier **Mr KOÛTCHOÛK Sidi Mohamed**, chef de département de poste de graduation IEPŞ de Mostaganem, pour sa disponibilité et les facilités à régler les procédures administratives et techniques relatives à ce travail.

Je remercie aussi, les entraîneurs qui ont contribué à la réalisation des tests physiques de notre expérimentation, aussi **Mr BENKHALED Nassim** et **BOÛSBAÄ Kamel**.

Aussi sans oublier **les membres de jury**, qui ont accepté à lire et à évaluer notre thèse ce jour même.

Dédicaces

Je dédie ce travail à la mémoire de mon père. Aussi à ma mère que dieu lui accorde santé et bonheur.

À mes enfants, Hadia, Youcef, Skander et Maria pour m'avoir donné tous le courage et la volonté et le temps à être capable enfin à finir ma thèse.

À ma très chère épouse, pour son encouragement et son soutien dans les moments difficiles afin de dépasser les contraintes de la vie. Et d'être à mes côtés par sa présence et son amour dévoué et sa tendresse.

Cette thèse est dédiée à mon ami d'enfance Kamel Bousbaa pour son soutien moral, financier et son dévouement dans tout genre de problème.

Spécialement,

Ma fille Hadia

Et à tous mes amis.

Sommaire

Définition de la recherche

N°	Titre	Page
	Introduction ~ ~ ~ ~ ~	1
	Problématique ~ ~ ~ ~ ~	4
	Objectifs de la recherche ~ ~ ~ ~ ~	5
	Les taches de la recherche ~ ~ ~ ~ ~	5
	Hypothèses ~ ~ ~ ~ ~	6
	Définition des concepts ~ ~ ~ ~ ~	6
	Les études similaires ~ ~ ~ ~ ~	12

Partie I : Analyse bibliographique

Chapitre I : Les courses de demi-fond et particularités Morpho-fonctionnelles ~ ~ 20

I.1	Les courses de demi-fond ~ ~ ~ ~ ~	20
I.2	Particularités morphologiques des athlètes de haut niveau ~ ~ ~ ~ ~	20
I.3	Particularités physiologiques et bioénergétiques des coureurs de haut niveau ~ ~ ~ ~	21
I.4	Particularités physiologiques et Bioénergétiques de l'effort chez les enfants pré pubères ~ ~ ~ ~ ~	27
I.5	VO ₂ max relatif à la masse maigre ~ ~ ~ ~ ~	32
I.6	Caractéristiques de la capacité anaérobie lactique chez les garçons pré pubères ~ ~ ~	33
I.6.1	La capacité anaérobie lactique ~ ~ ~ ~ ~	34
I.6.2	Les concentrations musculaires d'enzymes glycolytiques ~ ~ ~ ~ ~	34
I.6.3	La tolérance du degré d'acidose musculaire ~ ~ ~ ~ ~	34
I.6.4	La revue littérature relative au concept du VO ₂ max et la VMA chez les enfants ~ ~ ~ ~ ~	35
I.6.5	Concept de vitesse de la course associée au VO ₂ max (VAM) chez les enfants ~ ~ ~	35

Chapitre II : Croissance et développement physique chez les enfants ~ ~ ~ ~ ~ 37

II.1	Anthropométrie Généralités sur la croissance chez les enfants ~ ~ ~ ~ ~	37
II.1.1	Les études de la croissance et rôle de l'anthropométrie ~ ~ ~ ~ ~	37
II.2	Particularités de la croissance de l'âge pré pubère et pubère ~ ~ ~ ~ ~	37
II.3	La puberté chez le garçon ~ ~ ~ ~ ~	50
II.4	Les aspects de déclenchement de la puberté ~ ~ ~ ~ ~	54
II.5	Optimisation de la masse et la densité osseuse à l'âge pré pubère et pubère ~ ~ ~	56
II.6	Les caractéristiques d'évolution de la taille chez les garçons ~ ~ ~ ~ ~	58

II.7	Évolution séculaire du poids	~ ~ ~ ~ ~	59
II.8	Le somatotype des enfants	~ ~ ~ ~ ~	60
II.9	Particularités de la croissance de l'âge 11-12-13 an	~ ~ ~ ~ ~	60
II.10	L'interaction entre les paramètres anthropométriques et moteurs sous l'influence de l'exercice physique	~ ~ ~ ~ ~	63
Chapitre III : La détection sportive			64
III.1	La détection des jeunes talents	~ ~ ~ ~ ~	64
III.2	L'évaluation	~ ~ ~ ~ ~	65
III.3	La sélection	~ ~ ~ ~ ~	65
III.4	Détection du talent sportif	~ ~ ~ ~ ~	65
III.5	Expertises d'identification des jeunes talents	~ ~ ~ ~ ~	67
III. 6	L'identification des talents sportifs et l'interaction de l'hérédité et l'environnement	~ ~	71

Partie II : Etude expérimentale

I.	Méthodologie de la recherche	~ ~ ~ ~ ~	72
I.1	Méthode	~ ~ ~ ~ ~	72
I.2	Echantillon	~ ~ ~ ~ ~	72
I.3	Déroulement de la recherche	~ ~ ~ ~ ~	72
I.4	Méthode d'investigation anthropométrique	~ ~ ~ ~ ~	72
I.5	Mesures anthropométriques	~ ~ ~ ~ ~	74
I.6	Les indices déterminant les composants du poids du corps	~ ~ ~ ~ ~	81
I.7	Indice Seuil de maturité	~ ~ ~ ~ ~	81
I.8	Indices Somathotypes	~ ~ ~ ~ ~	82
I.9	La méthode des tests physiques	~ ~ ~ ~ ~	83
I.10	L'étude exploratoire	~ ~ ~ ~ ~	84
I.11	Méthode statistique	~ ~ ~ ~ ~	86

Partie III : Analyse et interprétation des résultats

Chapitre I : Analyse descriptive des résultats des investigations

Anthropométriques et des tests physiques de l'échantillon général	~ ~ ~ ~ ~	88
---	-----------	----

Chapitre II : Etude corrélative (Bivariée) des tests d'investigation du groupe général

II.1	Etude corrélative entre les indices moteurs et les indices anthropométriques Du groupe général (12,7±0,8 ans)	~ ~ ~ ~ ~	109
II.2	Corrélation entre les indices moteurs et quelques indices anthropométriques de l'échantillon du groupe général	~ ~ ~ ~ ~	110
II.3	Corrélation entre des indices moteurs et les indices somathotypes de		

l'échantillon du groupe général ~ ~ ~ ~ ~	112
II.4 Corrélation entre des indices moteurs de l'échantillon du groupe général~ ~ ~ ~ ~	113
II.5 Synthèse des corrélats entre les paramètres fonctionnels et les paramètres anthropométriques de l'échantillon général ~ ~ ~ ~ ~	114
II.6 Discussion des résultats~ ~ ~ ~ ~	115
II.7 Conclusion partielle ~ ~ ~ ~ ~	118
Chapitre III : Analyse de la composante principale (ACP) ~ ~ ~ ~ ~	119
III.2 Analyse en composante principale des tests physiques et les points anthropométriques de l'échantillon général ~ ~ ~ ~ ~	123
III.3 Analyse en composante principale des tests physiques et les diamètres transversaux et distaux de l'échantillon général ~ ~ ~ ~ ~	125
III.4 Analyse en composante principale des tests physiques et les périmètres corporels de l'échantillon général ~ ~ ~ ~ ~	127
III.5 Analyse en composante principale des tests physiques et les longueurs du corps de l'échantillon général ~ ~ ~ ~ ~	129
III.6 Analyse en composante principale des tests physiques et les plis cutanés du corps de l'échantillon général ~ ~ ~ ~ ~	132
III.7 Analyse en composante principale des tests physiques et les proportions corporelles de l'échantillon général ~ ~ ~ ~ ~	134
III.8 Analyse en composante principale des tests physiques et les indices de développement physiques du corps de l'échantillon général~ ~ ~ ~ ~	136
III.9 Analyse en composante principale des tests physiques et les composants du poids du corps de l'échantillon général ~ ~ ~ ~ ~	138
III.10 Analyse en composante principale des tests physiques et les indices somatotypes de l'échantillon général~ ~ ~ ~ ~	140
III.11 Synthèse des Résultats des corrélations entre les tests physiques et les Indices anthropométriques avec les composantes principales de l'échantillon général~ ~ ~	142
III.12 Discussion des résultats ~ ~ ~ ~ ~	144
III.13 Conclusion partielle ~ ~ ~ ~ ~	148
Chapitre IV. Analyse en composante principale des indices anthropométriques de chaque tranche d'âge ~ ~ ~ ~ ~	149
IV.1 Analyse en composantes principales des longueurs corporelles des Sujets 11ans, 12ans et 13 ans~ ~ ~ ~ ~	149
IV.2 Analyse en composantes principales des périmètres corporels des	

sujets 11ans, 12ans et 13 ans ~ ~ ~ ~ ~	153
IV.3 Analyse en composantes principales des divers composants du poids Corporel des sujets 11ans, 12ans et 13 ans~ ~ ~ ~ ~	156
IV.4 Analyse en composantes principales des indices de développement Physique des sujets 11ans, 12ans et 13 ans~ ~ ~ ~ ~	161
IV.5Analyse en composantes principales de somathotypes des sujets 11ans, 12 ans et 13 ans ~ ~ ~ ~ ~	165
IV.6 analyse en composantes principales des tests physiques des sujets 11ans, 12ans et 13 ans~ ~ ~ ~ ~	168
IV.7 Synthèse des résultats des corrélations ACP des indices anthropométriques de chaque tranche d'âge ~ ~ ~ ~ ~	173
IV.8 Discussion des résultats ~ ~ ~ ~ ~	175
IV.9 Conclusion partielle ~ ~ ~ ~ ~	177
V. Synthèse générale ~ ~ ~ ~ ~	178
VI. Conclusion générale ~ ~ ~ ~ ~	180

Sommaire des tableaux

N°	Titre	Page
01.	Valeurs de VO ₂ max des athlètes de demi-fond et de fond	22
02.	Evolution de VAM (km.h ⁻¹) des garçons en fonction de l'âge	35
03.	Paramètres de la fonction et paramètres biologiques obtenus par l'ajustement du modèle de Preece et Baines	42
04.	Décomposition du dimorphisme sexuel de la taille et de la taille assis en 3 composantes additives	46
05.	Classification de Tanner des stades de développement pubertaire	49
06.	Normes traditionnellement utilisées pour la puberté chez la fille	50
07.	Normes traditionnellement utilisées pour la puberté chez le garçon	50
08.	Effets de la puberté sur les paramètres physiques et physiologiques examinés dans les programmes d'identification des talents sportifs	68
09.	Statistiques descriptives des paramètres totaux des sujets (12.7±0.8 ans)	88
10.	Statistiques descriptives des points anthropométriques (cm) de l'échantillon (12.7±0.8 ans)	89
10.	Statistiques descriptives des diamètres distaux et transversaux (cm) du membre supérieur (cm) de l'échantillon (12.7±0.8 ans)	90
11.	Statistiques descriptives des diamètres distaux et transversaux (cm) du membre inférieur de l'échantillon (12.7±0.8 ans)	91
12.	Statistiques descriptives des périmètres (circonférences) corporels (cm) de l'échantillon (12.7±0.8 ans)	92
13.	Statistiques descriptives des longueurs du corps (cm) de l'échantillon (12.7±0.8 ans)	93
14.	Statistiques descriptives (SumΣ 09) plis cutanés (mm) de l'échantillon (12.7±0.8 ans)	94
15.	Statistiques descriptives des proportions du corps (%) de l'échantillon (12.7±0.8 ans)	94
16.	Statistiques descriptives des indices de développement physique de l'échantillon (12.7±0.8 ans)	95
17.	Statistiques descriptives des indices des composants corporels de l'échantillon (12.7±0.8 ans)	96
18.	Statistiques descriptives des indices de développement physique de l'échantillon (12.7±0.8 ans)	97
19.	Statistiques descriptives des indices somatotypes de l'échantillon (12.7±0.8 ans)	98
20.	Statistiques descriptives des indices de développement physique de l'échantillon (12.7±0.8 ans)	98

42. Coefficients de corrélation des longueurs corporels et les tests physiques avec les composantes principale	133
43. Variance totale expliquée du groupe général	134
44. Coefficients de corrélation des proportions du corps et les tests physiques avec les composantes principales	136
45. Variance totale expliquée du groupe général	136
46. Coefficients de corrélation des proportions du corps et les tests physiques avec les composantes principales du groupe général	138
47. Variance totale expliquée du groupe général	139
48. Coefficients de corrélation des composants du poids du corps et les tests physiques avec les composantes principales du groupe général	140
49. Variance totale expliquée du groupe général	141
50. Coefficients de corrélation des composants du poids du corps et les tests physiques avec les composantes principales du groupe général	150
51. Variance totale expliquée des 03 groupes d'âge	150
52. Coefficients de corrélation des longueurs du corps avec les composantes principales de l'échantillon 11,12 et 13 ans	153
53. Variance totale expliquée des 03 groupes d'âge	154
54. Coefficients de corrélation des périmètres avec les composantes principales des sujets 11ans, 12ans et 13 ans	157
55. Variance totale expliquée des 03 groupes d'âge	158
56. Coefficients de corrélation des indices anthropométriques du corps avec les composantes principales des sujets 11ans, 12ans et 13 ans	161
57. Variance totale expliquée des 03 groupes d'âge	162
58. Coefficients de corrélation des indices de développement avec les composantes principales des sujets 11ans, 12ans et 13 ans	165
59. Variance totale expliquée des 03 groupes	166
60. Coefficients de corrélation des indices somatotypes avec les composantes principales des sujets 11ans, 12ans et 13 ans	169
61. Variance totale expliquée des 03 groupes	169
62. Coefficients de corrélation des tests physiques avec les composantes principales des sujets 11ans, 12ans et 13 ans	173

Tableaux des abréviations utilisées

Abréviations des termes de physiologie

Abréviations	Dénomination
VO ₂ max=	Valeur maximale relative de la consommation d'oxygène, ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹ .
VMA=	Vitesse maximale aérobie, exprimé en km/h ⁻¹
ATP=	Adénosine Triphosphate
TD1=	Délais à l'issue duquel l'augmentation exponentielle de l'oxygène observée
TD2=	Délais d'ajustement du besoin de consommation d'oxygène à la fin d'exercice
T (t)=	Constante du temps de l'augmentation exponentielle du VO ₂
(S _{vent})=	Seuil ventilatoire
(Ra=Rr) =	La vitesse d'apparition du lactate = la vitesse d'élimination du lactate sanguin.
Max LASS=	Lactate Maximale Stady State
PC=	Puissance critique
kgf/kg=	La force de freinage du l'instrument de mesure exprimé / kg
μ =	Unité de mesure

Abréviations des termes anthropométriques

(PB1)=	Modèle de l'analyse de régression des paramètres Preece et Baines
(aBMD)=	Area Bone Mineral Density
(HVM)=	Hight Vilocity Maximal
(PHV)=	Peak Height Vilocity
LMS=	Longueur du membre supérieur
LMI=	Longueur du membre supérieur
L.Thronc=	Longueur du thron
L.Cuisse=	Longueur de la cuisse
L.Jambe=	Longueur de la jambe
DBA/T100=	Diamètre biacromial/ taille *100
DisAvBras=	Diamètre distal de l'avant-bras
LMI/T100=	Longueur du membre inférieur / Taille*100
LMS/T100=	Longueur du membre supérieur / Taille*100
DBA/T100=	Diamètre biacromial / Taille*100

Sommaire des figures

N°	Titre	Page
1.	Illustration de la cinétique de VO ₂ en début d'exercice pour un effort sous-maximal	~ ~ ~ ~ ~ 25
2.	Les 03 phases de l'augmentation de la cinétique du VO ₂ pulmonaire en réponse d'un effort à quatre intensités différentes lors d'un exercice chez les enfants	~ ~ ~ ~ ~ 30
3.	Courbe de croissance de la taille, le poids et du périmètre céphalique d'une fille, exprimée en % des dimensions d'adultes	~ ~ ~ ~ ~ 38
4.	Courbes de vitesse de croissance de la taille (a), du poids (b) et du périmètre céphalique (c)	~ ~ ~ ~ ~ 39
5.	Effet de variation de rythme de la croissance (vitesse de maturation) sur la courbe de croissance : un exemple théorique	~ ~ ~ ~ ~ 43
6.	Courbe de référence pour la population de Sarsuna-Barisha	~ ~ ~ ~ ~ 44
7.	Décomposition du dimorphisme sexuel de la taille adulte (d) à partir des Courbes de croissance de constante moyenne	~ ~ ~ ~ ~ 46
8.	Calendrier pubertaire, les limites de la puberté normale. 2001, la puberté avant l'âge	~ ~ ~ ~ ~ 52
9.	Facteurs génétiques et environnementaux influençant l'âge de la puberté	~ ~ ~ ~ ~ 54
10.	Schéma Gonadotrope	~ ~ ~ ~ ~ 56
11.	Le pic de la teneur minérale osseuse chez les garçons relative à l'âge chronologique (pbm _{cv} = la vitesse du pic de la teneur minérale osseuse)	~ ~ ~ ~ ~ 58
12.	La valise anthropométrique	~ ~ ~ ~ ~ 73
13.	Compas d'épaisseur à bouts olivaires	~ ~ ~ ~ ~ 73
14.	Pince à plis	~ ~ ~ ~ ~ 74
15.	Régression linéaire VO ₂ max / âge des sujets (12,7±0,8 ans)	~ ~ ~ ~ ~ 100
16.	Régression linéaire VO ₂ max / Taille des sujets (12,7±0,8 ans)	~ ~ ~ ~ ~ 100
17.	Régression linéaire VO ₂ max / Poids des sujets (12,7±0,8 ans)	~ ~ ~ ~ ~ 100
18.	Régression linéaire du Test 1200m / Taille des sujets (12,7±0,8 ans)	~ ~ ~ ~ ~ 100
19.	Régression linéaire VO ₂ max / Point tibial des sujets (12,7±0,8ans)	~ ~ ~ ~ ~ 102
20.	Régression linéaire Test 1200m / Point tibial des sujets (12,7±0,8ans)	~ ~ ~ ~ ~ 102
21.	Régression linéaire du VO ₂ max / Point radial des sujets (12,7±0,8ans)	~ ~ ~ ~ ~ 102
22.	Régression linéaire du VMA / Point radial des sujets (12,7±0,8ans)	~ ~ ~ ~ ~ 102
23.	Régression linéaire VO ₂ max / Périmètre thorax des sujets (12,7± 0,7ans)	~ ~ ~ ~ ~ 104
24.	Régression linéaire VO ₂ max / périmètre du bassin des sujets (12,7± 0,7ans)	~ ~ ~ ~ ~ 104
25.	Régression linéaire VO ₂ max / périmètre de la cuisse des sujets (12,7±0,8ans)	~ ~ ~ ~ ~ 104

52. Tracé des corrélations des composants du poids du corps et des tests physiques avec les composantes principales du groupe général ~ ~ ~ ~ ~ 139

53. Tracé des corrélations des indices somathotypiques et des tests avec les composantes principales du groupe général ~ 141

54. Tracé des corrélations des composantes principales avec des longueurs du corps des sujets de 11 ans ~ 151

55. Tracé des corrélations des composantes principales avec des longueurs du corps des sujets de 12 ans ~ 152

56. Tracé des corrélations des principales composantes avec des longueurs du corps des sujets de 13 ans ~ 152

57. Tracé des corrélations des composantes principales avec des périmètres corporels des sujets 11 ans ~ 155

58. Tracé des corrélations des composantes principales avec des périmètres corporels des sujets 12 ans ~ 155

59. Tracé des corrélations des composantes principales avec des périmètres corporels des sujets 13 ans ~ 156

60. Tracé des corrélations des composantes principales avec les composants du poids corporels des sujets 11 ans ~ 159

61. Tracé des corrélations des composantes principales avec les composants du poids corporels des sujets 12 ans ~ 159

62. Tracé des corrélations des composantes principales avec les composants du poids corporels des sujets 13 ans ~ 160

63. Tracé des corrélations des composantes principales avec les indices de développement physique des sujets de 11 ans ~ 163

64. Tracé des corrélations des composantes principales avec les indices de développement physique des sujets de 12 ans ~ 167

65. Tracé des corrélations des composantes principales avec les indices de développement physique des sujets de 13 ans ~ 167

66. Tracé des corrélations des composantes principales avec les indices somathotypes des sujets de 11 ans ~ 168

67. Tracé des corrélations des composantes principales avec les indices somathotypes des sujets de 12 ans ~ 170

68. Tracé des corrélations des composantes principales avec les indices somathotypes des sujets de 13 ans ~ 171

69. Tracé des corrélations des composantes principales avec les tests physiques des sujets de 11 ans ~ 171



INTRODUCTION

Introduction

Actuellement dans la pratique de l'athlétisme en algérie, on compte chaque année près de 350 associations, structures et clubs sportifs actives en pratiquant la discipline de la course à pied sur les distances de demi-fond. Dont, on qualifie l'enfant algérien par sa nature, qu'il est demi-fondiste. Aussi, on classe cette épreuve sportive, comme une pratique populaire et parmi les spécialités les plus répandues et largement pratiquées dans notre pays. En outre, un très grand nombre des catégories jeunes animent cette spécialité au cours des compétitions nationales. On remarque qu'ils portent plusieurs signes talentueux, qui leur permettent de suivre le chemin de haut niveau. Cette attitude d'excellence sportive chez cette population de jeunes, se manifeste tout le temps pendant les criteriums nationaux ; ou ils réalisent des performances remarquables (record). En revanche, sans être accompagnés par une expertise ou suivi technique et méthodologique, qui leur pourrait éviter la déperdition et l'échec de ne plus pouvoir suivre une carrière d'athlètes de haut niveau.

A priori, les structures d'athlétisme chargées de la mission de la détection des jeunes talents sportifs doivent essentiellement oeuvrer à l'élaboration d'un modèle systématique et méthodologique relatif au volet de la détection des jeunes talents, algérien, coureurs de demi-fond. Afin, de donner l'opportunité d'exploiter leurs capacités et accéder au statut d'athlète d'élite. Et de mettre en application des guides techniques, déterminants cet aspect au profit des entraîneurs et aux organes sportifs chargés de cette épreuve. Ainsi, d'éviter la déperdition des jeunes talents et de les orienter vers la spécialisation athlétique appropriée, selon son don et ses qualités intrinsèques, dont possède l'enfant algérien.

Actuellement, notre préoccupation s'inscrit pour l'étude de la tranche d'âge 11,12 et 13 ans ; qui est caractérisée par une proportion élevée de nombre de pratiquants compétiteurs. Ils réalisaient des performances remarquables. On enregistre toujours et presque un record d'algérie chaque deux ans (FAA, 2020). Ce constat important nécessite la mise en œuvre et l'exploitation directe de l'aspect scientifique de la détection sportive, en tant que facteur essentiel de l'excellence sportive ; qui accompagne le jeune talent sportif, au sein d'un modèle pluriannuel d'entraînement sportif systématique et validé par des règles méthodologiques générales et spécifiques, (Vladimir, L et al., 2014).

Les jeunes de cette tranche d'âge, que nous voulons investir à ce sujet, subissent des charges d'entraînement bien définies, soit par un cadre de jeux et loisirs limité et dans la plupart des cas par le biais des charges d'entraînement intensives ; afin de participer aux

compétitions locales et nationales. Où vers l'âge de 12 et 13 ans, le régime de l'entraînement peut atteindre 20 heures par semaine pour des périodes s'étalant de 6 à 11 mois par an, (Platonov 1984).

Déterminer l'aspect de la détection pour de telle opération, inflige l'étude et la définition des caractères morphologiques et fonctionnels des populations jeunes au niveau d'une spécialité donnée. Concomitamment à cela ; Toivo Jûrimâe, et Jaak Jûrimâe, (2000), présenterent dans une étude relative aux caractéristiques de la croissance et de développement moteur chez les enfants pré- pubères. En faisant la détermination des propriétés anthropométriques et motrices spécifiques à cette période d'âge pré pubère. Dans le même contexte, Armstrong et Jûrimâe, (2009)., ont défini aussi les particularités de l'influence de l'exercice physique sur la croissance et spécialement la densité minérale osseuse (DMO), chez les enfants nageurs (10-16 ans), aussi sur les différents segments et compositions corporelles (IMC).

Dans une étude transversale, Bailey et MC Culloch, 1990, ont comparé les différences de la densité osseuse calcique et la teneur minérale distale du radius (BMC), chez les joueurs de football adolescents, les nageurs de compétitifs et des sujets témoins, âgés de 13 à 17 ans. Les résultats concernant la densité trabéculaire osseuse calcique indiquent une tendance qui peut être cliniquement significative, qui peut justifier une étude plus approfondie. Les nageurs avaient la densité osseuse la plus faible chez les deux sexes. Alors que, les joueurs de football avaient la densité osseuse la plus élevée à ce site de mise en charge ($F = 2,54, p < 0,08$). Aucune différence en ce qui concerne la BMC du radius distal n'a été observée entre les groupes d'activité ou entre les deux sexes.

Gustav Bala et al., (2009), exposa dans une étude portée sur des mesures de huit caractéristiques anthropométriques et une batterie de sept tests moteurs, qui ont été appliqué sur une population Serbe de 1170 enfants, des deux sexes, âgés de 4 à 7,5 années décimales. Les relations entre les caractéristiques anthropométriques et les capacités motrices ont été analysés à l'aide de matrices d'inter corrélation et d'une analyse de corrélation canonique. Donnant des différences significatives entre les sexes ont été constatées dans les caractéristiques anthropométriques, c'est-à-dire que les valeurs de croissance osseuse en longueur étaient plus élevées chez les garçons ; tandis que les valeurs de voluminosité et de tissu adipeux sous-cutané étaient plus élevées chez les filles. Il y avait des différences significatives dans le fonctionnement de la coordination motrice, le

mécanisme de régulation synergique et le mécanisme de contrôle de la durée d'excitation, qui atteignait des valeurs plus élevées chez les garçons, alors que le fonctionnement du mécanisme de régulation du tonus a montré des valeurs plus élevées chez les filles.

Dans une étude longitudinale, portée sur les enfants canadiens, pré- pubère de la classe sport étude ; Léone et Larivière, (1998), ont définis les caractéristiques morphofonctionnelles ; où il a été noté qu'un très grand nombre de fortes corrélations entre les variables anthropométriques et motrices se retrouvaient durant l'âge moins de (13,25 ans).

Neil, A et al., (1990), décrit dans une étude portée l'objet corrélationnel entre les indices moteurs et quelques indices anthropométriques par le test t Student ; dénote une corrélation significative entre le pic d'O₂, évalué à (42±5 (ml.kg-1.min-1) et la stature, d'une moyenne de (156 ±0,11cm) à seuil de p<0,01 à r=0,81 et aussi avec le poids (47,3±11,18 kg) à r=0,81. La valeur Sum des 03 plis cutanés (19,5±9,9 mm) est négativement corrélée au pic d'O₂ à seuil de < 0,05 et r= -0,57 chez une population de garçons, âgés de 13,2±1.3 ans.

Ducherty et al., (1991), a examiné les caractéristiques de la performance aérobie, anaérobie et la force chez 52 enfants (10,8 ans). Les garçons ont démontré des valeurs plus élevées de puissance aérobie maximale, de performance anaérobie (en particulier en fonction du poids corporel) et de force par rapport à la masse maigre. Les résultats de corrélations canoniques indiquent une forte relation entre certaines variables anthropométriques et de performances (r=0,94). Pour les garçons, la taille et le poids étaient étroitement liés à la performance anaérobie, tandis que le poids et le volume de la cuisse étaient étroitement liés à toutes les mesures de la performance.

Malina, (1975), indique dans cette étude qu'il existe des corrélations entre la stature, le poids et la performance motrice lors des tests couramment utilisés en études durant l'adolescence sont généralement faibles, dans le même sens comme ceux de la période pré pubère. (Espenshade, 1963 ; Gross and Casciani, 1961 ; Montoye et al., 1972) ont estimé que plusieurs relations entre l'âge, la stature et le poids représente 25% de la variance du test de la course, le saut et le lancer de poids chez les enfants de 12 à 15 ans, cependant un % réduit de la variance de la performance qui peut être expliqué par l'âge la stature et le poids implique la signification d'autres facteurs (motivation, degré de maturité...etc) durant la puberté. La variation du degré de développement et le seuil de maturité de l'adolescence peut contribuer significativement à la forme de la corrélation quand le statut différentiel de

la matrice et la taille et le poids est tout à fait évident chez le jeune âge chez les garçons et les filles. (Hebbenlinck and Postma, 1963 ; Reindau et al., 1958).

Compte tenu, de ces diverses théories et résultats des recherches menés à ce sujet. Notre préoccupation majeure s'articule principalement autour de la question centrale de notre thème de recherche, présentée ainsi :

Problématique :

La revue de la littérature a mis en évidence l'existence partielle, voir même une insuffisance concernant les études consacrées à la résolution du problème de présentation où de production de modèle où d'une expertise spécifique relative aux critères de la détection et la prédiction de la performance chez les jeunes athlètes, algériens, coureurs des distances de demi-fond, (11, 12,13 ans). Car ce manque apparant, généré par l'inexistence des données, des études de recherches et des concepts technico-pratiques relatifs aux paramètres morpho-fonctionnels, spécifiques à la détection et l'identification des jeunes talents coureurs de demi-fond. Qui se trouvent en grande masse et au-delà des résultats historiques réalisés soit, sur le plan international, où national.

Devant ce fait, il est souhaitable d'établir une étude, qui sert d'approche où d'expertise méthodique et pratique issue des investigations statistiques examinées à partir des paramètres anthropométriques et moteurs au sein de cette population. Et de cerner notre question relative à ce sujet ainsi :

Est- ce qu'il existe des relations fiables examinées par le biais d'un traitement statistique par la méthode de corrélation, (Bivariée et multidimensionnelle), entre les caractères morphologiques et fonctionnels et aussi entre les caractères morphologiques. Afin, d'identifier et déterminer les indices spécifiques à l'identification des jeunes talents, algériens, coureurs des distances de demi-fond ?

A partir de cette question centrale, s'émanent les questionnements partiels de l'ordre suivant :

Quel est la description du caractère anthropométrique et moteur des jeunes, algériens, coureurs des distances de demi-fond, de la tranche d'âge (11,12 et 13 ans) ?

Est-ce qu'il existe une relation statistique examinée entre les caractères fonctionnels et morphologiques, par le biais de la méthode statistique de corrélation Pearson (Bivarié) chez le groupe d'âge (12,7±0,8ans) de notre population ?

Est-ce qu'il existe une relation statistique entre les caractères anthropométriques et moteurs, examinés et vérifiée par la méthode statistique multidimensionnelle de l'analyse de la composante principale (ACP), chez l'échantillon de notre étude (12,7±0,8ans) ?

Est-ce qu'il existe de corrélations traitées par l'analyse multidimensionnelle de l'ACP, entre quelques les caractères anthropométriques pour chaque tranche d'âge (11, 12,13 ans). Et quelle est la nature de similitude de corrélats qui existe selon cette analyse ?

Objectifs :

Compte tenu de la problématique énoncée, les objectifs de notre travail sont :

Définir et mettre en évidence le profil anthropométrique et moteur des enfants, algériens (11, 12,13ans), garçons pratiquant les épreuves de course de demi-fond.

Etablir un modèle technico-pratique servant d'outil pour les entraîneurs et aux instances chargées de la mission de détection des jeunes talents, afin, d'investir et cerner le problème de la littérature et de l'expertise confronté à ce sujet.

Examiner le degré de relation statistique entre les variables morphologiques et fonctionnelles. Afin, de présenter ce lien en tant que critère spécifique au problème de la détection et l'identification des jeunes talents demi fondistes.

Sélectionner les variables morphologiques les variables fonctionnelles les plus représentatives pour cette catégorie de population d'âge.

La sélection à travers les méthodes multidimensionnelles des caractères anthropométriques les plus représentatifs ; qu'à la fin, nous les proposons comme indices de détection de talents en épreuves de courses de demi-fond.

De sélectionner à travers la méthode statistique multidimensionnelle, les indices les plus représentatifs, comme proposition d'indices de la détection et la prédiction de la performance chez les jeunes talents, coureurs de demi-fond.

Les taches de la recherche :

Afin d'atteindre les objectifs assignés à notre travail.Nous nous réalisons les tâches de recherche suivantes :

- La réalisation des investigations anthropométriques et des tests physiques.
- D'étudier les différents caractères anthropométriques et physiques des jeunes athlètes dela tranche d'âge 11-12-13 ans à travers les analyses statistiques descriptives.
- D'analyser les indices de développement physiques à travers les méthodes de calcul des différents indices anthropométriques.
- Examiner le lien corrélatif entre les caractères anthropométriques et les caractères moteurs de notre échantillon général et de chaque tranche d'âge par la méthode Bivariée et Multifactorielle.
- Présentation, analyse et interprétation des résultats.

▪La synthèse des différents résultats des chapitres et en extraire une éventuelle approche opérationnelle qui peut résoudre le problème ou d'en apporter des éclaircissements.

L'hypothèse générale :

Tester l'hypothèse sur laquelle, une étude statistique par le biais de la méthode de corrélation (Bivariée et multidimensionnelle), examinée sur les paramètres morphologiques et fonctionnelles ; nous permet d'extraire et affirmer l'existence des relations corrélatives significatives entre ces deux paramètres chez la population des jeunes talents, coureurs des distances de demi-fond, algériens (11, 12,13 ans).

Les hypothèses partielles :

Afin de répondre aux questions précédentes, nous formulons les hypothèses suivantes :

1-Nous supposons qu'il existe des relations statistiques significatives examinées par le biais de la méthode statistique de corrélation Pearson (Bivariée), entre les caractères fonctionnels et morphologiques, chez le groupe d'âge de notre population ($12,7 \pm 0,8$ ans).

2-Nous supposons qu'il existe des relations statistiques significatives vraisemblables, examinées par la méthode statistique multifactorielle, de l'analyse de la composante principale (ACP), entre les caractères moteurs et anthropométriques chez l'échantillon de notre étude ($12,7 \pm 0,8$ ans).

3- Nous supposons qu'il existe des corrélations statistiques significatives examinées par le biais de la méthode l'analyse multidimensionnelle de l'ACP, entre quelques caractères anthropométriques pour chaque tranche d'âge, (11, 12,13 ans).

Définitions des concepts :

Afin de cerner notre thème, nous nous sommes intéressés à définir les principaux concepts, qui sont en étroite relation à notre thème de recherche à savoir : morpho-fonctionnel ; détection sportive ; jeunes talents sportifs en course de demi-fond.

Morpho fonctionnel est composé de mots, morphologie et fonctionnel.

La morphologie : Le terme morphologie provient de mot grec : «morphe» qui signifie forme et «logos» science.

La morphologie est définie comme étant la science qui étudie la forme et la structure externe de l'être humain. Selon Olivier (1971), c'est l'étude des formes humaines sur le plan interne (anatomie) et externe (anthropométrie). Aujourd'hui, elle est considérée comme étant l'une des sciences les plus révélatrices du siècle. Vrijens. et al., (1982) avait défini la

morphologie comme étant le résultat de l'interaction des facteurs endogènes (héréditaire) et exogènes (externes) parmi lesquels on retrouve la pratique intensive de haut niveau.

La biométrie et l'anthropométrie sont les moyens utilisés pour l'appréciation de lamorphologie humaine. La biométrie vise à l'exploitation des données chiffrées tandis que l'anthropométrie se rapporte à la technique de mensuration du corps.

Fonctionnel : désigne les fonctions internes et externes assurée par l'ensemble les organes respiratoires, circulatoire, musculaire et osseux pour produire un mouvement donné.

La consommation maximale d'oxygène VO₂ max :

En course de longue durée, le plus grand volume d'oxygène pouvant être consommé par minute et par kilogramme de masse corporelle (VO₂ max, en ml.kg-1.min-1), c'est-à-dire le débit maximal ou la puissance maximale du métabolisme aérobie, est positivement corrélé à la performance (Foster, 1983).

La vitesse maximale aérobie :

La vitesse maximale aérobie (VMA) est l'intensité de travail que l'on développe au cours d'un effort dont la dépense énergétique correspond à la consommation d'oxygène maximale ou puissance maximale aérobie. Autrement dit, la VMA peut se définir comme la vitesse de course suffisante pour faire appel à la puissance maximale aérobie (VO₂ max). Il s'agit donc pour nous, d'une vitesse de référence essentielle pour le développement des capacités aérobies, et qui englobent principalement : la puissance maximale aérobie et l'endurance aérobie.

L'endurance, qui est la capacité psychophysique de pouvoir résister à la fatigue selon Weineck (1997), peut revêtir diverses formes et nous nous limiterons à sa forme associée à la mobilisation d'énergie musculaire aérobie. D'où la notion d'endurance aérobie que l'on définit généralement comme la faculté ou la capacité de maintenir le plus longtemps possible un pourcentage élevé de sa puissance maximale aérobie. Le critère d'évaluation de l'endurance peut être le temps pendant lequel un sujet est capable de soutenir une intensité donnée. Cette intensité pouvant être la VMA (train maximal imposé ou TMI ; (Bertoin, et al.,1997) ou un certain pourcentage de VMA selon l'aptitude des enfants

Les courses de demi-fond :

Dans la pratique de l'athlétisme sur la scène compétitive mondiale et internationale, les épreuves de course de demi- fond se déroulent sur la piste en extérieur ou en salle, sur route, ou sur terrain naturel (Cross-country). Généralement, les distances sur piste vont du 800 au 3000 mètres .Cela concerne donc le 800 mètres, le 1500 mètres et le 3000 mètres

steeples qui sont des disciplines Olympiques, d'autres distances sont aussi conclues dans la tablette du demi-fond : le 1000 mètres, le mile (1609 m), le double mile, le 2000 mètres et le 3000 mètres plat. (Wikipedia, 2020).

La détection des jeunes talents :

La détection des talents : détecter et déceler ce qui est caché afin de savoir si, parmi une grande population de jeunes sujets pratiquants ou non, certains ont plus de chance d'acquérir à long terme les capacités requises par l'exercice d'une ou d'un groupe d'activités pratiquées au plus haut niveau. L'ensemble des aptitudes et habiletés supérieures, naturelles ou acquises, dans un genre d'activité donné définit le «talent», concept auquel nous substituerons la notion de «sujets présentant des potentialités supérieures», qui nous semble moins définitives et mieux adaptée (cazorla, 1984). Dans la littérature, il y'a des tests cardio-respiratoires et moteurs destinés à l'évaluation de l'aptitude physique et du développement des enfants d'âge tout âge. D'autres tests plus spécifiques (techniques, biologiques, psychologiques) seront utilisés.

Les mesures anthropométriques :

Les plans et points anthropométriques :

Toutes les mesures se font dans des plans précis.

Le plan frontal (vertical) divise le corps en parties antérieure et postérieure.

Le plan sagittal (vertical) perpendiculaire au plan frontal, divise le corps en parties droite et gauche.

Les mesures se font en fonction des points anthropométriques bien évidents et facilement repérables (osseuses, épines, apophyses, tubérosités, condyles, bords des os, les plis de la peau, pli fessier, éléments spécifiques, mamelons, nombril, etc...).

Les mesures retenues sont :

Les dimensions longitudinales :

L'évaluation de la plupart des paramètres longitudinaux comprend les mesures allant du sol à la hauteur des points anthropométriques. En faisant la soustraction des hauteurs des différents points, nous obtenons les données des segments corporels. Les mesures se font avec l'anthropomètre, placé dans une position strictement verticale, les écarts même légers menant à des erreurs considérables. Le chercheur se trouve à droite par rapport au sujet, en tenant l'anthropomètre de la main droite. Avec la main gauche, les mesures se font normalement sur le côté droit du sujet et nous commençons par les points les plus hauts.

Les mesures transversales ou diamètres du corps :

Sur le plan frontal, les mesures se prennent avec la branche supérieure de l'anthropomètre par les réglettes droites ou courbées et avec le compas d'épaisseur ou pied à coulisse. La pression des branches sur les tissus mous doit être régulière. Le petit compas d'épaisseur à bouts olivaires est utilisé pour mesurer les diamètres ou la distance entre deux points dans un plan transversal. Quant aux grands diamètres transversaux et sagittaux du corps, ils se mesurent avec le grand compas.

Les circonférences :

L'ensemble des mesures relatives aux circonférences du corps sont déterminées avec un mètre ruban (gradué en cm). A titre indicatif, lors des mensurations, il est nécessaire de prendre les précautions suivantes :

Le chargé des mensurations doit faire face au sujet et placer le mètre ruban horizontalement à la partie du corps à mesurer. Le mètre ruban doit entourer la partie mesurée sans provoquer la moindre déformation. La mensuration faite, il ne doit y avoir aucune marque de l'étreinte du mètre ruban sur la peau.

Les plis cutanés :

La mensuration des plis cutanés, et plus particulièrement celle des panicules adipeuses, se réalise avec la pince à plis. Pour les besoins de notre recherche, nous avons utilisé la pince à plis «Lange». En ce qui concerne les procédures de mensuration, il faut veiller à ce que la pression des pieds de l'appareil ne dépasse pas 10g/mm² de surface cutanée.

Indices du développement corporel : L'ensemble des indices de développement physique sont les indicateurs de l'état de santé ou elle est mesurée et quantifiée à l'aide de la biométrie pour en donner des valeurs explicables à celle-ci, ils sont répertoriés dans notre thèse dans le chapitre, organisation de la recherche.

Les composants de la masse corporelle :

L'évaluation de la composition corporelle est d'un grand intérêt en physiologie, nutrition et morphologie. Elle sert d'indicateur indirect de l'équilibre énergétique de l'organisme.

Elle représente également beaucoup d'importance pour les chercheurs scientifiques dans le domaine du sport et de l'éducation physique (Wilmore, 1983) et notamment en raison de l'existence entre cette composition et la performance. Pour la détermination des composants de la masse corporelle, nous avons utilisé les formules de Mateigka (1921).

L'approche ou méthode de la Sum Σ des plis cutanés :

L'approche anthropométrique la somme des valeurs des neufs (09) des plis cutanés utilisée dans notre recherche est aussi indiquée dans des récentes recherches. Toivo Jürimäe (2001) a utilisé la Σ des 09 plis, Jackson et al., (1980), a utilisé la méthode de la Sum sept (07) plis de l'auteur Peterson et al ;(2003) a utilisé 04 plis pour la nouvelle formule relative au (% Fat).

Les proportions corporelles sont l'ensemble des rapports de longueur des parties du corps chez une personne donnée ou statistiquement dans un groupe ou population, et déterminée pour une part par le génome. L'âge intervient aussi puisqu'il est notoire que la proportion de la tête au reste du corps est plus grande chez le nouveau-né.

Les surfaces du corps : Les recherches en morphologie sportive accordent une grande importance à la détermination de la surface du corps, car cet indice largement utilisé indique le degré du développement physique, or beaucoup de chercheurs déterminent la surface corporelle par méthode de calcul des mesures de la taille et le poids. Plus l'indice de la surface corporelle est grand et plus le développement physique est meilleur. Pour notre travail, nous avons choisi les méthodes des surfaces corporelles.

Somatotypie de Heath-Carter :

La méthode de Heath et Carter est basée sur des mesures anthropométriques directes : La masse corporelle, taille, épaisseur des plis cutanés et circonférences.

L'endomorphisme du sujet : Il faut additionner les valeurs des plis cutanés du triceps, sousscapulaire et supra-iliaque. On obtient un résultat du premier composant.

Le mésomorphisme du sujet : Pour évaluer le mésomorphisme, Heath et Carter, nous proposons d'utiliser les mesures suivantes :

- 1) La stature en cm (height).
- 2) Le diamètre distal du bras en cm (humerus width).
- 3) Le diamètre distal de la cuisse en cm (femur width).
- 4) Circonférence du bras sans le pli cutané tricipital en cm (biceps girth).
- 5) Circonférence de la jambe sans le pli cutané du mollet en cm (calf girth)
- 6) La masse corporelle en kg (weight).

Après calcul, le résultat trouvé correspond à la composante mésomorphique.

L'ectomorphie du sujet : Le degré d'ectomorphie s'obtient en calculant l'indice pondéral de Sheldon, c'est-à-dire en divisant la taille par la racine cubique de la masse corporelle.

Indice Seuil de maturité :

(Matsudo et Matsudo, 1993). Mirwald et al.,(2001) ont développé une technique anthropométrique basée sur les données biométriques pour évaluer le Seuil de maturité afin d'éviter la complexité des autres méthodes invasives et techniques critiquées. Cette approche est largement approuvée car elle requiert seulement l'âge décimal et des simples mesures du poids corporel, la stature et la taille assis. La longueur de la jambe est requise par soustraction de la taille assis par la stature. Ces données sont ensuite substituées dans une Equation de régression et une période avant et après le pic de croissance est juste calculé. Cette technique ou méthode possède une précision compensatoire d'une valeur de -0,4 an du seuil de maturité des garçons. Selon l'équation suivante :

Hommes :

Seuil de maturité = $-9,236 + (0,0002708x (\text{Longueur du membre inférieur} \times \text{la taille assis})) + (-0,001663x (\text{Age} \times \text{la longueur du membre inférieur})) + (0,007216x ((\text{Age} \times \text{la taille assis})) + (0,02292x (\text{Poids} / \sqrt[3]{\text{la stature}}))$.

Les concepts utilisés :

Paramètre : selon Larousse est la grandeur mesurable permettant de présenter de façon plus simple et abrégée les caractéristiques principales d'un ensemble statistique, aussi, si la fonction de laquelle on explique les caractéristiques essentielles d'un phénomène ; nom donné à certain coefficient, à certaines quantités, autres que les variables ou l'inconnue, en fonction desquels on peut exprimer une proposition ou les solutions d'un problème.

En informatique, variable dont la valeur, l'adresse ou le nom ne sont précisés qu'à l'exécution du programme.

Aspect : Manière dont quelqu'un ou quelque chose se présente à la vue ; apparence, extérieur. (Ling), Ensemble des procédés qui permettent d'exprimer la manière dont le sujet parlant envisage le procès par le verbe.

Caractéristique : Ce qui constitue le caractère distinctif, le trait dominant de quelque chose, de quelqu'un, ce qui caractérise quelqu'un ou quelque chose.

Caractère : Signe écrit ou gravé appartenant à un système d'écriture, de notation. Aspect typique, original de quelque chose. Aspect particulier, qualité de quelque chose.

Indice : Objet, fait, signe sur la trace de quelque chose. Ce qui signale dénote, annonce quelque chose ; signe, marque. Nombre permettant de résumer et de caractériser la variation relative d'une grandeur simple ou complexe entre deux situations, dont l'une sert de base.

Redondance : Caractère d'un énoncé qui réitère, sous plusieurs formes différentes, un même trait signifiant.

Identification : Action d'identifier, d'établir l'identité de quelqu'un : L'identification d'un tableau, processus par lequel un sujet présente son identité. (Psycho) Activité d'un sujet qui rapproche une information actuelle avec une information précédente, déjà élaborée sous forme d'un schéma, l'identification est à la base de la perception.

Détermination : Déterminer quelque chose, c'est définir avec précision, caractère de ce qui n'est pas défini.

Les études similaires :

Première étude : (Aloui, M. (2016)

Les indices référentiels de la sélection et d'orientations des jeunes coureurs de demi-fond en athlétisme- cas d'étude certaines Wilayas de l'est de l'algérie.

Referencials Indexes of selection and orientation of young's runner in middle distance in Athletics- a case of study in east Algeria.

Thèse de doctorat ; Aloui Mounir. 2016. Université d'Alger 3, STAPS Sidi Abdellah.

Cette étude était menée sur la tranche d'âge 12 et 13 ans, n=231, les sujets de la région de l'est de l'algérie. Le but de cette étude consiste à déterminer les indices référentiels de certains caractéristiques anthropométriques, physiologiques et physiques chez les jeunes coureurs de demi-fond en athlétisme et cela pour faciliter la tâche et de résoudre le problème lié à la sélection et l'orientation des jeunes débutants.

Pour cela une étude comparative (Annova), et par la méthode descriptive. Les tests anthropométriques (taille, poids, longueur, membre inferieur, poids maigre, masse grasse, indice de skel, indice de kaup). Les tests physiologiques (VO₂max, VMA, test mini Cooper de 6') pour le test physique de terrain (la course de 1200m, 2000m).

L'analyse statistique des données a montrée l'existence de différences significatives dans l'ensemble des paramètres ; à seuil = α 0,05 entre l'indice de Skéle, LMI, composant osseux, la masse musculaire, la masse corporelle, avec l'indice de course de 1200m à l'égard des autre indices, cela fait que

Le chercheur a recommandé aux entraîneurs la nécessité d'utiliser des mesures anthropométriques, physiologiques lors de la sélection et l'orientation des jeunes débutants.

Deuxième étude : (Berbagui, B., 2013)

Détermination des caractéristiques Morpho-fonctionnelle de la détection des jeunes talents, pré pubères, coureurs de demi-fond, (11, 12,13 ans), cas de la Wilaya de Sétif.

Determination of the morpho functional characteristics of the young talents detection, Pre pubertal (11, 12, 13 years), runners of middle distances. mémoire de Magister (2013), INF/STS Dely Ibrahim, Alger.

L'objectif de la recherche est de déterminer les caractéristiques morpho- fonctionnelles de la prédiction de la performance chez une population de jeunes coureurs pratiquants en entraînement et compétitions les distances de demi-fond en période pré pubère (11, 12,13 ans), n=97, des clubs d'athlétisme de la Wilaya de Sétif.

Une analyse de corrélation (Bivariée-Pearson), entre les caractères Anthropométriques (l'ensemble des variables mesurées et variables calculées), et de tests physiques (VO_2max , test vitesse, coordination endurance vitesse, force explosive). Aucune relation statistique significatives entre les indices morphologiques et moteurs n'a été prouvée à $\alpha=0,05$, en concomitance à d'autres travaux.

L'autre volet réalisé au même objectif, par méthode (ACP), de corrélation entre quelques caractères Anthropométriques (variables mesurées) de chaque tranche d'âge, nous donne des corrélations importantes avec les composantes principales, comme élément de la détection à ce sujet ; tel que : la circonférence thoracique, LMI, diamètres Biacromial et Bicrétal, la taille assis, longueur de la cuisse.

Ces corrélats peuvent être intéressantes, employées comme modèle, qui répond aux préoccupations des entraîneurs pour le volet de la détection et la découverte des jeunes talents, coureurs de demi-fond à cette période d'âge.

Troisième étude : Chiara, M et al., (2010)

Chiara, M., Bertolamin, O., Bertusco, M., Verlato, G & Zancarano, C. (2010). Anthropométrie et capacité motrices chez les enfants, 6-12 ans. Journal of Human Sport & Exercise, Vol 5, N° 2, pp. 265-279. University of Verona, Italy.

Anthropometry and motor fitness in children aged 6-12 years.

Le but de cette investigation était d'évaluer la possibilité de relation entre les paramètres anthropométriques (sélectifs) et les capacités motrices des enfants de 6 à 12 ans. Standard anthropométrie et la mesure des plis cutanés ne sont pas comptées avec le saut de saut en longueur pour la force explosive et pour économiser de l'énergie, on utilise qu'un seul essai et le test de 30 m vitesse lancer, Dont un échantillon de 221 enfants (103 garçons et 49 filles).

Les mesures anthropométriques étaient effectuées selon le protocole et procédures de mesures de (Lohman et al., 1988). Le poids, la stature, le BMI (kg/m^2), le périmètre du

bassin, aussi la proportion Taille/ périmètre du bassin est calculé, les indices de surpoids et d'obésité utilisés selon le protocole de Cole et al., (2000).

La mesure des plis cutanés : Triceps, subscapulaire, la poitrine, abdominal, frontal cuisse se font avec Harprnder Caliper selon la procédure (Norton & Olds, 1996). La densité corporelle est évaluée selon l'équation Poplawska et al.,. Ces tests sont faciles à administrer et recommandés (Van Praagh et al., 1990).

Statistique : Les enfants sont classés par âge (6-7ans, 8-9ans, 10-12ans). La différence significative entre les sexes concernant les paramètres Anthropométriques et les qualités motrices est évaluée par Anova, pour les quantitatives variables, La corrélation entre les variables Anthropométriques (BMI, la Sum des 5 plis cutanés) avec les mesures Anthropométrique et les tests physiques (saut en longueur et 30m vitesse) entre chaque sexe et à l'intérieur de chaque groupe d'âge. L'analyse des données se fait par STATA® version 10.1 (Stata Corp, College Station, Texas, USA).

Résultats : Concernant la tranche d'âge relative, qui se concorde avec la tranche d'âge de notre étude ; nous présentons les caractéristiques Anthropométriques et physique de cette population de la présente étude :

Sujets classe 10-12 ans, n=37. BMI =17,7 kg/m², la Sum des plis cutanés= 53,3mm, périmètre de la poitrine= 62 cm, 30m vitesse départ lancer = 5,2 m/s, saut en longueur sans élan= 1,57m, indice de surpoids (Obésité) = 7 (19%). Dans cette étude comporte la tranche d'âge similaire à la nôtre ne marque aucune corrélation significative entre les paramètres Anthropométriques (BMI, circonférences ventre, Sum des plis cutanés), croisée avec les capacités motrices (30m vitesse, saut en longueur) examinés par Spearman rank-order correlation coefficient.

En concomitance, des études antérieures que le phénomène de la croissance et la composition corporelle affectent la forme physique des enfants, (Pate RR., 1989 ; Taylor & Baranowski, 1991 ; Malina, et al., 1995 ; Pejčić et al., 2004). En général la masse adipeuse affecte négativement la performance et la santé. (Cureton et al., 1991 ; Malina, 1995). La stature est en relation avec les éléments de la forme physiques chez les enfants ; la relation entre la composition corporelle et le paramètre fonctionnel chez les enfants, nous avons constaté que la graisse sous cutané (Sum des plis) est négativement corrélé au test de saut en longueur, et une corrélation limitée avec le test de vitesse.

Lorsque les sujets sont classés par Rang d'âge et de sexe, les garçons de rang 6-7 ans sont corrélés en corrélation réversibles avec les plis cutanés et le test de vitesse ; par contre les filles du rang plus de 8 ans sont en corrélation négative avec l'indice Sum des plis et le

test de saut en longueur. Dans l'ensemble la graisse sous cutanée est un bon indicateur de la capacité physique plus meilleurs que l'indice IMC chez les enfants. Raudsepp et Päll (1999), ont trouvé que la Sum des ciq (5) plis cutanés est négativement corrélés à la capacité motrice chez les filles de 7-9ans. Ellery (1991), n'a trouvé aucune corrélation entre les plis cutanés et le rendement de la capacité motrice. Cependant, la relation entre l'indice de la composition corporelle et l'indice moteur a été confirmé dans plusieurs études, (Hensley et al., 1982 ; Pissanos et al., 1983 ; McKenzie et al., 2002). Contrario aucune étude n'a démontré l'influence de l'IMC ou de la taille sur la performance de l'indice fonctionnel.

Okley et al., (2004), ont prouvé que la capacité des enfants a exécuté les actions motrices est significativement lié à l'indice Anthropométrique du périmètre de la poitrine ; (Tokmakidis et al., 2006), ont trouvé chez les enfants Sud- africains de 7-14 ans, l'indice IMC est positivement corrélé au test de saut en longueur sans élan (Monyeki et al., 2005).

Chez l'enfant en période de croissance de développement linéaire du poids, la taille et le composant musculaire sont importants pour la force musculaire, qui augmente linéairement au cours de la puberté.

Quatrième étude : Palgi.Y., Gutin.B., Young.J& Alejandro.D.(2008).

Facteurs physiologiques et anthropométriques sous-jacents aux performances d'endurance chez les enfants, Inter Journal Sport Medecine, 5(2), pp.67-73.

Anthropometric and physiologic factors underling at the endurance performance in the childrens.

Cette étude a examiné la relation entre la performance d'endurance et plusieurs mesures de la forme aérobie, anaérobie et les mesures morphologiques chez 30 filles et 28 garçons âgés de 10 à 14 ans. Un test sur tapis roulant en plusieurs étapes a été utilisé pour évaluer le VO_2 max ($ml.kg^{-1}.min^{-1}$) et le seuil anaérobie (AT) exprimé à la fois en termes absolus (AT- VO_2) et relatifs (% VO_2 max). La capacité anaérobie (AC) a été mesurée dans une mesure directe cyclique de 30 s et exprimée en kpm. Kg de poids corporel⁻¹. min^{-1} . Le pourcentage de graisse a été estimé à partir des plis cutanés.

Les corrélations entre ces mesures et la performance de la course de 2 km étaient : -0,73, -0,73, -0,50, -0,77 et 0,55 pour VO_2 max, AT- VO_2 , AT-% VO_2 max, AC et le % Masse de graisse, respectivement. Lorsqu'il est entré dans une régression multiple à sélection directe avec le temps d'exécution comme variable dépendante, AC représentait 59. 5% de la variance et le VO_2 max représentaient 6,9% supplémentaires, l'AT et le pourcentage de masse graisse n'apportant aucune relation statistique significative. Lorsque les filles et les

garçons ont été comparés, aucune différence fiable n'a été trouvée pour le temps d'exécution. Les garçons présentaient des valeurs plus élevées pour VO₂ max et AT-VO₂.

Aucune différence fiable, en pourcentage de graisse n'a été trouvée pour les garçons et les filles plus jeunes, mais les filles, les plus âgées étaient significativement plus grosses que les garçons plus âgés. Ainsi, chez les enfants de 10 à 14 ans, il existe une relation substantielle entre les mesures de la capacité anaérobie et aérobie, bien que dans une certaine mesure, elles fournissent des informations indépendantes sur la performance d'endurance.

Cinquième étude : Léone, M& Larivière, G. (1998).

Caractéristiques anthropométriques et motrices des enfants adolescents, garçons, athlètes d'élite de compétition en quatre sports. Sport & Sciences, vol 13 (1), pp. 26-33.

Anthropometric and biomotor characteristics of elite adolescent male athletes competing in four different sports, Sport & Sciences, vol 13 (1), pp. 26-33.

L'objectif de l'étude est de déterminer le profil anthropométrique et moteur des enfants pré- pubères soumis à un entraînement intensif, en étude longitudinale (1994-1998) des enfants canadiens, n=213, âgés (12- 17ans), faisant partis du programme sport-étude. Elle consiste aussi à la description des caractéristiques anthropométriques et motrices. En Comparant des variables de l'étude des sujets sportifs et sédentaires, afin de trouver et prescrire les variables de l'excellence sportive relatives aux jeunes talents concernant les spécialités sportives : Natation, Judo, Tennis Lawn, Patinage sur glace, le cyclisme, Gymnastique, Hokey sur glace.

L'échantillon était scindé en 11 groupes d'âge de différence de 1,5 année décimale, en séparant aussi l'échantillon de l'étude en 3 groupes selon l'âge biologique, selon (PHV) le pic de croissance staturale. Le chercheur effectue les mesures anthropométriques : Stature, poids, diamètre distale bras, distale genou, périmètre cuisse, périmètre jambe, pli cutané sou scapulaire, poitrine, ventre, supraillaque, pli frontal de la cuisse. Les tests physiques consiste en : test 20m navette (Léger,.1980), test de la souplesse, force du bras (Dynam- omètre), saut en longueur sans élan, détente verticale sans élan, temps de réaction simple.

Un grand nombre de fortes corrélations entre les variables anthropométriques et motrices se situe à l'âge moins de (13,25 ans) pour les groupes d'âge comparé

Sixième étude : Raudsepp, I. et Jurâmae, T.(1996).

Relation entre les variables somatiques, l'activité physique et la motricité fondamentale chez les garçons pré pubères. Institut de sport et de la pédagogie, Université de Tartu, Estonie, Biologie du sport, vol 34 (4).

Relationship between Somatic variables, physical activity, fitness and fundamental motor skills, in prepubertal Boys. Institute of Sport pedagogy, University of Tartu, Estonia. Biology of sport, vol 13(4).

Le but de cette étude était d'examiner la relation entre le développement physique, les aptitudes physiques et l'activité physique relative à la main, activité physique et la motricité fondamentale chez les garçons pré pubères. Sur une population de 203 garçons, âgés de (7-10 ans), divisés en 4 groupes selon l'âge chronologique, les sujets pratiquaient des séances de sport deux fois par semaine.

Les mesures anthropométriques effectuées selon les règles scientifiques incluant, la stature, le poids corporel (0,1kg) et les circonférences du bras, thorax, cuisse et le mollet. Les plis cutanés mesurés sont (en mm) : Biceps, triceps, sub scapulaire, abdominal et le mollet ; sont mesurés sur le point le plus développé. Toutes les mesures anthropométriques effectuées par la même personne afin d'éliminer les variables non observatoire.

Les mesures des tests physiques étaient évaluées par la Batterie de test EUROFIT, où on a inclus le saut en longueur sans élan, course navette 10x 5m, force du bras, plate tapping, course navette 20m (Endurance). Test et retest corrélation donne des valeurs de 0,68 -0,93.

Les capacités motrices : Lancers s'effectue par balle tennis de 150gr, comme indicateur de la capacité motrice, une évaluation spécifique accordée à ce test afin de déterminer l'aspect de la capacité motrice (Haubenstricker et al, (1983). Activité physique : elle est évaluée en 7 jours selon le protocole Godin & Shephars (1986).

Les résultats statistique (Anova simple) démontre une corrélation entre les mesures somatiques, indices d'aptitudes physiques et les caractéristiques du test de Lancers, saut en longueur sans élan , 10x5m navette, force du bras, 20 course navette sont significativement corrélés à ($p < 0,05$ -0,01). Aussi négative relation avec le poids corporel, la Sum des plis cutanés. Le résultat du test de lancers est significativement corrélé aux somatiques indices (la stature, la mesure distale du fémur). Il est observé qu'une corrélation significative chez les enfants (9ans, $n=50$) entre l'indice moteur le saut en longueur sans élan et la stature à $r=0,28$ et aussi avec la Sum des plis cutanés ($r=-0,49$). Chez les enfants de 10 ans, $n=55$, on note une corrélation significative entre l'indice anthropométrique Sum des plis cutanés avec le saut en longueur à $r=-0,49$. La mesure de la force du bras est corrélé à l'indice Sum des plis cutanés de $r=-0,29$ chez les enfants de 9ans, chez les enfants de 10 ans elle est de $r=-0,33$ entre celle-ci et la Sum des plis cutanés. Toutefois, l'indice de la force du bras est

corrélé négativement au poids corporel ($r = -0,28$). L'indice moteur mesurant la coordination motrice (10x5m) est négativement corrélé à la Sum des plis cutanés ($r = -0,30$) chez les enfants de 9ans, aussi il est de $r = -0,34$) chez les enfants de 10 ans. Chez les enfants de 9ans l'indice moteur du test de la force du bras fléchi est significativement corrélé négativement ($r = -0,29$) à l'indice anthropométrique la Sum des plis cutanés, par contre ce lien est mesuré à $r = -0,28$ chez les enfants de 10 ans. Le test d'endurance 20m course navette est corrélé négativement ($r = -0,46$) au poids corporel et aussi avec la Sum des plis cutanés par $r = -0,57$ chez les enfants de 9ans ; de même le test 20m navette est corrélé négativement à l'indice anthropométrique la Sum des plis cutanés par un coefficient évalué à $r = -0,48$.

Septième étude : Said Abderachid (1992)

La prédiction de la vitesse gestuelle et la vitesse de déplacement sur la lumière de quelques variables corporelles et physiques chez les enfants sportifs, scolarisés (9-12 ans), au Qatar.

The prediction of Gestural speed and movement speed, studies, of some Bodly vabiabes ans physical variables, in sports childern, schoolar, in Qatar.

Le but de l'étude est la détermination de l'évolution de la vitesse gestuelle et de déplacement chez les enfants, scolarisés (9-12 ans). De connaitre le degré de la vitesse de déplacement chez les enfants Gymnastes et Athlètes (sport individuel) comparativement avec les enfants du sport Collectif (Foot Ball, Basket Ball, Volley Ball, Hand Ball). Aussi définir la relation entre les variables anthropométriques (Stature, poids ; la force du bras, Abdominal, des jambes et la course navette) avec la variable de la vitesse gestuelle et de déplacement. Déterminer la vitesse gestuelle et de déplacement sur la base des variables et mesures corporelles et physiques.

Une comparaison statistique par le (t) de Student entre les variables, produit l'inexistence de différence significative entre les enfants de la famille du sport individuel, aussi l'étude confirme une relation statistique entre les variables anthropométriques et la qualité de la vitesse gestuelle et de déplacement chez cette population.

Huitième étude : Pitaresse Rafael et Majda Mohamed Salah (1990)

La détermination des capacités motrices essentielles pour les courses d'Athlétisme, sur la base des tests physiques et des mesures Anthropométriques en Egypte.

Determination of essencial Motor Skill for the runners in Track & field based on physical and Anthropometric measures, in Egypt.

Le but de cette étude est la détermination du degré de contribution de quelques qualités physiques et les mesures anthropométriques dans le niveau de développement des capacités motrices dans les épreuves d'Athlétisme, (saut en longueur sans élan, saut vertical, 50 m vitesse). Chez l'équipe d'athlétisme en Egypte.

L'échantillon âgé de 9 à 12 ans, n=97, en utilisant la méthode descriptive, les tests physiques réalisés sont 5, tandis que les mesures anthropométriques sont six (06).Après traitement statistique corrélatif de Pearson, il apparait une relation significative positive entre la variable motrice de la performance de course de 50m et les variables anthropométriques, stature, poids, LMI, LMS, périmètre thoracique. Aussi une corrélation positive entre la variable de la performance su saut en longueur avec la stature, le poids, LMI, LMS, périmètre thoracique et le périmètre de la jambe. Tandis que une différence statistique significative entre la variable endurance vitesse et la course de 50m, le saut en longueur et la détente verticale.

Chapitre I : Les courses de demi-fond et particularités morpho-fonctionnelles

Sommaire Chapitre I

Titre	Page
I.1 Les courses de demi-fond	20
I.1.1 Les courses de demi-fond pour les jeunes	20
I.2 Particularités morphologiques des coureurs de demi-fond de haut niveau	20
I.3 Particularités physiologiques et Bioénergétiques des coureurs de demi-fond de haut niveau	21
I. 3.1 Les exercices supra-maximaux	21
I.3.2 Relation entre VO_2max et la performance	22
I.3.3 Adaptation des paramètres ventilatoires et circulatoires aux cours des exercices supra-maximaux	24
I.3.4 La cinétique de VO_2 chez les coureurs de haut niveau	24
I.4. Particularités physiologiques et Bioénergétiques de l'effort chez les enfants pré-pubères	27
I.4.1 Caractéristiques du métabolisme de la puissance maximale de l'exercice chez l'enfant	27
I.4.2 Evolution cinétique de la consommation d'oxygène (VO_2), selon l'intensité de l'exercice chez les enfants	28
I.4.3 La cinétique de la consommation d'oxygène lors des différentes intensités d'exercice chez les enfants pré-pubères	30
I.4.3.1 Exercice d'intensité modérée	30
I.4.3.2 Exercice à intensité élevée	31
I.5 VO_2max relatif à la masse maigre	32
I.6 Caractéristiques de la capacité anaérobie lactique chez les garçons pré pubères	33
I.6.1 La capacité anaérobie lactique	34
I.6.2 Les concentrations musculaires d'enzymes glycolytiques	34
I.6.3 La tolérance du degré d'acidose musculaire	34
I.6.4 La revue littérature relative au concept du VO_2 max et la VMA chez les enfants	35
I.6.5 Concept de vitesse de la course associée au VO_2 max (VAM) chez les enfants	35

I.1 Les courses de demi-fond :

Dans la pratique de l'athlétisme sur la scène compétitive mondiale et internationale, les épreuves de course de demi- fond se déroulent sur une piste en extérieur ou en salle, sur route, ou sur terrain naturel (Cross-country). Généralement, les distances sur piste vont du 800 au 3000 mètres .Cela concerne donc le 800 mètres, le 1500 mètres et le 3000 mètres steeple qui sont des disciplines Olympiques.D'autres distances sont aussi conclues dans la tablette du demi-fond : le 1000 mètres , le mile (1609 m), le double mile, le 2000 mètres et le 3000 mètres plat. (Wikipedia, 2020).

I.1.1 Les courses de demi-fond pour les jeunes :

En algerie et d'ailleurs dans le monde les courses de demi-fond pour les jeunes sont réparties selon les catégories d'âge et le sexe, cela avant la spécialisation athlétique.

Les jeunes de la tranche d'âge (11ans à 14 ans), de la catégorie Benjamine et Minime parcouraient les distances officielles sur le plan local et international scolaire en compétitions.Concernant les distances de 1200 mètres et le 2000m plat et le 1000 mètres sont des distances officielles et compétitives dans presque tous les pays. En Cross-country les distances parcourues sont généralement comprises entre 2000 mètres et 3000 mètres.

I.2 Particularités morphologiques des coureurs de demi-fond de haut niveau :

Bounak., V., (1931), classa les coureurs de demi-fond par type de constitution corporelle : le type thoracique musculaire, qui a plus de traits de thoracique et moins de type musculaire ce genre est caractérisé par les traits suivants :

Une forme plate du thorax avec un angle sous sternal aigu, une paroi abdominale creuse, une musculature faible, une mince couche grasseuse, une peau indolente et un os droit. Concernant les grandeurs et dimensions des surfaces corporelles chez les coureurs de demi-fond, la surface absolue est de $1,758 \text{ m}^2$, la surface relative 271 gr/cm^2 . Ces coureurs sont caractérisés par de petites dimensions transversales, des jambes longues, des muscles assez développés et élastiques, une grande mobilité pelvienne, la moyenne de taille est de $163 \pm 0,7$ cm à $183 \pm 0,12$ cm, une mesure de la teneur des plis cutanés de 7,4% du poids corporel.

Les coureurs de distance de 800m âgés de 21 à 27 ans portent les caractéristiques anthropométriques suivantes :

Taille 162 à 176 cm, poids 47 à 60 kg, le composant adipeux absolu $5,77 \pm 0,55$ kg,

le composant adipeux relatif $10,69 \pm 0,8$ %, le composant musculaire absolu $29,12 \pm 0,7$ kg et le composant musculaire relatif $53,93 \pm 1,4$ %.

Les coureurs de distance de 1500 m âgés de 21 à 27 ans portent les caractéristiques anthropométriques suivantes :

Taille 162 à 167 cm, poids 47 à 60 kg, le composant adipeux absolu $5,87 \pm 1,0$ kg, le composant adipeux relatif $11,52 \pm 0,9$ %, le composant musculaire absolu $23,72 \pm 0,75$ kg et le composant musculaire relatif $46,50 \pm 1,3$ %.

I.3 Particularités physiologiques et bioénergétiques des coureurs de demi-fond de haut niveau :

I. 3.1 Les exercices supra-maximaux :

Du point de vue physiologique, les recherches des dernières décennies ont porté une importance aux caractéristiques bioénergétiques des athlètes de haut niveau spécialistes en courses de demi-fond, (Di-Prampero, 1981 ; Lacour et al. 1989).

Les recherches traitent les principaux facteurs de performance en demi-fond, qui se révèlent ainsi :

- Le VO_2 max et la puissance ou vitesse maximale aérobie sont associés (VMA).
- Le coût énergétique de la course (correspond au coût en oxygène de la course à une vitesse donnée).
- L'endurance définie comme étant la capacité à maintenir une puissance relative élevée de VO_2 max ou de la vitesse maximale aérobie (VMA) pendant une période prolongée de l'effort (Peronnet et Thibault, 1989).

De manière plus spécifique, l'endurance peut être influencée par la capacité Anaérobie alactique ou (voie des phosphènes) et lactique (ou glycolyse anaérobie).

Le déficit en oxygène contracté au début d'un exercice permet d'apprécier la contribution des deux systèmes énergétiques précédents à la resynthèse de l'ATP.

Par l'importance et le rapport du VO_2 max et la performance en course de demi-fond l'aspect de l'adaptation des paramètres ventilatoires et circulatoires lors d'exercices supra-maximaux.

I.3.2 Relation entre VO_2 max et la performance :

Lacour et al., 1989 ; Di-Prampero et al., 1993 ; Hill, 1999 ; Spencer et Gastin , 2001, ont décrit la contribution des différents métabolismes énergétiques réalisés sur les épreuves de course à pied ont montré généralement que la resynthèse d'énergie provenait de manière prédominante du métabolisme aérobie. La puissance maximale du métabolisme aérobie correspond au débit maximal de resynthèse de l'ATP. Cette puissance peut être estimée par

la mesure de $VO_2\text{max}$ (exprimée en $\text{l}\cdot\text{min}^{-1}$ ou en $\text{ml}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$) par des valeurs brutes comprises entre 4,5 et 5,0 $\text{l}\cdot\text{min}^{-1}$ ont été relevées pour des spécialistes de demi-fond (Spencer et Gastin, 2001). Aussi en tenant compte des caractéristiques spécifiques de l'activité (déplacement corporel de l'athlète). Le débit d'oxygène consommé s'exprime en valeur relative ($\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$). Or que les valeurs moyennes de $VO_2\text{max}$ mesurées pour des coureurs de demi-fond de haut niveau se situent entre 68 et 85 $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$, (Tableau 01).

Tableau 1. Valeurs de $VO_2\text{max}$ des athlètes de demi-fond et de fond, (Spencer et Gastin, 2001)

Auteurs	Population	Valeurs de $VO_2\text{max}$
Boileau, 1982	Coureurs de demi-fond de Haut niveau	68 et 77 $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$
Boileau, 1982	Coureurs de fond de haut niveau	75 à 85 $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$
Svedenhag, 1984	Coureurs de 800 m	69 $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$
Lacour et al., 1990	Coureurs de 800 m	69 $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$
Jousselin et Legro	Coureurs de 1500 m de niveau	75,5 $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$
Billat et al., 1994	Coureurs de fond élite	$71 \pm 4,5$ $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$
Billat et al., 1995	Coureurs de fond de niveau national	$75 \pm 5,3$ $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$

Parmi, quelques études portées sur l'évolution des coureurs de 1500 m de niveau national, Jousselin et Legros (1990) trouvent pour cette population d'athlètes avec un $VO_2\text{max}$ de 75,5 $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ et un seuil anaérobie (défini dans cette étude à 4 $\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$) à environ 92% de $VO_2\text{max}$.

Costill et al. 1973 ; Foster et al. 1978, indiquaient l'existence d'une relation significative entre $VO_2\text{max}$ et la performance en course à pied a pu être mise en évidence dès lors que l'étude porte sur des groupes de niveau de performances hétérogènes. Plus la distance augmente, meilleure est la relation qui lie les variables aérobie et les performances en course demi-fond (Brandon, 1995).

En revanche, pour des athlètes de niveaux homogènes, le $VO_2\text{max}$ n'est pas un facteur discriminant de la performance (Conley et Krahenbuhl, 1980 ; Daniels, 1995 ; Morgan et al. 1989 ; Billat et Koralsztein, 1996). Plusieurs auteurs (Lacour et al. 1990 ; Deason et al. 1991 ; Craig et Morgan, 1998) n'ont pas trouvé de relation entre la vitesse correspondant à la performance en demi-fond et le $VO_2\text{max}$ pour des athlètes spécialistes qu'ils soient ou non de haut niveau ; plus spécifiquement sur 800 m, Deason et al. (1991) montre que le niveau élevé de $VO_2\text{max}$ est requis pour fournir plus de (60 $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) ; mais la faible corrélation entre $VO_2\text{max}$ et les performances sur cette distance, suggère que

le VO₂max seul, n'est pas un bon prédicteur de la performance. En revanche, la combinaison de VO₂max et du coût énergétique (C) au travers du facteur «vitesse maximale aérobie» offre d'autres perspectives. La VMA est définie par la relation suivante (Lacour, 1990 ; Padilla et al. 1994) :

$$\bullet \text{ VMA} = (\text{VO}_2\text{max} - \text{VO}_2 \text{ repos}) / \text{C}$$

- VMA est exprimé en m.s⁻¹
- C correspond s'exprime en ml.kg⁻¹.m⁻¹
- VO₂max est exprimé en ml.kg⁻¹.s⁻¹

Le VO₂max repos est égal à 0,083 ml.kg⁻¹.s⁻¹ (soit 5 ml.kg⁻¹.min⁻¹) ; cette valeur de VO₂max correspond à l'intersection de la relation VO₂/v, établie par Medbo et al., (1988) où v= vitesse de course .Par ailleurs le coût énergétique (C) a été étudié en laboratoire par Lacour et al., (1990), l'ont estimé à 0,181 ml.kg⁻¹.min⁻¹ pour courir un 1500 m chez des athlètes de niveau national sur tapis roulant à (6,1 m.s⁻¹ = 22 km.h⁻¹). Compte tenu que le coût énergétique dépend d'éléments extérieurs (le vent, la déclivité du terrain, le poids des chaussures, etc.), un certain nombre d'auteurs (Daniels. 1985. Cerri, W. 2000) ont établi qu'il était également différent selon les individus influencée par les facteurs intrinsèques (longueur des segments, composition des fibres musculaires, etc.).

Pour un même individu, ce coût peut augmenter avec l'intensité de l'effort. Le coût énergétique pour courir un 400 m (en 46 s) est 30% plus important pour courir un 800 m (en 1 min 46 s). Il semble néanmoins que le cout énergétique ne s'améliore pas avec l'intensité de l'effort (Medbo et al., 1988). En revanche, ce coût énergétique peut diminuer par un entraînement approprié (Morgan et al, 1989 ; Bailey et Pate., 1991 ; Williams et al. 1991). La mesure de VMA (qui prend en compte simultanément VO₂ max et le coût énergétique) est devenue prioritaire pour les entraîneurs par rapport à l'évaluation de VO₂ max seule. En effet, plusieurs études montrent une relation significative entre la performance sur des distances supérieures au 800 m et la VMA des athlètes : pour 27 spécialistes de haut niveau, VMA se révèle un bon prédicteur de la performance pour les courses de 1500 m, 3000 met 5000 m (Lacour et al., 1990).

I.3.3 Adaptation des paramètres ventilatoires et circulatoires aux cours des exercices supramaximaux :

Hermansen et Medbo (1984) ont souligné que les exercices maximaux de courte durée, les processus aérobie et anaérobies sont tous deux fortement sollicités. Afin de mesurer la quantité d'ATP synthétisée au cours de l'effort par la filière anaérobie, seule des estimations faites au cours d'épreuves compétitives ; des mesures invasives techniques de

biopsies musculaires) sur le muscle existent mais sont impossibles à mettre en en situation de compétition. En revanche, la mesure de la consommation d'oxygène semble un indicateur précis et reconnu pour estimer le débit d'ATP synthétisés par le processus aérobie (1litre d'oxygène correspond à 290 mmol^{-1} d'ATP si le substrat oxydé est le glycogène selon Hermansen et Medbo., (1984).

I.3.4 La cinétique de VO_2 chez les coureurs de haut niveau :

Les différentes phases qui caractérisent l'évolution temporelle de VO_2 (appelée communément cinétique de VO_2) au cours de l'effort.

La cinétique de VO_2 est influencée par des adaptations centrales (systèmes respiratoires et cardio-vasculaires, liés au transport de l'oxygène) et périphériques (prélèvement et utilisation de l'oxygène au niveau musculaire). Description de la phase d'inertie se présente par les chercheurs ainsi :

Whipp et al., 1982 ; Hughson et al., 2000 ont montré qu'il existait un délai (TD1) à l'issue duquel une augmentation exponentielle de VO_2 est observée, tout comme l'évolution de la consommation d'oxygène au niveau du muscle actif. En d'autres termes, c'est après TD1 que la mesure de VO_2 dans les gaz expirés reflète indirectement VO_2 au niveau musculaire. En début d'exercice, il existe un délai d'ajustement (TD2) de la consommation d'oxygène aux besoins de l'exercice. La valeur du déficit d'oxygène initial dépend de la cinétique de VO_2 au cours de cette phase (Billat, 2002).

Ainsi au cours d'exercices sous-maximaux d'intensité constante, la modélisation mathématique des cinétiques de VO_2 permet d'identifier plusieurs phases distinctes. Lorsque l'intensité est supérieure au seuil anaérobie, la modélisation met en évidence une 3ème phase dont les caractéristiques diffèrent en fonction de l'intensité et de la durée de l'exercice (Barstow., 1994).

La figure 01, ci-dessous illustre les trois fonctions mono-exponentielles qui caractérisent la phase d'inertie.

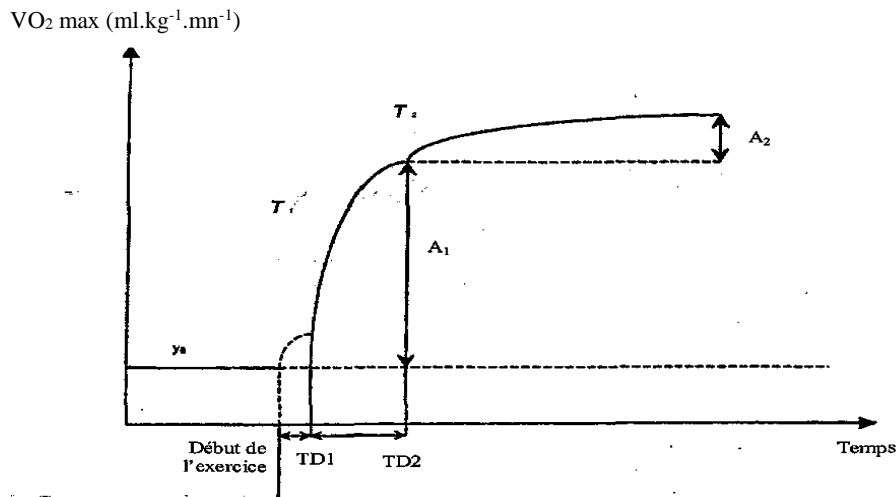


Figure 1. Illustration de la cinétique de VO₂ en début d'exercice pour un effort sous-maximal (Margaria et al.,1965).

Cette figure représente la cinétique de la consommation d'oxygène où VO₂(ml.min⁻¹.kg⁻¹) est la consommation d'oxygène de base ; A₁, A₂ (ml.min⁻¹.kg⁻¹) représentent les incréments asymptotiques relatifs à la composante rapide et la composante lente de la consommation d'oxygène, T₁ et T₂ (s) les constantes de temps de ces mêmes composantes ont décrites et retracer en phases suivantes :

La première phase : «composante initiale», définit un accroissement rapide de VO₂ observable sur une période de 15-25 secondes qui suit le début d'exercice (Whipp., 1987). Durant cette période, la cinétique de VO₂ est décrite comme une composante exponentielle dont l'incrément asymptotique observé chez des sujets sains est d'environ 500 ml.min⁻¹ (Barstow et al., 1996). L'évolution de VO₂ au cours de cette phase 1, est largement dépendante de l'augmentation rapide du débit cardiaque ainsi que de la capacité du système cardiovasculaire à accroître de manière abrupte le débit sanguin pulmonaire, est également appelée phase cardiodynamique, (Whipp et al., 1982). La durée de cette phase dépend du temps de transit du sang veineux dé saturé en oxygène au niveau des muscles actifs pour atteindre l'étage pulmonaire (Barstow et al. 1990; Whipp et Ward., 1990). Cette phase ne reflète donc pas ce qui se passe au niveau du muscle.

La deuxième phase : la cinétique de VO₂ est définie dans la littérature comme « la composante rapide », elle correspond à l'élévation exponentielle de VO₂ et apparaît après un temps de délai qui correspond à la durée de la composante initiale (TD1).

Les valeurs de constante de temps qui caractérise le T de cette phase au cours de l'exercice sont généralement comprises entre 25 et 35 secondes (Thomas et al. 2001 ; Billat., 2002 ; Leveque., 2002). Les caractéristiques de cette phase semblent identiques malgré

l'augmentation de l'intensité. La constante de temps de la composante rapide ne semble pas affectée par l'intensité de l'exercice (Barstow et Mole., 1991) et resterait invariable pour des exercices exhaustifs de 30 à 120 s selon les travaux de Margaria et al., (1965).

Toutefois (Hughson et al., 2000) ont montré que ce n'était plus le cas et que la constante de temps pouvait varier avec l'intensité de l'exercice. La comparaison de résultats issus d'études sur le muscle isolé (Meyer., 2015) avec ceux obtenus à l'exercice (Barstow, 1994) confirme la similitude entre la constante de temps propre à l'évolution de la consommation d'oxygène au niveau musculaire et le T1. Si tous les auteurs s'accordent à penser que cette phase est révélatrice de la consommation d'O₂ par les tissus (Whipp., 1987 ; Barstow et al., 1993 ; Carter et Jones 2000), les avis divergent quant à l'influence des ajustements cardio-vasculaires (caractérisant l'apport en O₂ aux tissus actifs) sur la constante de temps.

La troisième phase : la cinétique de VO₂ diffère selon l'intensité de l'exercice (Whipp, 1987 ; Barstow et al., 1993 ; Gaesser et Poole, 1996) :

- Lorsque l'exercice est effectué à une intensité constante, inférieure au seuil anaérobie, la cinétique de VO₂ est caractérisée par une évolution exponentielle de VO₂ atteignant un état stable aux environs de la 3ème minute d'exercice (Whipp et Wasserman, 1970). Dans ces conditions d'exercice, l'état stable de VO₂ caractérise la phase 3 de la cinétique de VO₂.

- Lorsque l'intensité est supérieure au seuil anaérobie, la cinétique de VO₂ est plus complexe. La phase 3 se caractérise par une élévation de VO₂ appelée composante lente de VO₂ par opposition à la phase rapide d'augmentation du début de l'exercice. Son existence a été mise en évidence pour plusieurs activités cycliques de locomotion (Leveque, 2002). L'amplitude de cette composante additionnelle augmente avec l'intensité d'exercice et peut soit amener à l'obtention d'un état stable retardé, soit augmenter inexorablement jusqu'à l'obtention de VO₂max.

- En revanche, pour des efforts plus courts et plus intenses, la cinétique de l'élévation jusqu'au pic de VO₂ est mieux décrite par une seule fonction mono-exponentielle correspondant à la phase 2 avec pour asymptote VO₂max . La fonction mathématique qui décrit alors la cinétique de VO₂ est la suivante (Barstow et Mole, 1991) : où

- VO₂ (t) représente la consommation d'O₂ à un temps
- t : le temps de course
- VO₂ base : VO₂ dans la position avant l'effort
- A : l'incrément asymptotique • T : la constante de temps

I.4. Particularités physiologiques et bioénergétiques de l'effort chez les enfants pré-pubères :

I.4.1 Caractéristiques du métabolisme de la puissance maximale de l'exercice chez l'enfant :

Dans une étude longitudinale, Armstrong et Welsman (2001), ont signalé qu'au cours de la tranche d'âge de 12 à 17 ans, la puissance maximale de l'exercice physique, telle déterminée par Wingate test, augmente d'environ 120% chez les garçons, tandis que l'augmentation du pic du VO_2 serait un peu plus faible, soit d'environ 70% et chez les garçons. Cela indique qu'il y a des variations de la puissance anaérobie et aérobie selon l'âge et ces métabolismes ne sont pas synchrones, et suggèrent qu'ils peuvent subir une augmentation accrue des métabolismes aérobie et anaérobie lors du passage de l'enfance, l'adolescence, jusqu'à l'âge adulte. Cependant les profils métaboliques estimés lors de tests d'effort et que la somme d'autres facteurs ne fournissent pas la spécificité des données pour bien déterminer et différencier les changements du métabolisme de l'exercice pendant la croissance et la maturation.

Les études de l'utilisation des substrats énergétiques (Boisseau et Delmarche, 2000), l'accumulation du lactate dans le sang après l'exercice physique (Pfzinger et Freedson, 1979), les réponses hormonales à l'exercice (Berg et Keul, 1998), et la récupération après un exercice de haute intensité (Ratel et al., 2003) ont contribué à éclaircir l'interaction entre les métabolismes aérobie et anaérobie, mais les considérations d'éthique ont toujours limité la connaissance au niveau de la cellule musculaire.

Les données actuelles suggèrent que, durant l'exercice physique les enfants ont relativement un métabolisme oxydatif plus élevé que celui des adolescents ou les adultes et qu'il ait une augmentation progressive de l'activité du métabolisme glycolytique pendant la croissance et la maturation au moins durant l'adolescence et peut être au cours de l'âge adulte. Cependant la compréhension de l'activité du métabolisme de l'exercice physique pendant la croissance et la maturation est insuffisante.

Armstrong et al., (2006), essaient d'explorer la contribution à long terme des deux techniques non invasives récemment introduites en physiologie pédiatrique, à savoir l'analyse du gaz respiratoire en étudiant le souffle (cinétique du VO_2) et la spectroscopie par résonance magnétique du (31P MRS).

L'évaluation et l'interprétation de la cinétique du VO_2 lors des changements de l'intensité de l'exercice est complexe, mais en appliquant la méthodologie des techniques de modélisation des données appropriées, on peut avoir un aperçu clair de l'activité métabolique au niveau musculaire sans avoir recours aux méthodes envahissantes (Rossiter

et al.1999). Pour explorer des données pédiatriques l'auteur décrit d'abord les caractéristiques de la réponse de la cinétique du VO_2 à exercer dans différents domaines :

I.4.2 Evolution (cinétique) de la consommation d'oxygène (VO_2) selon l'intensité de l'exercice chez les enfants :

Les cinétiques de la consommation d'oxygène sont étudiées en laboratoire par utilisation d'étape de transition, ou une période d'exercice d'intensité faible (exemple, pédalé sur bicyclette ergométrique sans charge) est suivie d'une incrémentation soudaine de charge à un niveau critique. Ensuite la réponse cinétique du VO_2 est décrite selon quatre étapes d'intensité de l'exercice qui sont modéré, grande, sub maximale, maximale.

L'exercice d'intensité modérée n'implique pas une contribution soutenue anaérobie à la synthèse d'adénosine triphosphate (ATP) et l'indicateur du domaine physiologique est donc le seuil anaérobie ou un dérivé approprié le seuil lactique, le plus souvent chez les enfants le seuil ventilatoire (S_{vent}). Au cours d'un exercice dépassant le (S_{vent}) la glycolyse anaérobie permet une grande contribution de l'apport énergétique durant l'exercice à intensité modérée, mais pendant l'exercice à intensité élevé l'accumulation du lactate se stabilise au cours du temps reflétant un équilibre entre la vitesse d'apparition et la vitesse d'élimination ($R_a=R_r$). L'indicateur de l'état intense est donc le niveau maximum de l'état stable du lactate (Max LASS).

La détermination du (Max LASS) nécessite de multiples échantillons sanguin, la puissance critique (PC), qui se produit à environ 70-80 % du pic VO_2 est la meilleure variable utilisée chez les enfants, cependant la détermination de la PC chez l'enfant est très demandée, dans le domaine du sport 40% de la différence entre le (S_{vent}) et le pic VO_2 est normalement utilisée comme étant le seuil supérieure de la réalisation de l'exercice intense. Ce seuil facilement déterminé, est approprié, car il correspond à la limite supérieure de la PC chez la plupart des enfants. L'exercice à intensité supérieure à PC mais inférieure au pic de VO_2 est considéré comme un exercice à intensité max d'où le VO_2 continue à accroître linéairement puis augmente lentement jusqu'à atteindre le pic du VO_2 . Lors d'un exercice à intensité sub maximal d'où la projection du VO_2 est supérieur au pic du VO_2 , la réponse est tronquée avec l'atteinte rapide du pic de VO_2 , puisque les recherche pédiatriques sont rigoureusement déterminées concernant les exercice à intensité modérée et grande, ou l'auteurs se focalise sur ces deux aspect.

L'étape de transition au cours de l'exercice, il y a une augmentation presque immédiate du débit cardiaque qui se produit avant l'arrivée au poumon du sang veineux au niveau des muscles en exercice.

Phase 1 : (phase cardiodynamique), qui dure environ 15 sec, est donc indépendante de $\dot{V}O_2$, l'aorte) reflète l'augmentation du débit sanguin pulmonaire durant l'exercice. Phase 2, la composante principale, marquée par une hausse rapide, exponentielle du $\dot{V}O_2$ qui découle du sang hypoxique à partir des muscles en exercice en arrivant aux poumons. La vitesse cinétique de $\dot{V}O_2$ de la phase 2 est décrite par la constante du temps (T) que le temps mis pour atteindre 63% de la variation de $\dot{V}O_2$.

La phase 2 : reflète le $\dot{V}O_2$ musculaire, malgré la dégradation due à l'utilisation des réserves d'oxygène par les muscles et les différences des flux de la circulation sanguine au niveau du muscle et des poumons (Rossiter et al., 1999).

Phase 3 : Au cours de l'exercice à intensité modérée, le $\dot{V}O_2$ atteint l'état stable d'environ 02 minutes avec un coût d'environ $10 \text{ ml /mn}^{-1} \text{ W}^{-1}$, cette valeur est supérieure de celle trouvée au cours de l'exercice de pédalage sans charge. Dans la phase 1, la présynthèse de deux (O_2) ATP ne peut être complètement couverte par le $\dot{V}O_2$, et les besoins énergétiques supplémentaires sont couverts principalement par la dégradation de la créatine phosphate (CrP), avec moindres contributions des réserves d' O_2 et de la glycolyse. L' O_2 équivalent de ces sources appelées déficit d' O_2 ; plus (T) est rapide, plus le déficit d' O_2 est réduit. Au cours de l'exercice à grande intensité, le gain en phase 2 est similaire à celui observé au cours de l'exercice à intensité modérée, mais la glycolyse permet une contribution au déficit en O_2 . Pendant 2 à 3 mn après le début de l'exercice, une composante lente de $\dot{V}O_2$ est dominante à la réponse primaire de $\dot{V}O_2$.

Au fur et à mesure que l'exercice atteint les 10 à 15 mn les besoins en O_2 deviennent plus élevés jusqu'à atteindre l'état stable maximal du lactate (Max LASS). Les mécanismes physiologiques restent flous, toutefois la théorie la plus plausible propose une influence combinée de types des fibres musculaires, le recrutement des unités motrices et l'approvisionnement de l' O_2 dans les muscles. La figure (10) représente les 3 phases de la cinétique du $\dot{V}O_2$ au cours des quatre 4 intensités de l'exercice.

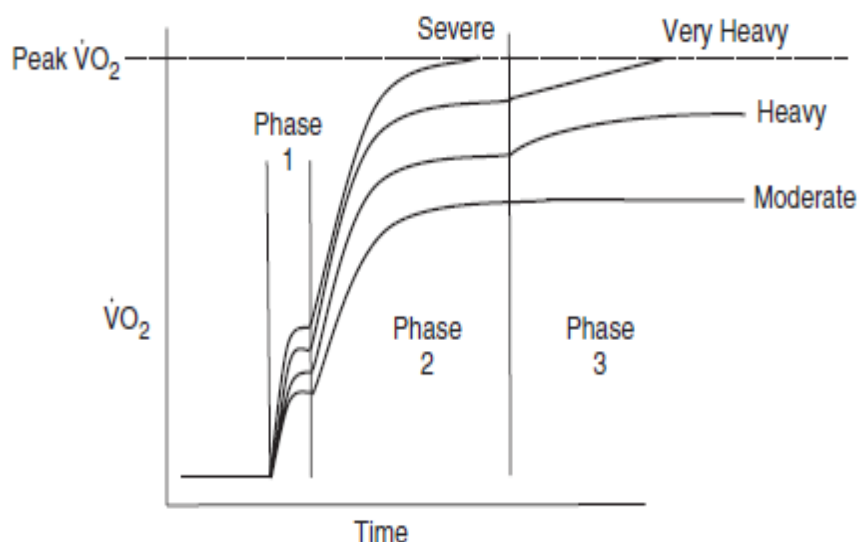


Figure 2. Les 03 phases de l'augmentation de la cinétique du $\dot{V}O_2$ pulmonaire en réponse d'un effort à quatre intensités différentes lors d'un exercice chez les enfants (Armstrong, N, Fawcner, SG, 2003).

I.4.3 La cinétique de la consommation d'oxygène lors des différentes intensités d'exercice chez les enfants pré pubères :

I.4.3.1 Exercice d'intensité modérée :

Plusieurs études portant l'effet de l'âge sur les réponses du $\dot{V}O_2$ de la phase 2 (intensité grande) et les données sont équivoques, bien que la tendance nouvelle soit à un (T) plus rapide et un taux élevé du gain d' O_2 par unité de travail chez les enfants que chez les adultes. La seule étude qui a traité les critères cités et celle, Fawcner et al., (2010) qui ont comparé les cinétiques du $\dot{V}O_2$ des enfants de 11-12 ans avec celles des jeunes adultes lors d'un changement d'intensité de l'exercice supérieure à 80% du (S vent). La valeur de (T) de la phase 2 a été significativement plus rapide chez les garçons que les hommes (19,0s vs 27,9s), l'amplitude de $\dot{V}O_2$, le déficit en O_2 , et le déficit en O_2 par rapport à l'amplitude du $\dot{V}O_2$ sont tous plus significatives chez les adultes que chez les enfants.

Les enfants ont une constante de (T) plus rapide par conséquent une faible contribution énergétique anaérobie de la resynthèse de l'ATP pourrait être due à un système efficace d'approvisionnement en O_2 , et plus grande capacité d'utilisation de l' O_2 par les muscles en activité ou peut être les deux. Or il n'y a guère d'évidence que la production de l' O_2 par les mitochondries chez les enfants par rapport aux adultes, ou la disponibilité accrue de l' O_2 qui accélère la cinétique du $\dot{V}O_2$ pendant l'exercice à intensité modérée. Le taux rapide de la constante (T) chez les enfants et la diminution relative du déficit en O_2 reflète de façon susceptible une capacité accrue de la phosphorylation oxydative.

I.4.3.2 Exercice à intensité élevée :

Les études publiées, qui ont comparé les réponses des enfants (>90% des garçons) par rapport aux adultes ont rapporté un (T) significativement plus rapide et aussi un gain important d'O₂ pendant les premières périodes de l'enfance (Barstow et Sheuermann, 2006).

Dans deux études utilisant les techniques appropriées de modélisation dans lesquelles 95% d'intervalle de confiance (IC), la valeur (T) été de 5s, Fawkner et Armstrong (2004a,b), ont étudié les réactions des enfants pré pubères à un changement de l'intensité à l'exercer à 40% de la différence entre (S vent) et le pic de VO₂. Dans la première étude, on a surveillé les changements des réponses de VO₂ chez 22 enfants durant une période de 2ans ; lors du premier test, on a obtenu un gain important d'O₂ durant la phase 2 et une valeur de (T) nettement plus rapide observé chez les garçons (16.8s vs 21.7s), ces résultats comparés à un autre test 2 ans plus tard. Une composante lente de VO₂ observé dans les 2 tests. Dans le premier test la composante lente était d'environ 10% du VO₂ à la fin d'un exercice de 9 mn. Lors du deuxième cette valeur est passée à environ 15%. Le gain en VO₂ de l'exercice est identique pour les 2 tests.

Ce qui suggère que l'utilisation du phosphate nécessaire pour maintenir l'exercice intense était indépendant de l'âge, mais dans le second test, une moindre proportion de l'O₂ nécessaire a été atteinte dans la phase primaire. Dans la seconde étude, on a observé les réponses de 25 garçons et ont rapporté que la valeur de (T) a été chez les garçons que (11,8%).

L'explication des changements de la vitesse de (T) relative à l'âge, la taille, et la lenteur du composant de VO₂ et sa composante primaire, sont difficiles à déterminer. Comme il n'y a pas de preuves suggérant que l'approvisionnement en O₂ pendant l'exercice diminue avec l'âge. Une proportion plus plausible stipule qu'il y a une influence de développement physique sur le potentiel d'utilisation de l'O₂ par les mitochondries qui permet l'augmentation de la fonction oxydative pendant l'enfance. Ces réponses ont les mêmes caractéristiques physiologiques chez les sujets ayant un taux élevé de fibres musculaires de types 1 ou de type 2, et qu'un pourcentage de fibres de type 1 dans le vastes latéral externe diminue chez l'homme entre l'âge de 10 à 35 ans (Jansson, 1996).

I.5 VO₂max relatif à la masse maigre :

La signification du VO₂max relatif à la masse maigre dépend de l'objectif assigné. Il peut être utilisé soit comme indicateur du système aérobie ou comme indicateur de la performance aérobie.

Un indicateur du système aérobie :

Le VO_2 relatif à la masse maigre est probablement la meilleure unité pour établir les différences inter- et intra-individuelles lié à la mesure du système aérobie. Car la masse maigre est inférieure à la masse totale du corps, les valeurs de VO_{2max} ($ml.kg^{-1}.min^{-1}$) relatif à la masse maigre sont supérieures aux valeurs de VO_{2max} ($ml.kg^{-1}.min^{-1}$) exprimées en fonction du poids corporel total. Exemple, un VO_{2max} de $60 ml.kg^{-1}$ de poids corporel. min^{-1} correspond à un VO_{2max} de $70 ml.kg^{-1}$ de masse maigre (MM). min^{-1} chez un sujet pesant 70 kg et ayant une masse maigre de 60 kg. Chez l'adulte, la masse maigre est estimée de façon satisfaisante à partir de la mesure de densité corporelle et de l'équation de Siri (1961). Chez l'enfant cependant, ce n'est que plus tard que Lohman (1989) développa des équations ajustées en fonction de l'âge en période de croissance. Le même groupe a produit des équations pour les jeunes permettant d'estimer la masse maigre à partir de simples mesures anthropométriques (1988).

Un indicateur de la performance aérobie :

Le VO_{2max} relatif à la masse maigre n'est que d'une utilité limitée comme témoin des aptitudes à réaliser des efforts impliquant le déplacement de la masse corporelle puisque dans ce cas la résistance totale (ainsi que l'énergie requise) dépend de la masse totale déplacée et non de la masse maigre. Le rapport entre les deux n'étant pas constant en raison des variations de masse grasse. Cette unité n'est pas plus utile comme témoin des performances réalisées entre des charges externes puisque dans ce cas, l'énergie dépensée est indépendante de la masse maigre comme de la masse corporelle ; c'est donc le VO_{2max} absolu qui compte.

A un VO_2 max égal, le jeune enfant ne pourra donc pas s'entraîner à la même vitesse que l'adulte puisqu'il s'exerce alors à un plus haut pourcentage de VO_{2max} .

Sans entrer dans les détails, calculer de tels rapports (VO_2 absolu / poids) est mathématiquement incorrect. Peu importe, on le fait pour des raisons pratiques et on continuera à le faire. Bien sûr, le poids du corps est responsable de l'augmentation de la dépense d'énergie à la course pour une vitesse donnée. Il faut apporter une correction mais si cette correction était bonne, le coût énergétique ainsi corrigé en $ml. kg^{-1}. min^{-1}$ devrait être constant et indépendant du poids du corps. Or, tel n'est pas le cas. Comme Bergh et al. (1991) l'ont démontré avec des athlètes sélectionnés pour leurs poids très différents et ce dans diverses disciplines sportives, le coût énergétique mesuré à une 17 vitesse donnée, révèle que les

individus les plus lourds, contrairement à toute attente, sont les plus économiques ! C'est que la correction apportée est exagérée.

En période de croissance, si les jeunes plus âgés apparaissent moins économiques, ce n'est pas tant à cause de leur âge mais à cause de leur masse corporelle supérieure associée à une correction trop importante due au poids corporel. En utilisant l'approche dite "allométrique", on peut déterminer la correction appropriée tout en tenant compte du poids corporel. Tant chez les jeunes (Armstrong et al., 1978 ; Welsman, 1996) que chez les adultes (Berg et al, 1991), plutôt que de diviser par le poids exposant 1, les calculs réalisés par ces auteurs indiquent qu'il est préférable de diviser par le poids du corps exposant 0.71 ou 0.75. De cette façon, le coût énergétique demeure stable quel que soit le poids ou l'âge des sujets. On note aussi que le $VO_2\text{max}$ augmente en période de croissance au lieu de rester stable.

Autrement dit, outre l'amélioration due à l'augmentation de la masse musculaire, cette technique permet de rendre compte de l'amélioration de la fonction cardiovasculaire et du métabolisme aérobie au cours de la croissance, amélioration fortement masquée lorsque $VO_2\text{max}$ est exprimé en $\text{ml. kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$. C'est donc une image tout à fait différente de celle qui nous est traditionnellement présentée. C'est peut être complexe et déroutant, mais c'est important à savoir pour ceux qui interviennent auprès (Leger, L & Cazorla G., 2006).

I.6 Caractéristiques de la capacité anaérobie lactique chez les garçons pré pubères :

Le processus énergétique anaérobie alactique (Margaria, 1966 ; Eriksson, 1974 ; Crielaard, 1986) et aérobie (Robinson, 1938 ; Astrand, 1952 ; Ikai et al., 1970 ; Morcellin 1978) ont fait l'objet chez l'enfant de plusieurs études travaux. Par contre, l'étude de la capacité anaérobie lactique n'a pas encore été étudiée systématiquement.

La capacité lactique a été évaluée par les concentrations maximales intra musculaire et plasmatique d'acide lactique mesurée après un effort intense ; les valeurs sont plus faibles chez enfants mais progressivement avec l'âge des sujets (Erikson,1974) ; le taux maximale d'acide lactique plasmatique est toujours plus faible chez les adolescents et les pré pubères (Davies et al. ,1972) ; en fait les enfants ne semblent guère aptes aux épreuves très intenses d'une durée de 15 secondes à deux minutes(Erikson,1974). Le test original d'évaluation de la capacité anaérobie lactique réalisé par (Crielaard, J., B Piront, B et al., 1985) , effectué sur 37 enfants âgés 11-12 ans ,14-15ans ,16-17ans ;effectuent ce test sur bicyclette Ergométrique .Les modalités d'échauffement et d'exécution ,la force de freinage imposée à 0.050 kg/kg et la fréquence de pédalages entre 85-90 révolution par minute. (Exprimé en

joules/kg), une augmentation au cours de la croissance et passe de ($189 \pm 38,4$ joules/kg) à l'âge de 12 ans à la valeur de ($345,6 \pm 69$ joules/kg) à l'âge de 16 ans ces valeurs démontrent l'existence d'une augmentation progressive de la capacité anaérobie lactique au cours de la croissance et que la performance anaérobie est significativement réduite chez l'enfant (Jacobs, 1982). Ces valeurs réduites de la capacité anaérobie lactiques observées lors de la croissance doit être mises en relation avec les concentrations plasmatiques ; le coefficient de corrélation est de 0,88.

I.6.1 La capacité anaérobie lactique :

Dans le groupe âgé de 12 ans, la concentration plasmatique maximale d'acide lactique atteint la valeur moyenne de $7,2 \pm 0,9$ μ Mole/ml. Dans les groupes les plus âgés respectivement 14 et 16 ans on observe des valeurs moyennes de $9,3 \pm 1,7$ et de ($11,2 \pm 1,4$) μ Mole d'acide lactique. cela signifie qu'il y a une augmentation significative de la lactacidémie au cours de la croissance, cette évolution corrobore les résultats d'Astrand (1952), Shepard (1971), Wirth et al., (1978) ; cela confirme également les mesures de lactate intramusculaire qui sont toujours plus faibles chez les enfants (Karlsson, 1971 ; Erikson et al, 1971, 1973 et 1974).

I.6.2 Les concentrations musculaires d'enzymes glycolytiques :

(Phosphorylase pyruvate deshydrogénase et surtout phosphofructokinase) sont plus faibles chez les enfants. Eriksson et al., (1974) rapportant des valeurs d'activité enzymatiques de PFK inférieures de 30 à 40 % chez les jeunes garçons âgés de 11-13 ans par rapport aux sujets adultes ; Fournier et al. (1982) ont observés des valeurs de PFK réduites chez les enfants de 12 ans par rapport à des adolescents de 16-17 ans.

I.6.3 La tolérance du degré d'acidose musculaire :

Elle est réduite chez l'adulte entraîné ; Kinderman et al., (1975) ont relevés des valeurs de PH artériel plasmatique de 6,80 : les sujets sédentaires ont des valeurs de l'ordre de 7,20. Plusieurs auteurs rapportent une hausse de l'acidose maximale tolérable de l'ordre de 0,01 à 0,02 unité PH /année de croissance (Kinderman et al., 1980).

I.6.4 La revue littérature relative au concept du VO_2 max et la VMA chez les enfants :

Le VO_2 max est un indice de performance indispensable dans des épreuves d'endurance. Cependant, les résultats obtenus chez l'enfant ne puissent pas être interprétés de façon similaire. Puisque le VO_2 max spécifique ($ml \cdot min^{-1} \cdot kg^{-1}$) de l'enfant ne varie

pratiquement pas au cours de la croissance pré pubère, tandis que son endurance peut nettement s'améliorer. Ce gain peut être obtenu par une diminution du coût énergétique au cours de certains exercices prolongés, soit par des modifications qualitatives de libération d'énergie, soit par l'amélioration de facteurs anaérobies (vitesse, force), Berthoin et al., (1994).

I.6.5 Concept de vitesse de la course associée au VO₂ max (VAM) chez les enfants :

Margarita et al., 1965, décrit que le VO₂max ne peut être obtenu et considéré comme un paramètre d'évaluer l'aptitude physique que s'il prend en compte le rendement mécanique avec lequel chaque sujet réalise un exercice donné. Après avoir déterminé le VO₂ max sur tapis roulant, Astrand (1952) a fait courir des filles et garçons de 4 à 18 ans (Tableau 2) pendant 5 min à la vitesse à laquelle était obtenue le VO₂ max «vitesse aérobie maximale» (VAM en km.h⁻¹).

Astrand., (1952), dénota que la VAM augmente significativement en fonction de l'âge chez le garçon de 12 à 13ans, elle est de 13,7 km.h⁻¹ entre 13 et 15 ans, qui semble indépendante de l'âge. Il faut noter que les valeurs de la VAM en laboratoire (sur tapis roulant) sont nettement supérieures à celles du terrain (sujet entraîné par le moteur, absence de forces aérodynamiques). Le temps de maintien de la VAM dans la population jeune est sensiblement identique (un peu plus de 5 min).

Tableau 2. Evolution de VAM (km.h⁻¹) des garçons en fonction de l'âge, (Astrand, 1952)

Age (ans)	4-6	7-9	10-11	12-13	14-15
VMA	10,4 km/h ⁻¹	13,8 km/h ⁻¹	14,7 km/h ⁻¹	14,4 km/h ⁻¹	16,8 km/h ⁻¹

Saltin et al., (1995), ont étudié les meilleurs coureurs Kenyans (cadets juniors- seniors) afin de tester leur potentiel aérobie avec des épreuves sous-maximales et maximales sur tapis roulant, tant au niveau de la mer qu'en haute altitude (2000 m) et une comparaison a été faite avec un groupe de jeunes garçons Kenyans non-entraînés et les meilleurs coureurs Scandinaves. En altitude, les garçons non-entraînés et entraînés ont respectivement un VO₂max de 47 et 62 ml.kg⁻¹.min⁻¹.

Kemper et al., 1986, rapporte que L'O₂ max absolu augmente pendant la croissance progresse relativement chez les garçons et les filles entre 4 et 14 ans. Cependant, l'O₂ max par kg de poids corporel (O₂ max/PC) chez les garçons est relativement constant à cet âge et se situe entre 50 et 55 ml kg⁻¹ min⁻¹. Après la puberté, on constate une légère réduction.

Chez les filles, nous observons les plus hautes valeurs ($45\text{--}50 \text{ ml kg}^{-1} \text{ min}^{-1}$) vers l'âge de 10 ans suivies ensuite d'une baisse graduelle jusqu'à $40 \text{ ml kg}^{-1} \text{ min}^{-1}$.

Kobayashi et al., 1978, dans une seule étude a démontré des valeurs de O_2 max excédant $70 \text{ ml kg}^{-1} \text{ min}^{-1}$ après un entraînement aérobie. Il semble donc improbable qu'un entraînement intensif avant la puberté puisse permettre d'atteindre des valeurs de O_2 max similaires à celles des athlètes adultes de haut niveau (environ $80 \text{ ml kg}^{-1} \text{ min}^{-1}$).

La puissance aérobie maximale a été mesurée pendant 5 à 6 années consécutives chez 50 écoliers japonais à partir de 9 ou 13 ans. et pendant 2 à 3 ans chez 6 coureurs juniors supérieurs à partir de 14 ans. Une forte augmentation de la puissance aérobie a été observée pendant la poussée de croissance de l'adolescence chez 7 écoliers qui s'entraînaient entre 9 et 14 ans. La puissance aérobie pour 43 écoliers moyens est passée de $45,0$ à $52,2 \text{ ml / kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ entre 13 et 17 ans. La puissance aérobie de 6 coureurs juniors supérieurs est passée de $63,4$ à $73,4 \text{ ml kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ entre 14 et 17 ans. Une augmentation remarquable de la puissance aérobie n'a pas été observée chez les garçons entraînés avant l'âge de la vitesse de croissance en hauteur maximale (PHV). Commencant environ 1 an avant l'âge du PHV et par la suite, l'entraînement a effectivement augmenté la puissance aérobie au-dessus de l'augmentation normale attribuable à l'âge et à la croissance. La puissance aérobie hautement développée trouvée chez les coureurs juniors supérieurs peut avoir été dérivée d'un entraînement intense et en partie d'une dotation génétiquement supérieure.

Chapitre II. Croissance et développement physique chez les enfants

Sommaire : Chapitre II

Titre	Page
II.1 Anthropométrie et généralités sur la croissance chez les enfants ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~	37
II.1.1 Les études de la croissance et rôle de l'anthropométrie ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~	37
II.2 Particularités de la croissance de l'âge pré pubère et pubère ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~	37
II.2.1 Les études et les normes de mesure de la puberté ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~	43
II.2.2 Les caractéristiques de la croissance des garçons pré pubères ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~	45
II.2.3 Les caractéristiques génétiques et mésologiques déterminant la cro ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~	47
II.2.4 Les caractéristiques d'évolution de la taille chez les garçons ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~	47
II.2.4.1 Évolution séculaire d'autres mensurations chez les garçons ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~	48
II.2.4.2 Évolution séculaire du poids ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~	48
II.2.4.3 Caractéristiques de l'âge de la puberté ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~	49
II.2.5 Caractéristiques biologiques des stades de développement pubertaire ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~	49
II.3 La puberté chez le garçon ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~	50
II.3.1 L'âge du développement pubertaire chez le garçon ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~	50
II.3.2 La puberté précoce chez le garçon ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~	52
II.3.3 Calendrier pubertaire ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~	52
II.3.4 Facteurs impliqués dans les variations de l'âge pubertaire ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~	52
II.3.4.1 Facteurs socioéconomiques ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~	54
II.3.4.2 Facteurs génétiques ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~	53
II.3.4.3 Facteur de la nutrition ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~	53
II.3.4.4 Facteur de la croissance précoce ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~	53
II.3.4.5 Facteur de stress et l'entraînement intensif ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~	53
II.3.4.6 Facteur d'exposition aux produits chimiques de type perturbateurs endocriniens ~ ~ ~ ~	54
II.3.5 Autres facteurs ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~	54
II.4. Les aspects de déclenchement de la puberté ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~	54
II.4.1 Les aspects des stéroïdes sexuels au déclenchement de la puberté ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~	54
II.4.2 Les aspects des corrélations entre la taille ou le poids de naissance et la taille dans l'enfance, à l'adolescence, et à l'âge adulte ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~	55
II.4.3 Aspects génétiques de la puberté ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~	55
II.5 Optimisation de la masse et la densité osseuse à l'âge pré pubère et pubère ~ ~ ~ ~ ~	56

II.6 Les caractéristiques d'évolution de la taille chez les garçons ~~~~~	58
II.7 Évolution séculaire du poids~ ~~~~~	59
II.8 Le somatotype des enfants~ ~~~~~	60
II.9. Particularités de la croissance de l'âge 11-12-13 ans ~~~~~	60
II.9.1 La stature ~~~~~	60
II.9.2 Le poids ~~~~~	61
II.9.3 Les diamètres transversaux et distaux du corps ~~~~~	61
II.9.4 Les circonférences corporelles~ ~~~~~	61
II.9.5 Les longueurs du corps calculés ~~~~~	61
II.9.5.1 La taille assis ~~~~~	61
II.9.5.2 Les membres inférieurs ~~~~~	61
II.9.5.3 Les membres supérieurs ~~~~~	61
II.9.5.4 Les proportions corporelles ~~~~~	62
II.9.6 L'indice de Skèle ~~~~~	62
II.9.7 Composant adipeux ~~~~~	62
II.9.8 Le composant osseux ~~~~~	62
II.10. L'interaction entre les paramètres anthropométriques et moteurs sous l'influence de l'exercice physique ~~~~~	64
II.10.1 Changement de la graisse corporelle ~~~~~	63
II.10.2 Changement de la masse musculaire ~~~~~	63
II.10.3 Changement de la masse osseuse~ ~~~~~	63

II.1 Anthropométrie et généralités sur la croissance chez les enfants :

II.1.1 Les études de la croissance et rôle de l'anthropométrie :

L'étude de l'interaction entre croissance et nutrition est une discipline classique de l'anthropologie. Ces études restent indispensables en épidémiologie pour évaluer les influences de facteurs mésologiques et pour situer l'état de santé à la fois d'un individu ou d'une population. En termes individuels, les enquêtes de croissance permettent d'établir des normes et donc de situer les enfants sortant de la normalité, aussi bien en excès qu'en insuffisance. Elles permettent donc d'aborder des problèmes aussi divers que celui de l'obésité, des carences nutritionnelles, des maladies ou des syndromes génétiques, des différences socioéconomiques, voire même de facteurs psychologiques (Susanne et al., 2003).

La technique anthropométrique est non invasive, simple, rapide et reproductible ; elle est adéquate au travail sur le terrain et dans des enquêtes épidémiologiques. Taille, poids, périmètre du bras, plis sous-cutanés sont de bons indicateurs des conditions nutritionnelles, ainsi que le périmètre abdominal et de la hanche dans l'indication du type d'obésité. Ces indicateurs peuvent servir au dépistage de la malnutrition protéino-énergétique ainsi que de l'obésité (Rebato, 2003).

II.2 Particularités de la croissance de l'âge pré-pubère et pubère :

L'analyse détaillée de la croissance et du développement se fait essentiellement sur la base de données longitudinales, c'est-à-dire des données sérielles du même sujet, permettant d'établir la courbe de croissance individuelle.

LA figure 03, illustre à partir d'un exemple les trois types principaux de courbes de croissance de dimensions corporelles : la courbe de croissance staturale typique des longueurs (longueur des jambes par exemple) et de certaines largeurs (comme la largeur des épaules et des hanches) ; la courbe de croissance pondérale et la courbe de croissance du périmètre céphalique. Dans ce dernier cas, à la naissance, l'enfant a déjà atteint une large part de la dimension finale ; cette courbe est similaire pour toutes les dimensions crâniennes ainsi que pour les dimensions du visage.

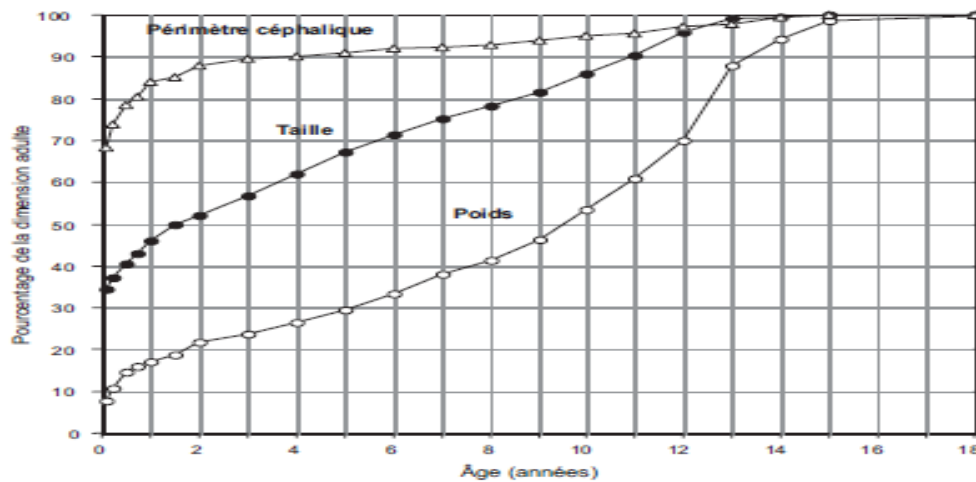


Figure 3. Courbe de croissance de la taille, le poids et du périmètre céphalique d'une fille, exprimée en % des dimensions d'adultes, (d'après Hauspie, 2003)

La figure 3 : montre que la vitesse de croissance de la stature est caractérisée par une période d'accroissement rapide, néanmoins décélérant durant les deux premières années de la croissance postnatale ; elle est suivie d'une période de vitesse de croissance staturale plus au moins constante, parfois interrompue par un ou plusieurs petits pics de croissances pré pubertaires (Butler et al., 1989 ; Hauspie et Chrzastek-Spruch, 1993). Cette période est suivie par période pubertaire ou adolescence caractérisée par la présence d'un pic important de croissance pubertaire.

Cette période est suivie par la période pubertaire ou l'adolescence, caractérisée par une accélération de la croissance staturale et un pic de croissance pubertaire. Après ce pic, la vitesse de croissance staturale diminue rapidement et la croissance se termine à l'âge adulte, atteint actuellement vers 16-17 ans chez les filles et 18-19 ans chez les garçons.

Naturellement, les facteurs de variation sont multiples, entre populations, entre individus et entre les deux sexes ; cette variation concerne aussi bien le timing de développement que la taille elle-même à chaque âge. Les études longitudinales, basées sur des mesures séquentielles et répétées.

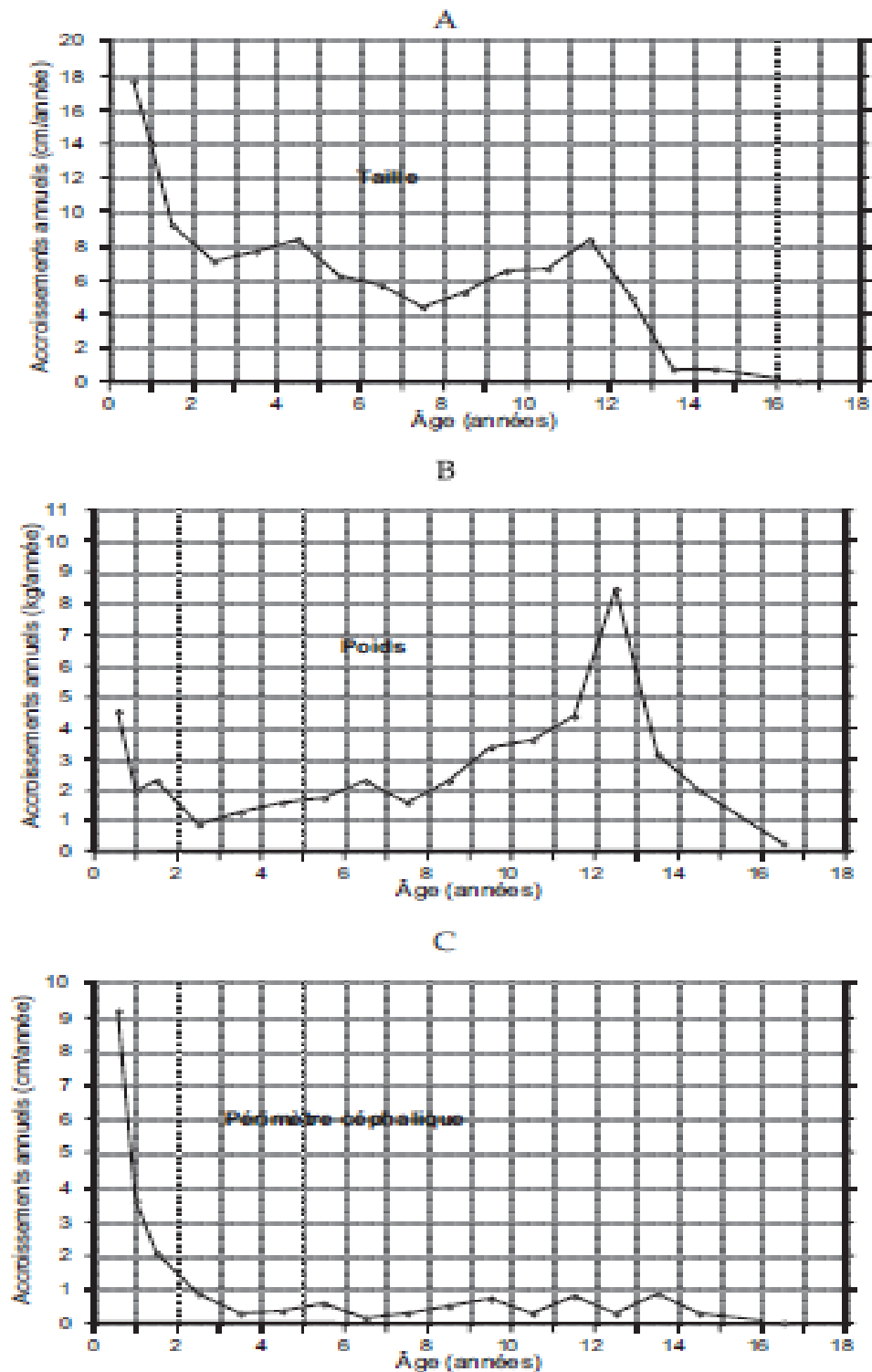


Figure 4. Courbes de vitesse de croissance de la taille (a), du poids (b) et du périmètre céphalique (c), (d'après Hauspie, 2003)

La figure 4 : Illustre un exemple théorique soulignant les effets principaux de la variation du rythme de croissance sur la forme de la courbe de croissance .Le graphique montre la taille atteinte, ainsi que la vitesse de croissance de la taille, pour des enfants à maturation avancée, moyenne et tardive, ayant la même taille à la naissance et à l'âge adulte. Ces

trois sujets théoriques ont le même potentiel pour atteindre une certaine taille finale, mais ils diffèrent considérablement en ce qui concerne le temps nécessaire pour arriver à cette maturation complète. Par conséquent, on observe des différences considérables de la taille et de la forme de la courbe de croissance entre ces trois degrés de rythme de croissance tout au long de la période de l'enfance et surtout à l'adolescence. L'effet de différences de rythme de croissance sur la taille atteinte est d'autant plus grand que l'enfant devient plus âgé et que la pente de la courbe de croissance est plus aiguë, ce qui explique que l'effet de différences de rythme de croissance sur la taille atteinte est plus prononcé lors du pic de croissance pubertaire (Hauspie, 2003).

Vers l'âge de 2 ans, la vitesse de croissance chute en dessous de 1 cm/an, et cela pour le reste de la période de croissance. Les dimensions de la tête et du visage ne montrent pas de pic de croissance pubertaire. Pendant l'enfance, la croissance est caractérisée parfois par un ou plusieurs petits pics de croissance pré pubertaires. Cette période de l'enfance est de durée variable selon le sexe et la vitesse de maturation de l'enfant. Cette période est suivie par la période pubertaire ou l'adolescence, caractérisée par une accélération de la croissance staturale et un pic de croissance pubertaire. Après ce pic, la vitesse de croissance staturale diminue rapidement et la croissance se termine à l'âge adulte, atteint actuellement vers 18-19 ans chez les garçons.

La croissance du poids diffère de celle de la taille, dans la mesure où le début de la croissance pubertaire n'est pas marqué par un âge auquel la vitesse est minimale. Au contraire, un minimum de la vitesse de croissance pondérale est généralement constaté vers l'âge de 12-13 ans (Tanner, et al., 1986a), après lequel la vitesse augmente graduellement. La courbe de vitesse de croissance du périmètre crânien est caractérisée par une vitesse rapide mais fortement décélérant durant la première année postnatale (figure 4C).

A ce sujet, de nombreux modèles mathématiques (plus de 200 fonctions) ont été proposés pour décrire et lisser la courbe de croissance (Marubini et Milani 1986 ; Bogin, 1988 ; Hauspie, 1996 et 1997a). Les avantages et désavantages des modèles les plus utilisés ont été envisagés par Hauspie et al. (1991) et par Hauspie et Chrzastek-Spruch. (1993).

Preece et Baines (1978) ont proposé un modèle très couramment utilisé pour décrire la croissance de la taille et des dimensions post crâniennes entre l'âge de 2-5 ans et l'âge adulte ; la fonction logistique triple (Bock et Thissen, 1980) et le modèle JPA-2 (Jolicoeur et al., 1992) ; sont lorsque la courbe est étudiée à partir de la naissance.

Les données biologiques, telles que l'âge de la vitesse minimal juste avant le pic de croissance pubertaire, l'âge au pic de croissance pubertaire, la vitesse de croissance à ces âges, et la durée du pic de croissance pubertaire, peuvent être estimées par le modèle 1 de Preece et Baines (PB1). Le modèle PB1 permet donc une interprétation fonctionnelle de la courbe de croissance :

$$y = h_1 - \frac{2(h_1 - h_0)}{e^{s_0(t-\tau)} + e^{s_1(t-\tau)}}$$

Où y = taille en cm, t = âge en années, et sont les cinq paramètres de la fonction : h_1, h_0, s_0, s_1, τ .

Le paramètre h_1 correspond à l'asymptote supérieure de la fonction et représente donc une estimation de la dimension finale. h_0 est la dimension atteinte à l'âge τ . Les paramètres s_0 et s_1 sont des constantes de vitesse, contrôlant respectivement la vitesse de croissance pré-pubertaire et pubertaire.

La modélisation est donc une technique qui permet de résumer l'étude longitudinale de la croissance d'un individu en un petit nombre de paramètres ; les moyennes de ces paramètres au niveau d'une population, introduites dans le modèle mathématique, permettent de calculer une courbe de croissance lisse caractéristique de cette population et la courbe de vitesse de croissance instantanée est obtenue par la première dérivée de la fonction, la courbe de vitesse de croissance est :

$$y' = \frac{2(h_1 - h_0)(s_0 e^{s_0(t-\tau)} + s_1 e^{s_1(t-\tau)})}{(e^{s_0(t-\tau)} + e^{s_1(t-\tau)})^2}$$

On considère l'ajustement d'un modèle de croissance comme adéquat, si l'erreur standard de l'estimation est de l'ordre de l'erreur de mesure de la variable en question (typiquement 0,5 cm pour la taille). Au contraire, un biais systématique dans l'ajustement peut être estimé par un test de «runs», par exemple «(Siegel, 1956)» (Hauspie, 2003) ; d'autres caractères corporels, tels que le poids, l'indice de la masse corporelle (IMC

ou BMI) et les plis cutanés, des modèles non structurels, comme des fonctions polynomiales, sont plus utilisés (Gasser et al., 2001).

Au niveau de la puberté, ces modèles sont donc particulièrement utiles puisqu'ils permettent d'estimer des paramètres biologiques tels que l'âge, la dimension et la vitesse au début du pic de croissance pubertaire et au moment de la vitesse maximale lors de l'adolescence.

Tableau 3. Paramètres de la fonction et paramètres biologiques obtenus par l'ajustement du modèle de Preece et Baines aux données longitudinales de la fille, de l'étude belge de la croissance de l'enfant normale (d'après Hauspie, 2003).

Paramètres de la fonction	Paramètres biologiques
h_1	154,4 cm
h_0	143,7 cm
S_0	0,1374 cm ²
S_1	1,450 cm
θ	11,63 années
Variance résiduelle	0,144 cm ²
Erreur standard de l'estimation	0,380cm
Age du début du pic	8,33années
Taille du début du pic	121,2 cm
Vitesse au début du pic	5,1cm/ an
Age à la vitesse maximale	11,18 années
Taille à la vitesse maximale	136,8 cm
Vitesse maximale	8,9 cm/an
Accroissement pubertaire	33,2 cm

Comme nous l'avons déjà indiqué, les facteurs de variation sont nombreux et ne concernent pas uniquement des variations de taille atteinte à chaque âge, mais également le rythme de croissance, et la vitesse avec laquelle un individu atteint sa taille finale. Cette vitesse de maturation est corrélée à d'autres marqueurs de maturation, tels que les caractères sexuels secondaires ou l'âge osseux.

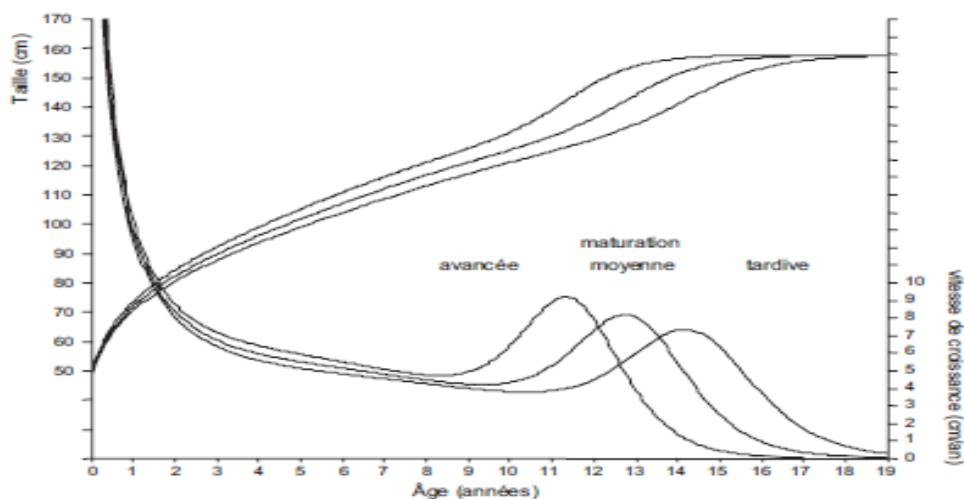


Figure 5 : Effet de variation de rythme de la croissance (vitesse de maturation) sur la courbe de croissance : un exemple théorique (d'après Hauspie, 2003)

Cet exemple est théorique mais correspond cependant au fait que dans des populations réelles, il n'y a quasiment pas de corrélations entre la taille finale et l'âge auquel s'installe le pic de croissance pubertaire (Largo et al., 1978 ; Malina et Bouchard, 1991 ; Beunen et al., 1994 ; Gasser et al., 2001). Ainsi par exemple, les enfants à maturation avancée ont une période de croissance moins longue mais une vitesse de croissance plus élevée pendant l'enfance et, surtout au moment du pic de croissance pubertaire. Au contraire, des enfants à maturation tardive auront une période de croissance plus longue mais le pic de croissance pubertaire sera moins élevé.

Il existe donc une corrélation négative entre la vitesse maximale lors du pic de croissance pubertaire et l'âge auquel cette vitesse maximale est atteinte : ceci est le cas pour la taille et bien d'autres caractères (Largo et al., 1978 ; Hauspie, 1980).

II.2.1 Les études et les normes de mesure de la puberté :

Si ce que nous avons décrit provient essentiellement d'études longitudinales, la majorité des études de croissance sont en fait transversales, c'est à dire réaliser à partir de mesures uniques prises chez des sujets différents à chaque âge.

Les résultats des études transversales peuvent être intéressants également, car ils permettent d'estimer la tendance centrale d'une population et la variation de données de croissance à chaque âge. C'est aussi à partir de données transversales que des courbes percentiles (ou normes de croissance ou courbes de référence) sont établies, illustrant la croissance «moyenne» et les limites de la variation «normale» dans une population. Ces études

transversales de la croissance sont donc intéressantes au niveau épidémiologique et au niveau de l'analyse de l'influence des facteurs génétiques et mésologiques.

Cependant, les courbes ne permettent pas d'analyser la dynamique du processus de croissance individuel. Elles sont statiques et leur caractère moyen atténue les caractéristiques de la poussée de croissance pubertaire. Ainsi, dans la courbe d'accroissement des moyennes (il ne s'agit donc pas d'une vitesse), la hauteur du pic de croissance pubertaire est réduite, et la poussée de croissance pubertaire est également beaucoup plus étalée. L'allure d'une courbe moyenne d'une étude transversale diffère nettement de celle de courbes individuelles longitudinales. Pendant la puberté, la courbe de croissance d'un enfant ne suit pas une des lignes percentiles des normes de croissance transversale et ces lignes percentiles ne permettent pas d'évaluer la normalité de l'évolution de la croissance dans le temps. Cependant, on peut tenir compte dans des courbes de référence de ces différences de rythme de croissance (Tanner et al., 1966a et b).

Wachholder et Hauspie (1986), ont par exemple utilisé des courbes de «constantes moyennes» pour estimer l'allure typiquement moyenne (Hauspie, 1989), alors que les courbes de référence pour les enfants à maturation avancée ou tardive étaient obtenues par une analyse de régression des paramètres du modèle *Preece et Baines* (PB1) sur l'âge à la vitesse maximale lors de la puberté (Wachholder et Hauspie, 1986 ; Hauspie et Wachholder, 1986). La suivante figure (4), illustre de telles courbes pour la population de *Sarsuna-Barisha* (Hauspie et al., 1980).

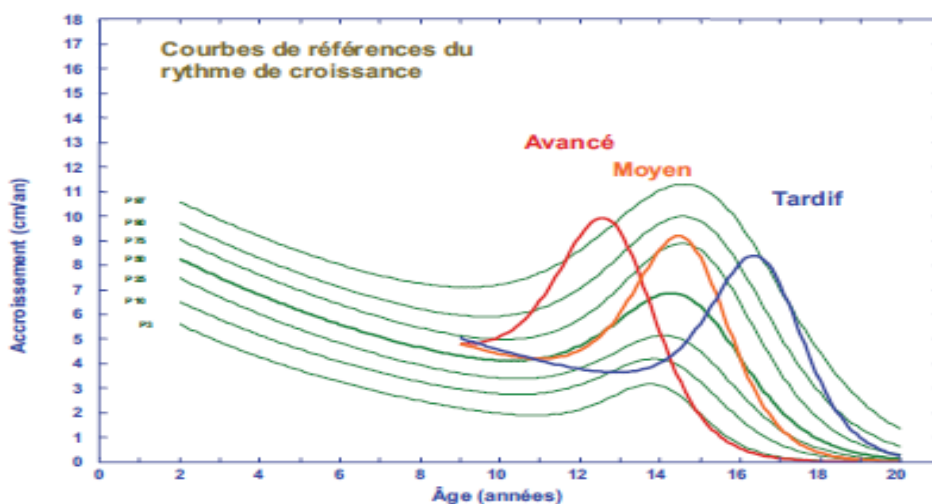


Figure 6. Courbe de référence pour la population de Sarsuna-Barisha (Hauspie et al., 1980)

(Figure 4), Tenant compte des différences de rythme de croissance : les courbes de « constantes moyennes » estiment l'allure typiquement moyenne, alors que les courbes de référence pour les enfants à maturation avancée ou tardive ont été obtenues par une analyse de régression des paramètres du modèle *Preece et Baines* sur l'âge à la vitesse maximale lors de la puberté.

II.2.2 Les caractéristiques de la croissance des garçons pré-pubères :

Le dimorphisme sexuel des caractéristiques anthropométriques s'établit essentiellement pendant la période pubertaire. En termes de courbe de croissance moyenne de taille, les dimensions corporelles sont légèrement supérieures chez les garçons pendant l'enfance enfin au moment de leur puberté, les garçons deviennent plus grands que les filles pour quasiment toutes les dimensions corporelles. À nouveau, les données longitudinales permettent de mieux comprendre comment ce dimorphisme sexuel s'établit au cours du processus de croissance (Tanner et al., 1976 ; Hauspie, 1986) . En effet, en comparant les courbes de constantes moyennes des garçons et des filles, obtenues après ajustement d'un modèle mathématique aux sujets individuels de l'échantillon, on peut décomposer le dimorphisme sexuel de la taille adulte en trois parties :

- La différence d'accroissement pubertaire entre les deux sexes.
- La différence de croissance pré pubertaire, c'est-à-dire à l'âge où les filles commencent leur poussée de croissance pubertaire.
- La différence de croissance due à la croissance pubertaire plus tardive des garçons, c'est-à-dire le gain de croissance acquis par les garçons entre l'âge du début de la poussée de croissance pubertaire.

La figure 5, montre les courbes de constantes moyennes pour la population belge. Le début de la poussée de croissance pubertaire est indiqué par les points noirs, alors que l'accroissement pubertaire est la croissance acquise depuis le début de la poussée de croissance pubertaire jusqu'à la taille finale.

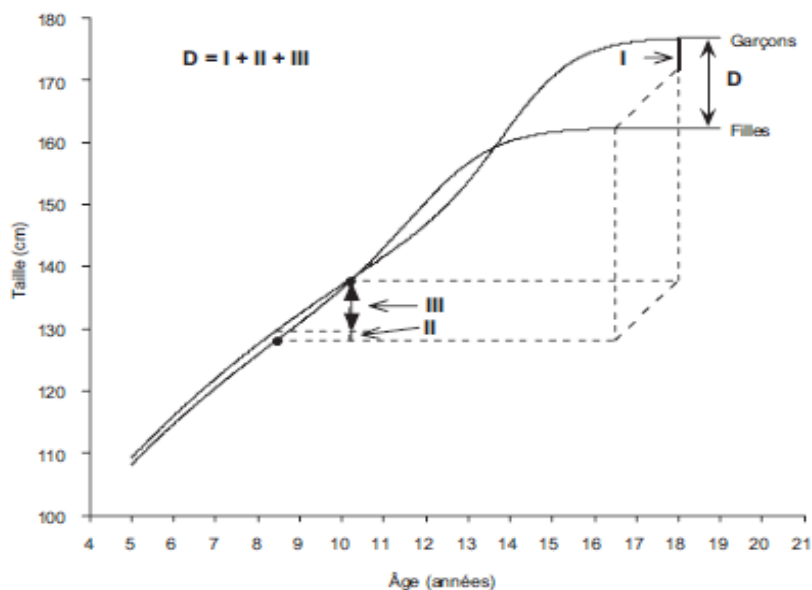


Figure 7 : Décomposition du dimorphisme sexuel de la taille adulte (d) à partir des courbes de croissance de constante moyenne (Koziel et al ., 1995)

La partie I est due à la différence d'accroissement pubertaire, la partie II à la différence de croissance pré pubertaire, et la partie III à la différence due au retard de l'installation de la poussée de croissance pubertaire chez les garçons (d'après Hauspie, 2003). Le tableau. 4 : montre les résultats du dimorphisme en ce qui concerne la taille et la taille assis chez les garçons (Hauspie, 2003).

Tableau 4. Décomposition du dimorphisme sexuel de la taille et de la taille assis en 3 composantes additives (Hauspie, 2003)

	Taille (cm)	Taille assis (cm)
Diphormisme	13,5	6,5
I	4,9	2,8
II	0,4	0,5
III	8,2	3,2

La partie I est due à la différence d'accroissement pubertaire, la partie II est due à la différence de croissance pré-pubertaire, et la partie III à la différence due au retard de l'installation de la poussée de croissance pubertaire chez les garçons.

Le tableau 4 : indique que le dimorphisme sexuel de la taille adulte était de 13,5 cm dans la population belge, décomposé en 0,4 cm de différences pré pubertaires de taille, 4,9

cm de pic pubertaire plus élevé chez les garçons et surtout 8,2 cm dû au retard dans le *timing* de la poussée de croissance pubertaire chez les garçons.

Loesch et al., (1995) ont suggéré que le début plus précoce de la puberté chez les garçons, la testostérone stimule la croissance en taille et accélère la maturation squelettique. Des tendances similaires s'observent pour la taille assis, alors que la largeur des épaules est plus grande chez les garçons dus à un plus grand accroissement pubertaire. Pour la largeur des hanches, le dimorphisme est quasiment inexistant avant la puberté ou à l'âge adulte ; en effet, est entièrement compensé par le gain en largeur des hanches chez les garçons en raison de leur période de croissance pré pubertaire prolongée (Hauspie et al., 1985).

II.2.3 Les caractéristiques génétiques et mésologiques déterminant la croissance :

Les caractéristiques de croissance correspondent à un modèle multifactoriel sous influence de facteurs génétiques polygéniques mais aussi de facteurs mésologiques.

Au niveau génétique, des études longitudinales de la croissance dans des échantillons de jumeaux ou des échantillons familiaux ont clairement démontré que le rythme de croissance est déterminé génétiquement (Sharma, 1983 ; Mueller, 1986 ; Byard et al., 1993 ; Hauspie, 1998b). Ainsi, une étude de Hauspie et al., (1994), sur des jumeaux monozygotes et dizygotes montre une composante génétique importante, en particulier dans la variation de l'âge au pic de croissance pubertaire. L'influence génétique peut être évaluée par un coefficient d'héritabilité, défini comme la proportion de la variation due aux facteurs génétiques par rapport à la variation totale cependant, dans l'examen des relations familiales, à la composante génétique s'ajoute la transmissibilité culturelle et mésologique. L'influence des conditions mésologiques est aussi abondamment illustrée dans des conditions de vie médiocre, la croissance peut être freinée, pour permettre ainsi à l'enfant de mieux répondre à ses besoins physiologiques et métaboliques. Lorsque les conditions environnementales s'améliorent, on observera une période de croissance de rattrapage jusqu'au moment où la trajectoire originale de sa croissance est à nouveau atteinte (Tanner, 1986 ; Golden, 1998).

II.2.4 Les caractéristiques d'évolution de la taille chez les garçons :

A la naissance, les changements séculaires sont négligeables (Ward et Ward, 1984 ; Garn, 1987 ; Rosenberg, 1988). Ils prennent place cependant dès les premières années de vie, mais l'évolution séculaire de la taille est souvent plus élevée durant la période pubertaire qui représente 15 à 20% de la taille atteinte à l'âge adulte ; Eveleth et Tanner (1990) évaluent, pour la période 1880-1980, les changements à 1,5 cm par décennie pendant l'enfance, 2,5 cm par décennie pendant la puberté et à 1 cm par décennie à l'âge adulte.

Actuellement, l'évolution séculaire de la taille à l'âge adulte se ralentit ou est même stoppé dans certains pays européens. Deux raisons peuvent expliquer cette décélération, soit que les conditions mésologiques sont devenues optimales pour l'expression complète du génotype, soit que les conditions mésologiques cessent de s'améliorer dans les dernières décennies (Susanne et Bodzsar, 1998 ; Hauspie et Vercauteren, 2004).

L'évolution séculaire de la taille est essentiellement liée à celle de la longueur des membres inférieurs (Tanner et al., Tanner, 1990). Certains auteurs (Eveleth et Tanner, 1990 ; Kuh et al., 1991) mentionnent une plus grande plasticité des garçons, c'est-à-dire que les garçons seraient plus plastiques aux changements mésologiques, seraient plus affectés par de mauvaises conditions et croîtraient plus rapidement lorsque les conditions sont favorables.

II.2.4.1 Évolution séculaire d'autres mensurations chez les garçons :

L'évolution séculaire ne se limite naturellement pas à la taille mais implique l'ensemble des dimensions et des proportions corporelles. Par rapport à la taille, le diamètre biacromial, la longueur des bras et les dimensions thoraciques diminueraient concernant les diamètres du bassin, la littérature contradictoire (Susanne et Bodzsar, 1998 ; Susanne et al., 2001) mais indique souvent un type de silhouette plus longiligne, comme en Belgique (Susanne, 1993 ; Vercauteren et al., 1998), Suède (Lindgren, 1996) et Allemagne (Jaeger, 1998). au niveau des dimensions céphaliques, des changements séculaires s'observent aussi, comme une face plus étroite, une réduction de la largeur céphalique combinée à une augmentation de la longueur céphalique, et donc connue sous le nom de dé brachycéphalisation, (Demoulin, 1998).

II.2.4.2 Évolution séculaire du poids :

Avec l'évolution séculaire de la taille, il est normal d'observer des changements de poids, aussi bien chez les enfants que les adultes (Liestol et Rosenberg, 1995 ; Susanne et al., 2001). Une l'épidémiologie croissante d'obésité observée dans le monde occidental. Elle est le plus souvent documentée par une augmentation d'IMC (ou de plis cutanés ou de circonférences) : son évolution suit un autre timing que celle de la taille et répond manifestement à une autre étiologie.

II.2.4.3 Caractéristiques de l'âge de la puberté : La puberté représente une étape importante de la maturité. Elle met en œuvre des modifications corporelles, physiologiques et psychologiques. La croissance durant la puberté représente 15 à 20 % de la taille atteinte à l'âge adulte.

II.2.5 Caractéristiques biologiques des stades de développement pubertaire :

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

Tableau 5. Classification de Tanner des stades de développement pubertaire

Stades de développement pubertaire	
Pilosité pubienne garçons et filles	
P1 Absence de pilosité	
P2 Quelques poils longs sur le pubis	
P3 issu de la symphyse	
P4 Pilosité pubienne fournie	
P5 La pilosité s'étend à la racine des cuisses et s'allonge vers l'ombilic chez les garçons	
Développement mammaire	
S1 ou B1 Absence de développement mammaire	
S2 ou B2 Petit bourgeons mammaire avec élargissement de l'aréole	
S3 ou B3 Développement maximum du sein (apparition d'un sillon sous-mammaire), Salie de l'aréole et du mamelon sur la glande	
S5 ou B5 Aspect adulte, disparition de la saillie de l'aréole	
Stades de développement pubertaire	
Développement des organes génitaux du garçon	
G1 Testicules et verge de taille infantile	
G2 Augmentation du volume testiculaire de 4 à 6 ml (L 25à30 mm)	
G3 Continuation de l'accroissement testiculaire de 6 à 12 ml (L30-40mm), accroissement de la verge	
G4 Accroissement testiculaire de 12 à 16 (L 40-50 mm) de la verge	
G5 Morphologie adulte	

Tableau 6. Normes traditionnellement utilisées pour la puberté chez la fille d'après (Marshall et Tanner, 1969).

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

II.3 La puberté chez le garçon :

Le premier signe de puberté est l'augmentation du volume testiculaire qui se produit en moyenne vers l'âge de 12-13 ans (tableau 6). Les autres signes de maturation pubertaires sont le développement de la pilosité pubienne et axillaire, l'augmentation de la taille de la verge. De même, l'apparition du sésamoïde du pouce correspond à un âge osseux de 13 ans et concorde approximativement avec le début de la puberté chez les garçons.

Tableau 7. Normes traditionnellement utilisées pour la puberté chez le garçon (d'après Marshall et Tanner, 1970)

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

II.3.1 L'âge du développement pubertaire chez le garçon :

Chez les garçons, différentes études américaines et européennes s'accordent sur un âge moyen de 11,6 ans pour le stade G2 (Marshall et Tanner, 1970 ; Largo et Prader, 1983 ; Lindgren, 1996 ; Mul et al., 2001). L'étude de la cohorte Nhanes trouve un âge médian de 9,7 ans pour ce même paramètre (Herman-Giddens et al., 2001). Un biais lié à l'estimation visuelle sans palpation est évoqué pour expliquer ces différences entre études (Parent et al., 2003).

D'autres études considérant la puberté est un indicateur de la maturation normale de l'axe gonadotrope et du système de reproduction. Ce processus physiologique survient après une période de latence dont la durée est variable en fonction du sexe puisque l'initiation pubertaire survient entre 9 et 14 ans chez le garçon. Depuis le début du XXe siècle, plusieurs études rétrospectives dans un premier temps et récemment prospectives, ont rapporté que l'âge de la puberté était génétiquement déterminé (Parent et al., 2003).

L'étude de Weineck (1992), la première phase pubertaire, que l'on qualifie de seconde phase de maturation morphologique, débute vers 12-13 ans chez les garçons, et elle dure approximativement à l'âge de 14-15 ans.

Plusieurs autres facteurs ont également été impliqués tels que l'état nutritionnel, le stress, l'exercice physique (Graber et al., 1995). Récemment, l'évolution séculaire tendant

vers une baisse continue de l'âge de la puberté, évoquée en premier par Tanner en 1973, a été expliquée par une amélioration des conditions de vie; alors que le rôle des perturbateurs endocriniens présents dans de nombreux polluants reste une question non résolue (Silventoinen et al., 2003).

L'étude longitudinale (1989-1994) de (M. Léone, G. Larivière), portée sur les enfants Canadiens, jeunes talents, sportifs, faisant partie du programme sport- étude, âgés de 12 à 17 ans ; afin de décrire les caractéristiques anthropométriques et fonctionnelles ; les comparaisons entre adolescents sportifs et non sportifs ont permis d'identifier les caractéristiques qui distinguent ces deux groupes et indirectement les plus susceptibles de favoriser la performance sportive. Les sujets ont d'abord été subdivisés en groupes correspondant à une demi-année d'âge chronologique. Le groupe des 13 ans a été formé de sujets dont l'âge variait de 12,76 à 13,25 ans, et ainsi de suite. La plupart des sujets ayant été mesurés à plusieurs reprises au cours des 5 années de l'étude. Les sujets ont été divisés en trois groupes selon le degré de maturation biologique. Pour ce faire, l'indice de maturation retenu était l'âge correspondant à la vitesse de croissance staturale maximale (AVM). La disponibilité de séries longitudinales pour un grand nombre de sujets a rendu possible l'estimation de cet indice qui est d'ailleurs utilisé dans le cadre d'études longitudinales (Malina & Bouchard, 1991a).

L'examen des données a permis de constater que la très grande majorité des sujets obtenaient leur vitesse maximale de croissance pour la taille entre l'âge de 13,25 à 15,25 ans, ce qui est en accord avec les données de Sprynarova.S, et Parizkova.J., (1977). Les sujets âgés de moins de 13,25 ans formaient le groupe pré pubère au sens de la maturation somatique (AVM1), ceux âgés entre 13,26 et 15,25 constituaient le groupe en phase très active de croissance (AVM2) et finalement, le troisième groupe (AVM3) était constitué d'athlètes âgés de plus de 15,25.

II.3.2 La puberté précoce chez le garçon :

La puberté précoce est définie par l'âge d'apparition précoce des caractères sexuels secondaires est de 9 ans chez le garçon. Dans le cas d'une puberté précoce, la maturation sexuelle et pubertaire est plus rapide et plus évolutive que dans le cas d'une puberté normale. Les formes de pubertés précoces « centrales » ou pubertés iso-sexuelles sont GnRH (fonctions sexuelles gonadotropiques) dépendantes. Elles résultent d'une réactivation prématurée de l'axe hypothalamo-hypophysio-gonadique par mise en action du générateur de « pulse » à GnRH ou gonadostat (Parent et al., 2003).

Il en découle une sécrétion gonadique de stéroïdes sexuels avec pour conséquence des modifications somato-psychiques importantes marquées par une accélération de la croissance et une soudure prématurée des cartilages de conjugaison. L'apparition d'une puberté précoce amène au paradoxe d'une grande taille pendant l'enfance et d'une petite taille adulte.

II.3.3 Calendrier pubertaire :

Pour les garçons le début de puberté est marqué par une augmentation du volume testiculaire au-delà de 4 ml, il survient en moyenne à 12 ans (extrêmes 10-14 ans). La pilosité pubienne est notée plus tardivement, en moyenne à 13 ans et demi.

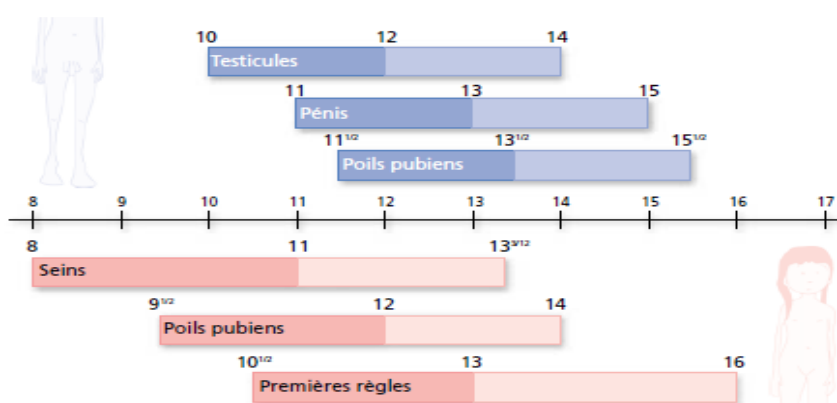


Figure 8. Calendrier pubertaire, les limites de la puberté normale. (Vismanos-j. hum .bio 2001), la puberté avant l'âge

II.3.4 Facteurs impliqués dans les variations de l'âge pubertaire :

Les études épidémiologiques ont tenté d'isoler différents facteurs corrélés avec des variations de l'âge de la puberté.

II.3.4.1 Facteurs socioéconomiques :

Par ailleurs, les études sur les enfants migrants ou adoptés dans des pays étrangers montrent des résultats hétérogènes selon le pays d'origine (Teilmann et al., 2006).

II.3.4.2 Facteurs génétiques :

Les études réalisées avec des jumeaux indiquent que 70 % à 80 % de la variance de l'âge de la puberté peuvent être expliqués par des facteurs génétiques (Fischbein, 1977 ; Treloar et Martin, 1990 ; Meyer et al., 1991 ; Kaprio et al., 1995 ; Chumlea et al., 2003).

Bien que de nombreux composants de l'axe gonadotrope aient été identifiés en physiologie et en pathologie (gènes impliqués dans les hypogonadismes centraux par exemple), les variantes génétiques impliquées dans la variabilité de la puberté ne sont pas identifiées. Plusieurs études ont fait état de liaison avec des régions génétiques, mais aucun gène n'a été clairement identifié (Guo et al., 2006 ; Rothenbuhler et al., 2006).

II.3.4.3 Facteur de la nutrition :

Une relation entre le poids corporel et l'âge de survenue de la puberté a été suggérée depuis longtemps par Frisch et Revelle (1970, 1971). Les garçons qui ont une puberté précoce sont plus souvent moins obèses que les garçons qui ont une puberté tardive, or c'est l'inverse chez les filles, (Sloboda et al., 2007). La relation entre statut nutritionnel et les variations de l'âge de la puberté est significative, mais d'autres facteurs interagissent, notamment ethniques et génétiques (Parent et al., 2003).

II.3.4.4 Facteur de la croissance précoce :

Le poids de naissance et la croissance précoce sont des facteurs importants du déterminisme de la puberté. Les enfants nés petits pour l'âge gestationnel et dont le rattrapage statural est rapide tendent à avoir une puberté plus précoce que ceux qui sont nés avec un poids de naissance élevé. La croissance précoce (vitesse de rattrapage chez les enfants nés petits pour l'âge gestationnel) a été également reliée à l'âge de la puberté (Sloboda et al., 2007).

II.3.4.5 Facteur de stress et l'entraînement intensif :

Un entraînement sportif intensif induit aussi une puberté retardée (Theintz et al., 1989). Cependant, d'autres situations de stress induisent une puberté précoce (immigration, adoption, attachement parental. La différence d'impact des composants de la situation de stress suggère une hétérogénéité de la réponse neuroendocrine à ces différents facteurs (Pacak et Palkovits, 2001).

II.3.4.6 Facteur d'exposition aux produits chimiques de type perturbateurs endocriniens :

Une relation entre l'exposition fœtale et périnatale à des produits chimiques perturbateurs endocriniens (pesticide DDT mesuré dans le sérum sanguin d'enfants immigrés) et puberté précoce a été observée (Krstevska- Konstantinova et al., 2001). De nombreuses études ont porté sur ce sujet, mais il est difficile d'isoler les agents chimiques présents dans l'environnement pour connaître leurs effets respectifs sur le système endocrinien (Parent et al., 2003).

II.3.5 Autres facteurs :

Au total, l'âge de la puberté est un processus physiologique complexe soumis à tout un spectre de facteurs en inter corrélation (figure 7).

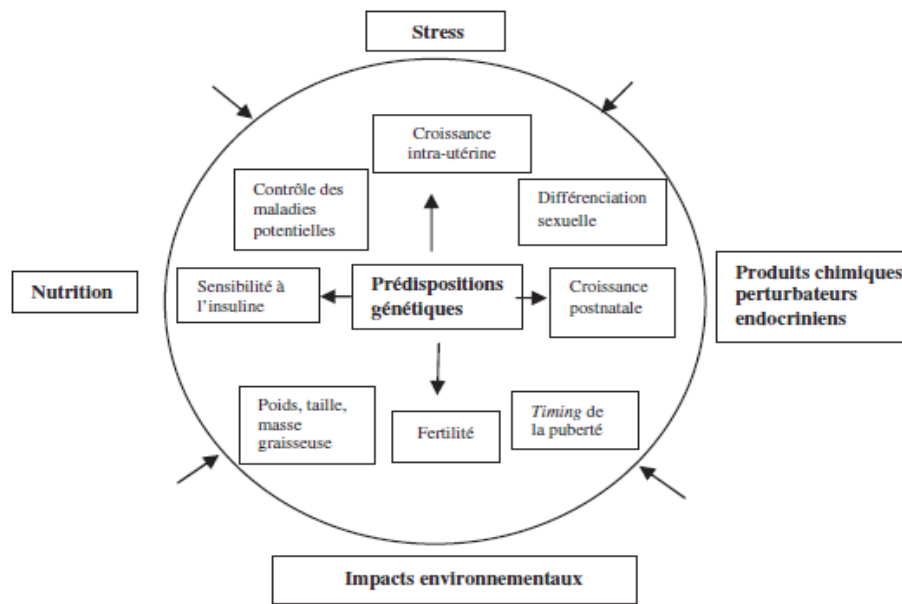


Figure 9. Facteurs génétiques et environnementaux influençant l'âge de la puberté (d'après Parent et al., 2003)

II.4. Les aspects de déclenchement de la puberté :

II.4.1 Les aspects des stéroïdes sexuels au déclenchement de la puberté :

Il faut remarquer que la plupart des travaux concernant les relations entre obésité et puberté ont été réalisés chez des filles. Ceci est probablement dû aux difficultés associées à l'évaluation de la maturité sexuelle des garçons dans les études épidémiologiques. L'étude de l'association entre obésité et maturité sexuelle chez le garçon pourrait apporter des informations importantes permettant de mieux comprendre dans quel sens se fait cette relation. Wang (2002) a réalisé une comparaison systématique du poids, de la taille, de l'épaisseur de plis cutanés et de la maturité sexuelle chez environ 3 000 enfants âgés de 8 à 14 ans. Il apparaît clairement que la relation entre maturité précoce et obésité est totalement inversée chez les garçons et chez les filles. Parmi les enfants ayant une maturité sexuelle précoce, la prévalence de l'obésité est deux fois plus élevée chez les filles, alors qu'elle est deux fois plus faible chez les garçons. Ces résultats semblent fortement en faveur d'un effet des hormones sexuelles femelles dans le développement de l'obésité, alors que chez les garçons, les hormones sexuelles mâles auraient plutôt un effet opposé. On peut cependant observer que s'il existait réellement une relation négative forte entre obésité et maturation précoce chez les garçons, l'abaissement séculaire de l'âge de la puberté ne devrait concerner que les filles. Chez les garçons, une relation négative entre obésité et puberté devrait au contraire se traduire par une tendance séculaire vers un retard dans le déclenchement de la puberté. Une telle tendance ne semble pas avoir été observée pour l'instant, mais, comme

nous l'avons déjà souligné, l'évaluation de la maturation sexuelle est plus difficile à réaliser chez le garçon.

II.4.2 Les aspects des corrélations entre la taille ou le poids de naissance et la taille dans l'enfance, à l'adolescence, et à l'âge adulte :

De nombreuses études épidémiologiques ont montré une forte association entre la taille ou le poids de naissance et la taille dans l'enfance, à l'adolescence, et à l'âge adulte. Une étude menée chez 40 000 hommes jeunes (Tuvemo et al., 1999) a mis en évidence une différence moyenne de 7 cm entre des hommes ayant eu un poids de naissance inférieur à 2500g et ceux ayant eu un poids de naissance supérieur à 4500g. De même, les auteurs ont observé une différence moyenne proche de 10 cm entre les hommes ayant une taille à la naissance de 48 cm et ceux ayant une taille de 55 cm. cependant, la nature des facteurs pouvant expliquer ces différences est discutée. Selon certains travaux, la malnutrition fœtale pourrait jouer un rôle sur le long terme (Kusin et al., 1992), alors que selon d'autres ce ne serait pas le cas (Stanner et al., 1997 ; Ravelli et al., 1998). Les proportions du corps, les courbes de croissance du rapport taille assis, taille debout (vertex-siège), la longueur totale, le rapport est maximal pendant l'enfance puis diminue progressivement jusqu'à l'adolescence, quand les membres inférieurs grandissent plus vite que le tronc. Le rapport est minimum pendant le pic de croissance 12-14 ans, il augmente progressivement vers la fin de l'adolescence, suite à la croissance tardive du tronc par rapport au membre inférieur (Malina & Bouchard, 1991).

II.4.3 Aspects génétiques de la puberté :

L'initiation de la puberté résulte de la maturation neuroendocrinienne de l'axe gonadotrope dont la fonction ultime est la production des hormones sexuelles et la maturation des gamètes par les gonades (Ebling, 2005). Il est courant de diviser cet axe endocrinien en deux : la commande centrale neuroendocrinienne comprenant l'hypothalamus et l'hypophyse, et les gonades qui sont les effecteurs des hormones hypophysaires (figure 8). Ces trois glandes endocrines forment un système de régulation dynamique très complexe mélangeant stimulation et rétrocontrôle négatif mais également rétrocontrôle positif. L'apparition des caractères sexuels secondaires témoigne de l'augmentation de la production des hormones sexuelles par les gonades et par conséquent, de la réactivation de l'axe gonadotrope. L'initiation neuroendocrinienne de la puberté est antérieure à ces modifications somatiques (Manasco et al., 1995).

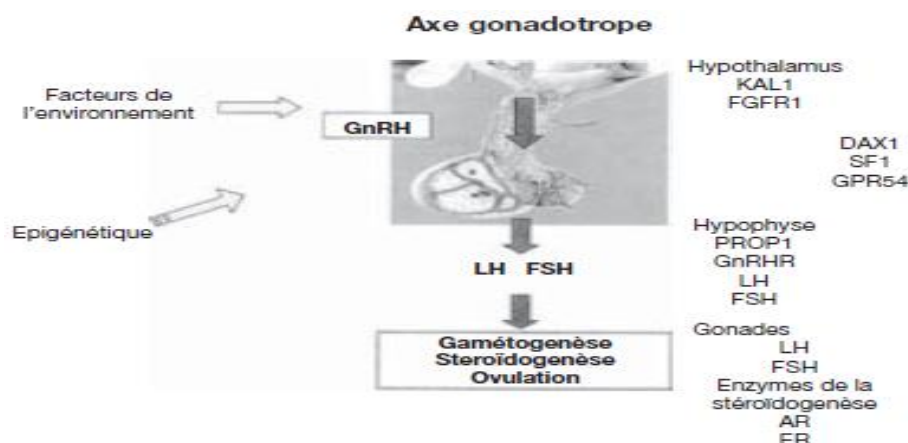


Figure 10. Schéma Gonadotrope

II.5 Optimisation de la masse et la densité osseuse à l'âge pré pubère et pubère :

Le pic maximal de la masse osseuse est souvent identifié en tant qu'un des meilleurs indices de prédiction du statut minéral de l'os chez les adultes et les plus âgés (Hui. S.L, Johnston. C.C, 1985). Le plus souvent considération indiquant l'accumulation maximale de la substance minérale osseuse s'effectue principalement durant l'adolescence, qui détermine le pic de la masse de l'os (Sagesse, G., Baroncelli. GI, Bertiloni. S., 2002). Les observations indiquent que plus de 26% de la teneur minérale de l'os chez l'adulte est fixée autours des 02 années du pic linéaire de la croissance, souligne l'emphase essentiel de l'adolescence à l'optimisation de la densité minérale accrue (Bailey, DA., Martin, AD., Mckay, HA. 2000) (figure 5).comme il est estimé qu'il y a autant de quantité minérale fixée durant la période l'adulte, cette dernière sera perdu entre l'âge de 50 à 80 ans (Arlot, ME et al., 1997., Bailey 2000). Ainsi l'optimisation de la densité minérale de l'os au cours de la croissance semble être un ingrédient majeur de la prévention de l'ostéoporose pendant l'avancée de l'âge de l'homme.

Il n'est pas étonnant de persuader que durant la puberté et s'effectue la plus grande accumulation de la teneur minérale osseuse même avant de l'achèvement de la croissance et que le squelette ait sa solidité, se nécessite pas de gain minéral pendant l'arrêt de la croissance (Parfitt, AM et al., 1994, Slemenda, CW., 1994).il est estimé que 50% de la variabilité de la masse osseuse chez les âgés est expliqué par la masse maximale de l'os atteinte essentiellement de la puberté, et que le cas de fracture de l'os chez les plus âgés n'est l'effet antécédent de l'adolescence (Bailey. D.A, Mc. Culloch. R.G, 1992).bien que la masse maximale osseuse est en grande partie déterminée héréditairement avec un taux de 50% de variance individuelle (Krall, A ., et al., 1993). Les facteurs mésologiques sont aussi impliqués par

les circonstances multifactorielles pour l'acquisition de la teneur minérale osseuse optimale pendant la croissance.

Afin d'explorer la possibilité d'optimiser la contenance minérale de l'os acquise au cours de la croissance et le rôle des facteurs de vie influant l'évolution et la santé du squelette, cela nécessite l'observation des modifications faite principalement pendant la croissance relative à la surface de densité minérale de l'os, incertitude lié à l'accroissement de la taille et à (aBMD) surface de la surface minérale osseuse.

La méthode standard de mesure de la densité de l'os réside dans la technique d'imagerie (DXA) qui fournit uniquement la mesure du (aBMD) en gr/cm^2 : les os larges résultant de la croissance ont des valeurs élevées de (aBMD) plus que les os petits. Il y a toujours confusion quant à l'importance aux changements de (aBMD) au cours de l'enfance et l'adolescence. Jusqu'à maintenant le DXA la principale méthode de mesure de l'évolution des valeurs squelettiques chez l'enfant, maintenant beaucoup d'organes scientifiques américains de recherches en matière de la densité de l'os. Donald,MC. , Kontulainen,HM., et al., (2005) ; ce groupe de chercheurs reconnaît le besoin d'associer les résultats traditionnels de DXA de la teneur de la contenance minérale de l'os (BMC) et la surface de la densité minérale de l'os (aBMD).

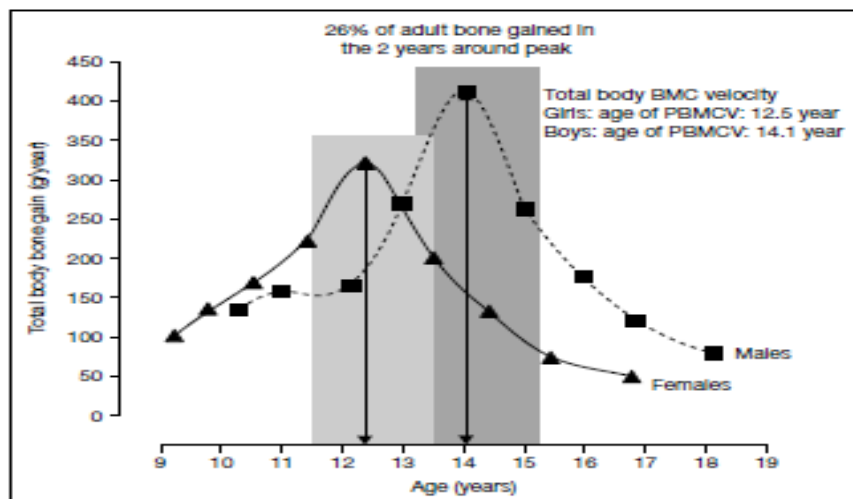


Figure 11. Le pic de la teneur minérale osseuse chez les garçons relative a l'âge chronologique. (Pbmcv= la vitesse du pic de la teneur minérale osseuse).Les zones d'ombre représentent les 02 années concernant le pbmv, selon (Bailey. DA, Mc Kay, 1999)

Loesch et al., (1995) ont suggéré que le début plus précoce de la puberté chez les garçons, la testostérone stimule la croissance en taille et accélère la maturation squelettique, des tendances similaires s'observent pour la taille assis, alors que la largeur des épaules est

plus grande chez les garçons dus à un plus grand accroissement pubertaire. Pour la largeur des hanches, le dimorphisme est quasiment inexistant avant la puberté ou à l'âge adulte ; en effet, est entièrement compensé par le gain en largeur des hanches chez les garçons en raison de leur période de croissance pré pubertaire prolongée (Hauspie et al., 1985).

II.6 Les caractéristiques d'évolution de la taille chez les garçons :

A la naissance, les changements séculaires sont négligeables (Ward et Ward, 1984 ; Garn, 1987 ; Rosenberg, 1988). Ils prennent place cependant dès les premières années de vie, mais l'évolution séculaire de la taille est souvent plus élevée durant la période pubertaire qui représente 15 à 20% de la taille atteinte à l'âge adulte ; Eveleth et Tanner (1990) évaluent, pour la période 1880-1980, les changements à 1,5 cm par décennie pendant l'enfance, 2,5 cm par décennie pendant la puberté et à 1 cm par décennie à l'âge adulte.

L'évolution séculaire de la taille est essentiellement liée à celle de la longueur des membres inférieurs (Tanner, 1990).

Certains auteurs (Eveleth et Tanner, 1990 ; Kuh et al., 1991) mentionnent une plus grande plasticité des garçons, c'est-à-dire que les garçons seraient plus plastiques aux changements mésologiques, seraient plus affectés par de mauvaises conditions et croîtraient plus rapidement lorsque les conditions sont favorables.

II.7 Évolution séculaire du poids :

Avec l'évolution séculaire de la taille, il est normal d'observer des changements de poids, aussi bien chez les enfants que les adultes (Liestol et Rosenberg, 1995 ; Susanne et al., 2001). Une l'épidémiologie croissante d'obésité observée dans le monde occidental. Elle est le plus souvent documentée par une augmentation d'IMC (ou de plis cutanés ou de circonférences) : son évolution suit un autre *timing* que celle de la taille et répond manifestement à une autre étiologie.

L'étude longitudinale (1989-1994) de (M. Léone, G. Larivière) portée sur les enfants Canadiens, jeunes talents, sportifs, faisant partie du programme sport- étude, âgés de 12 à 17 ans ; afin de décrire les caractéristiques anthropométriques et fonctionnelles ; les comparaisons entre adolescents sportifs et non sportifs ont permis d'identifier les caractéristiques qui distinguent ces deux groupes et indirectement les plus susceptibles de favoriser la performance sportive. Les sujets ont d'abord été subdivisés en groupes correspondant à une demi-année d'âge chronologique. Le groupe des 13 ans a été formé de sujets dont l'âge variait de 12,76 à 13,25 ans, et ainsi de suite. La plupart des sujets ayant été mesurés à plusieurs reprises au cours des 5 années de l'étude. Les sujets ont été divisés en trois groupes

selon le degré de maturation biologique. Pour ce faire, l'indice de maturation retenu était l'âge correspondant à la vitesse de croissance staturale maximale (HVM). La disponibilité de séries longitudinales pour un grand nombre de sujets a rendu possible l'estimation de cet indice qui est d'ailleurs utilisé dans le cadre d'études longitudinales (Malina & Bouchard, 1991a).

L'examen des données a permis de constater que la très grande majorité des sujets obtenaient leur vitesse maximale de croissance pour la taille entre l'âge de 13,25 à 15,25 ans, ce qui est en accord avec les données de Sprynarova, S, et Parizkova, J., (1977). Les sujets âgés de moins de 13,25 ans formaient le groupe pré pubère au sens de la maturation somatique (HVM1), ceux âgés entre 13,26 et 15,25 constituaient le groupe en phase très active de croissance (HVM2) et finalement, le troisième groupe (HVM3) était constitué d'athlètes âgés de plus de 15,25.

Les proportions du corps, les courbes de croissance du rapport taille assis, taille debout (vertex-siège), la longueur totale, le rapport est maximal pendant l'enfance puis diminue progressivement jusqu'à l'adolescence, quand les membres inférieures grandissent plus vite que le tronc. Le rapport est minimum pendant le pic de croissance 12-14 ans, il augmente progressivement vers la fin de l'adolescence, suite à la croissance tardive du tronc par rapport au membre inférieur (Malina & Bouchard, 1991).

II.8 Le somatotype des enfants :

Maintenant nous constatons que l'évaluation du somatotype chez les jeunes athlètes a repris une attention beaucoup moins soutenue ; à partir de données longitudinales recueillies chez des enfants et adolescents non-athlètes, il a été permis de constater que le somatotype est relativement stable durant la période de croissance (Castro L.C. 2003). Vers l'âge de 13 ans, les garçons peuvent connaître certaines variations au niveau de la composante mésomorphe (mésomorphique connaît un sursaut vers l'âge de 13 ans ; concomitamment Malina et Bouchard, 1991). L'action des hormones sexuelles peut être mise en causes de par leurs effets sur l'augmentation de la masse musculaire durant cette période (Carter et al., 2008). Les calculs effectués à partir des données d'enquête, (Ward et al., 1989) permettent de constater qu'entre 12 et 18 ans valeurs du somatotype sont plutôt constantes. Comme la souligné Malina et Bouchard (1991), la composante la composante endomorphique est à son minimum. Les variations pour les trois composantes du somatotype restent toutefois mineures ce qui confirment le caractère de stabilité au sein des populations jeunes.

La relation entre la morphologie et la performance sportive est un domaine de la recherche qui retient l'attention depuis longtemps. La nature et le niveau de performance, son influence

sur le profil anthropométrique des athlètes (Carter et al., 1997). L'action des hormones sexuelles peut être mise en causes de par leurs effets sur l'augmentation de la masse musculaire durant cette période (Carter et al., 1997).

Les données somatotypiques des adolescents canadiens non-athlètes concordent avec la valeur tierce de la littérature pour d'autres populations (Malina et Bouchard, 1991). Les calculs effectués à partir des données d'enquête Condition Physique Canada (ECPC) (Ward et al., 1989) permettent de constater qu'entre 12 et 18 ans. Les valeurs du somatotype sont plutôt constantes. Comme l'ont cependant souligné Malina et Bouchard (1991), la composante mésomorphique connaît un sursaut vers l'âge de 13 ans, concomitamment la composante endomorphique est à son minimum. Les variations pour les trois composantes du somatotype restent toutefois mineures ce qui confirme un caractère de stabilité au sein de la population des adolescents canadiens.

II.9. Particularités de la croissance de l'âge 11-12-13 ans :

II.9.1 La stature :

Ce rapprochement peut être expliqué par le fait que le groupe n'a pas encore atteint le stade où la taille est en vélocité maximale (HVM) ; et qu'à cette période d'âge, la taille est marquée parfois par un ou plusieurs petits pics de croissance pré-pubertaire (Hauspie, 2003), également la taille est plus souvent élevée durant la période pubertaire, qui représente 15 à 20% de la taille atteinte à l'âge adulte (Eveleth et Tanner, 1990).

II.9.2 Le poids :

Selon (Tanner et al., 1986), un minimum de croissance pondérale est généralement constaté vers l'âge de 12-13 ans. Ou il est nécessaire que les entraîneurs contrôlent le poids et les différents composants corporels des athlètes à cet âge en utilisant des indices anthropométriques simples et accessibles, indiquant le rapport poids, taille, tel que l'indice Ketlé (poids/la taille²), car ce rapport connaît chez les garçons des changements de (17,8 kg/m²) à 11 ans, et de (21,3 kg/m²) à 16 ans, (Hauspie, 2003).

II.9.3 Les diamètres transversaux et distaux du corps :

Cela est en concomitance aux travaux sur la croissance des enfants Européens de (Susanne et Bodzsar, 1998 ; Susanne, 2001), qui décrivaient que cette dernière décennie est caractérisée par un type de silhouette plus longiligne chez les enfants.

II.9.4 Les circonférences corporelles :

Le composant musculaire est moins développé à cette période d'âge, et que les périmètres corporels ont la même dynamique de croissance chez tous les sujets. Selon (Malina

,1994), l'évolution de la masse maigre est similaire à celle du poids et la taille à cette période d'âge.

II.9.5 Les longueurs du corps calculés :

II.9.5.1 La taille assis :

La taille assis est un indice important chez le jeune sportif qui reflète la croissance du tronc ; selon (Malina & Bouchard, 1991), elle est de 35 cm à la naissance, elle atteindra 85 à 100 cm à la fin de la croissance, avant la puberté cette évolution est un peu stable, au moment de la puberté (10-15ans), le gain de la taille assis atteint les 20 cm.

II.9.5.2 Les membres inférieurs :

Au sujet de l'accroissement du segment inférieur, il grandit à partir de l'âge de 5 ans, de 3 cm par an, soit 2 cm pour le fémur et 1 cm pour le tibia. Il atteint les 80 cm en fin de croissance et n'y aura pas de reprise pendant la puberté, c'est-à-dire qu'il n'y a pas de pic pubertaire au niveau du membre inférieur pendant la puberté, la croissance du membre inférieur s'arrête chez les garçons à l'âge osseux à 15 ans (Marshal et al., 1998).

II.9.5.3 Les membres supérieurs :

Selon (Malina & Bouchard 1997), les membres supérieurs mesure 20 cm à la naissance, il mesurera 75 cm à la fin de la croissance sans qu'il y a de pic pubertaire. La croissance se ralentit dès l'âge de 5 ans, pour garder ensuite une vitesse annuelle stable d'environ 2 cm par an, et que cette croissance ne s'effectue pas au même rythme de celle au niveau du tronc et des membres. Le pic pubertaire est entièrement endossé par le rachis ; or le segment du membre supérieur moyen de notre groupe mesure (67,2±5,63 cm).

II.9.5.4 Les proportions corporelles :

Selon (Malina et Bouchard 1991), l'évolution de ces proportions est maximale pendant l'enfance, puis diminue progressivement jusqu'à l'adolescence quand les membres inférieurs grandissent plus vite que le tronc ; ce rapport est minimum pendant le pic de croissance chez les garçons de 12 à 14 ans. Il augmente ensuite progressivement vers la fin de l'adolescence, suite à la croissance tardive du tronc par rapport aux membres inférieurs.

II.9.6 L'indice de Skèle :

Cette classification est l'effet de la croissance des membres avant le tronc à cette période d'âge (Weineck, 1998). La dispersion entre les sujets est aussi réduite, cela reflète, que c'est un bon indice pour la détection sportive.

Selon Leone, M et Lariviere, G (1994), qui décrivaient dans une étude longitudinale portée sur des enfants Canadiens, d'âge moyen (12,5 ans), nombre 62, faisaient partie de la classe

sport étude et soumis à un entraînement intensif, leur indice poids/ taille estimé à $(0,29 \pm 0,04 \text{ kg/cm})$.

II.9.7 Composant adipeux :

Cette masse adipeuse réduite est peut être la conséquence de l'influence de l'entraînement sur la composition corporelle adipeuse ; suscitant aussi que l'augmentation de la dépense énergétique que suppose l'exercice physique provoquant une mobilisation de la graisse corporelle, mesuré généralement par les plis cutanés. Parizkova, et Spyranova (1977), démontrent que chez les enfants de 13 à 18 ans, se produisent des changements de la quantité de graisse corporelle proportionnelle sous l'effet de l'entraînement ; aussi Malina, (1998), décrit que sous l'action permanente de l'entraînement intense d'une durée de 15 à 20 semaines provoque une diminution de la graisse chez les garçons, plus élevée au tronc qu'à l'extrémité.

II.9.8 Le composant osseux :

Raudsepp, L et Jürimäe, T. (1996), indique que tant le renforcement de la structure interne de l'os que son hypertrophie nécessitant un certain niveau de stimulation mécanique préalable qui se produit pendant l'activité physique.

Bailley et al, (2000), dénote qu'autour des deux années du pic de la croissance pubertaire, chez les garçons (14,1 ans), se produit une augmentation de la teneur minérale osseuse de 26% (PBMCV), et par conséquent il est difficile de séparer l'action de l'exercice physique du processus de croissance lui-même.

II.10. L'interaction entre les paramètres anthropométriques et moteurs sous

l'influence de l'exercice physique :

II.10.1 Changement de la graisse corporelle :

Il apparaît que l'augmentation de la dépense d'énergie, que suppose l'exercice physique provoque une mobilisation de la graisse de réserve par conséquent une diminution de la graisse corporelle. En général les études montrent que la graisse corporelle mesurée généralement par les plis cutanée est en moins chez les enfants et les jeunes gens de haut niveau, qui réalise l'activité physique que ce qui ne réalise pas l'entraînement sportif.

Selon Malina, 1998, (Bariskova 1977), a montré que chez les enfants de 13 à 18 ans, se produisent des changements de la quantité de graisse corporelle au niveau de l'entraînement. La diminution de la graisse due à un entraînement sportif provoque aussi de la distribution de la graisse après une période d'entraînement intense de 15 à 20 semaines, la diminution de la graisse chez les garçons est plus élevée au tronc qu'aux extrémités.

II.10.2 Changement de la masse musculaire :

Durant la puberté se produit une augmentation intense de la masse musculaire plus accentuée chez les garçons que les filles qui rend difficile l'analyse de l'influence que peut avoir la pratique sportive sur la masse musculaire pendant la croissance. L'entraînement provoque une hypertrophie musculaire chez les adultes, mais il n'est pas clair que les mêmes effets se produisent chez les enfants puisque les études à ce niveau sont limitées. A l'âge pré pubertaire, il n'est pas possible de déterminer si une hypertrophie musculaire significative dû à l'entraînement se produit en plus de celle amenées par le processus même de la croissance (Malina, 1998).

II.10.3 Changement de la masse osseuse :

Raudsepp et Jurimae T., (1999), indique que tant le renforcement de la structure interne de l'os que son hypertrophie nécessitant un certain niveau de stimulation mécanique préalable, qui se produit pendant l'activité physique. Bailey, (1977), indique que le pic de la croissance pubertaire se produit une augmentation de la minéralisation osseuse, qui se complète dans les années suivant le pic (PHV), et par conséquent il est difficile de séparer l'action du processus de croissance lui-même. Dans quelques études sur les enfants, qui réalisent des activités clairement asymétriques «tennis-basket », on observe une plus grande minéralisation au niveau du bras prédominant, (Bailey et al., 1986, Malina et Bouchard, 1991) observent que la densité de l'os du fémur est plus observée chez les garçons sportifs par rapport à ceux qui ne font pas.

III.1 La détection des jeunes talents :

La définition des jeunes talents varie selon les auteurs : Si la plupart des chercheurs s'accordent pour définir la talent comme l'aptitude, l'habileté naturelle (ou acquise) dans un domaine particulier, d'autres auteurs ne partagent pas cet avis. Ainsi Bloom (1985) cité par Montpetit et Klentrou, 1990, le talent représente une habileté donnée à son plus haut niveau. Pour Gruber (1982), si un sujet est reconnu comme exceptionnel dans son enfance, son talent se manifeste par une «haute performance».

Pour que cette hypothèse soit fondée, il faut s'assurer de trois situations :

La première situation : Présumer que la capacité physique d'une personne apparaît tôt dans sa vie et se perfectionne si la situation le lui permet.

La deuxième situation : Pouvoir prédire que le secteur dans lequel l'enfant est avantagé est un bon révélateur du futur domaine d'évolution.

La troisième situation : Pouvoir pronostiquer que les enfants d'exception se développent de manière à devenir des adultes d'exception.

Le terme talent, Pour Gruber (1982), le terme de talent prend en compte l'évolution du sujet de l'enfance à l'âge adulte.

Carl (1984) -cité par Montpetit et Klentrou, 1990., définit le talent comme étant la qualité présentée par un individu offrant un niveau d'attributs physiologiques et de capacités motrices supérieur au niveau moyen des individus de son âge. Cette qualité n'est pas définitivement fixée :

Elle peut évoluer afin que l'individu déterminé puisse accéder à des performances sportives de haut niveau. Comme on peut le constater, cet auteur ajoute une autre dimension à cette définition : la volonté que possède le sujet pour progresser.

D'une manière générale, le talent n'est pas un état statique car il suit un processus de développement. Bloom (1985), utilisant une approche psychosociale, définit ainsi trois étapes importantes dans le développement du talent :

Les années d'initiation (où le jeu et le rôle des parents sont déterminants).

Les années intermédiaires (pendant lesquelles l'accent est mis sur l'exactitude et la précision) et les années de perfectionnement (où l'apprentissage, dans le domaine dans lequel l'enfant est sensiblement supérieur, est complété). Bloom constate qu'à ce stade, les individus consacrent la grande majorité de leur temps à la discipline choisie. Pourtant, l'efficacité de la préparation à long terme des sportifs de haut niveau, ainsi que l'évolution de leurs résultats, dépendent d'une convergence de facteurs économiques ou organisationnels : méthodes d'entraînement, évolution des procédés techniques, mais aussi de facteurs liés à l'individu lui-

même, tant médico-biologiques et biométriques (croissance, morphologie...) que physiques (adresse, rapidité, souplesse...) ou psychologiques (motivation, contrôle de soi, relations interindividuelles).

Il faut préciser que les études relatives au talent sportif s'accordent actuellement sur la stabilité des facteurs génétiques, qui sont considérés comme essentiels dans la détection du talent. Toutefois, comme le suggère Léger (1985), il serait inexact d'établir une similitude entre développement du talent et détection ou sélection ; ces dernières visant à découvrir les sujets «talentueux» les plus capables d'accéder à une haute similitude entre développement du talent et détection ou sélection ; ces dernières visant à découvrir les sujets « talentueux » les plus capables d'accéder à un haut niveau de performance. C'est pourquoi l'évaluation, la sélection et la détection doivent être menées de manière judicieuse au cours de la carrière sportive.

III.2 L'évaluation :

Elle englobe trois axes primordiaux. L'axe d'inventaire, de diagnostic et de pronostique. L'évaluation mesure l'état dans lequel un sujet à un moment donné de sa vie. L'évaluation est associée au progrès et à la qualité d'apprentissage qui se traduit comme une modification constante des comportements (Salmela J.H., 1988). L'évaluation en milieu sportif est indispensable à la détection du talent mais aussi à l'orientation vers l'activité la plus adaptée, à la motivation, à la sélection de l'athlète, aux aptitudes, aux contrôles de l'entraînement, à l'individualisation de l'entraînement.

III.3 La sélection :

Actuellement la sélection sportive est un concept qui peut être défini comme l'identification immédiate des sujets les plus aptes à exceller dans les compétitions à venir. Pour cette identification, il est nécessaire que les capacités et les attributs du sujet, tant morphologique que biologique, se rapprochent au maximum des exigences d'une discipline sportive déterminée et soient également susceptibles d'évoluer avec l'entraînement (Léger 1985). L'objectif premier de la sélection est donc de déterminer des "caractéristiques modèles" de l'athlète de haute performance.

III.4 Détection du talent sportif :

Détecter, c'est déceler ce qui est caché, afin de savoir si certains jeunes ont des chances d'acquérir les capacités requises pour réaliser une performance de haut niveau (ce qui nécessite plus au moins de temps selon le sport pratiqué) (léger, 1985 ; Régnier, 1987). Un jeune, présentant un certain talent pour une discipline donnée, est ainsi caractérisé de potentiel.

III.4.1 L'utilité de détecter de jeunes talents?

Le plus essentiel dans la détection est d'élaborer un outil visant à déceler de jeunes talents ne saurait être concevable sans un parfait accord philosophique et moral de son concepteur et de ses utilisateurs. Cette recherche s'inscrit d'ailleurs dans un cadre qui soulève encore de nombreuses controverses. Toutefois, la planification de l'entraînement et la sélection sont les conséquences directes de l'évolution du sport. La renommée des champions suscite des vocations de plus en plus précoces : par exemple à la fin de chaque événement sportif mondial tel les jeux olympiques, les enfants et jeunes pratiquants des disciplines rêvent d'être champions et avoir leur même statut sportif. Il est donc indispensable de mettre le maximum de chances du côté du jeune qui, pour des motivations diverses, veut accéder à la pratique de haut niveau. Dans cette perspective, quel que soit son potentiel, il faut lui programmer un entraînement rationnel au moment le plus opportun.

Afin d'éviter toute contrainte et contreperformance les structures chargés doivent prendre en application les principes de la sélection et la détection. Par ailleurs, tous les débutants n'ont pas la même chance d'accéder au haut niveau, d'où la nécessité de mettre en œuvre tous les moyens adaptés à l'épanouissement de chaque individu. Les jeunes sportifs, aux potentialités élevées, doivent pouvoir bénéficier des meilleures structures d'accueil. En tenant compte des aspirations et des aptitudes de chacun, évaluer et détecter un jeune talent permet d'augmenter les chances de réaliser un bon choix.

L'évaluation et la détection des potentiels requis pour tenant compte des aspirations et des aptitudes de chacun, évaluer et détecter un jeune talent permet d'augmenter les chances de réaliser un bon choix.

III.4.2 La détection sportive et l'ACP :

Les méthodes d'analyse géométrique des données - appelées souvent « analyse de la composante principale » ont été développées à la suite des travaux de Benzécri et al. (1973) ; Le Roux, Richard et Rouanet (1995) ; qui utilise l'analyse des données morphologiques et physiques et interprétation en tant qu'indices ou paramètres dans les programmes de la détection des jeunes talents sportifs.

III.5 Expertises d'identification des jeunes talents :

III.5.1 L'effet de la puberté sur les paramètres physiques examinés dans des programmes d'identification des talents sportifs :

La maturation est une variable de confusion de commande dans l'identification de talent pendant l'adolescence. Une myriade de changements hormonaux pendant la

puberté a comme conséquence des caractéristiques physiques et physiologiques importantes pour la pratique sportive. Les changements morphologiques pendant la puberté rendent la prévision de la performance des adultes difficile à partir des données de l'âge d'adolescence. En outre, pour que des programmes d'identification de talent réussissent, des procédures des tests soient valides et fiables doivent être acceptées et mises en application pour les catégories d'âges en vue de la performance. Le succès dans l'identification scientifiquement basée de talent est évident dans les sports. Les avances génétiques contestent les normes de l'identification de talent dans le sport à la phase d'adolescence. Cependant, l'environnement demeure un composant significatif de prévision de succès dans le sport. Des considérations pour soutenir des jeunes athlètes masculins doués sont évoquées par, (Pearson et al., 2006), selon le tableau 08.

Tableau 8. Effets de la puberté sur les paramètres physiques et physiologiques examinés dans les programmes d'identification des talents sportifs (Pearson et al., 2006)

Caractéristiques	Effets de la puberté	Les changements approximatifs durant la puberté	L'âge à plus de grande augmentation	Effet de l'entraînement	Hormones sollicitées
Taille	Augmentation de la taille.	17-18%	13.5ans	Non	Oui
Poids	Augmentation de la masse totale corporelle.	40%	13.5ans	Oui	Oui
Composant musculaire	Augmentation de la masse musculaire.	20%	13.5 ans	Oui	Oui
Composant Adipeux	Augmentation totale de la Masse (légère diminution du % masse graisseuses à 14-16 ans.	50%	Augmentation constante de la masse	Oui	Oui
Pic VO ₂ (L.min ⁻¹)	Augmentation constante durant toute l'adolescence relative à l'augmentation du(FFM) et à l'amélioration du système cardio vasculaire.	70%	12- 13ans	Oui	Oui
Pic VO ₂ (ml.kg ⁻¹ .mn ⁻¹)	Petite diminution pendant Le début de l'adolescence, reste Stable au cours de la fin de l'adolescence.	Constante	Inconnu	Oui	Non
Puissance Anaérobie	Augmentation constante durant l'enfance avec une amélioration rapide pendant la puberté.	50%	14-16ans	Oui	Tout le temps
Capacité Anaérobie	Augmentation constante durant toute l'adolescence.	200%	Inconnu	Oui	Oui
La force	Augmentation considérable associée aux dimensions corporelles.	150%	15-16ans	Oui	Oui
L'adresse	Augmentation durant l'adolescence liée à la pratique avec possibilité d'amélioration des qualités physiques.	Selon le type d'adresse	Inconnu	Oui	Oui
L'agilité	Possibilité d'amélioration durant l'adolescence.	20%	Inconnu	Probable	Partielle

III.5.2 L'identification des talents sportifs et les facteurs négligés :

Abbott. A.(2005). Accorda l'aspect de l'identification précoce des enfants talentueux est devenue très pertinente et importante dans le domaine de production de la performance. Les stratégie et programmes actuels d'identification des talents dans le sport sont généralement basés sur de mesures discrètes et unidimensionnelles à des périodes instables du développement, psychologique, physique de l'athlète. Le traitement et l'étude du concept de talent est révisé en tant que système complexe et dynamique dans lequel les comportements futurs émergent d'une interaction de déterminants clés de la performance tels que les capacités héréditaires, le gène, facteurs génotypiques, les comportements psychologiques, les capacités motrices et les caractéristiques physiques et anthropométriques. Les concepts clés de la dynamique perturbatrice et non linéaire sont liés aux approches de l'identification du talent tel que la sensibilité aux conditions initiales, les transitions et les distributions comportementales exponentielles.

Actuellement, les études accordent plus d'importance, ou de nombreux modèles d'identification du talent accordent une trop grande importance à l'identification précoce plutôt qu'au développement des programmes lié à l'identification et la réussite des jeunes talents.

III.5.3 L'identification du talent sportif lié à l'âge chronologique et biologique et la motivation envers la réussite :

Felipe, G., Mendes et al., (2021)., Dans une étude récente a examiné la variation de la taille corporelle, des capacités fonctionnelles, de la motivation pour la réussite, de la compétitivité et de la pratique délibérée des jeunes joueurs de volleyball associés aux différences de maturité biologique, d'âge chronologique et de pratique délibérée accumulée du volleyball, en adoptant une approche de modélisation de base à plusieurs niveaux. Nous avons retenu 68 joueurs et 94 adolescents de sexe masculin, dont la différence est de (14,2 ans, intervalle de confiance à 90%: 12,7 à 16,0). Les joueurs ont été regroupés en fonction du début de la pratique délibérée du volleyball en fonction des indices de la maturation biologique, en tenant compte du début de la pratique délibérée avant la puberté (12% de l'échantillon), début de la pratique délibérée au milieu de la puberté (51% de l'échantillon), et début de la pratique délibérée à la puberté tardive (37% de l'échantillon).

En finalité l'étude a démontré qu'il y avait une variation substantielle et réelle des dimensions corporelles et des performances fonctionnelles selon le sexe. Il n'y avait aucune variation selon le sexe pour la motivation pour une pratique délibérée et la motivation pour

la réussite et la compétitivité. Les jeunes joueurs de volleyball semblaient être très motivés et déterminés à pratiquer délibérément, à réussir et à être compétitifs. L'alignement de l'âge chronologique, la maturation biologique et l'expérience d'entraînement accumulée permettent de mieux comprendre le développement des jeunes joueurs de volleyball, fournissant un soutien plus solide pour les décisions des entraîneurs. Il n'y avait aucune variation selon le sexe pour la motivation pour une pratique délibérée et la motivation pour la réussite et la compétitivité.

Les jeunes joueurs de volleyball semblaient être très motivés et déterminés à pratiquer délibérément, à réussir et à être compétitifs. L'alignement de l'âge chronologique, la maturation biologique et l'expérience d'entraînement accumulée permettent de mieux comprendre le développement des jeunes joueurs de volleyball, fournissant un soutien plus solide pour les décisions des entraîneurs. Il n'y avait aucune variation selon le sexe pour la motivation pour une pratique délibérée et la motivation pour la réussite et la compétitivité. Les jeunes joueurs de volleyball semblaient être très motivés et déterminés à pratiquer délibérément, à réussir et à être compétitifs. L'alignement de l'âge chronologique, la maturation biologique et l'expérience d'entraînement accumulée permettent de mieux comprendre le développement des jeunes joueurs de volleyball, fournissant un soutien plus solide pour les décisions des entraîneurs.

III.5.4 L'identification des talents en sport par le biais d'approche multidisciplinaire :

Reilly, T., (2000). Une étude a pour but d'appliquer une batterie de tests complète aux jeunes joueurs en vue de faire la distinction entre les groupes d'élite et de sous-élite sur la base des performances sur les items de test. On a pris trente et un jeunes joueurs (16 élite, 15 sous-élite) appariés pour l'âge chronologique (15-16 ans) et la taille corporelle ont été étudiés. Les items du test comprenaient des tests anthropométriques (n = 15), physiologiques (n = 8), psychologiques (n = 3) et spécifiques au soccer (n = 2). Les variables ont été divisées en groupes séparés selon le somatotype, la composition corporelle, la taille du corps, la vitesse, l'endurance, les mesures de performance, les compétences techniques, l'anticipation, l'anxiété et l'orientation de la tâche et de l'ego. Le traitement statistique par analyse uni variée et multivariée de la variance et de l'analyse des fonctions discriminantes. Les mesures les plus discriminantes étaient l'agilité, le temps de sprint, l'orientation de l'ego et la capacité d'anticipation. Les joueurs d'élite étaient également significativement plus maigres, possédaient plus de puissance aérobie (9,0 +/- 1,7 vs 55,5 +/- 3,8 ml x kg (-1) x min (-1))

étaient plus tolérants à la fatigue ($P < 0,05$). Ils étaient également meilleurs pour dribbler le ballon, mais pas pour tirer.

Nous concluons que la batterie de tests utilisée peut être utile pour établir des données de référence de base pour les jeunes joueurs sélectionnés dans des programmes de développement spécialisés. Les joueurs d'élite étaient également significativement plus maigres, possédaient plus de puissance aérobie ($9,0 \pm 1,7$ vs $55,5 \pm 3,8$ ml x kg⁻¹ x min⁻¹) et étaient plus tolérants à la fatigue ($P < 0,05$). Ils étaient également meilleurs pour dribbler le ballon, mais pas pour tirer. Ils étaient également meilleurs pour dribbler le ballon, mais pas pour tirer. En finalité la batterie de tests utilisée peut être utile pour établir des données de référence de base pour les jeunes joueurs sélectionnés dans des programmes de développement spécialisés.

III. 6 L'identification des talents sportifs et l'interaction de l'hérédité et l'environnement :

Un autre facteur est l'interaction entre l'apport génétique de l'athlète et les conditions environnementales qui influent sur la réalisation de son potentiel. Les athlètes sont évidemment les produits de leur gène et de leur environnement, en plus de posséder certaines caractéristiques qui varie de pair avec la performance (Malina et Bouchard 1986). Cette interaction couplée avec le fait qu'une partie de la réaction de l'athlète en face de l'entraînement est aussi génétiquement déterminée (Bouchard, 1986), est à l'origine dans plusieurs problèmes dans les tentatives de détection de l'expertise. Elle est aussi de la base du phénomène de compensation.

L'élément génétique ou le coefficient d'héritabilité des éléments potentiels de la prédiction de la performance peut être estimé avec des études sur des jumeaux, des études sur des enfants des mêmes parents, des études avec des parents et enfants (Malina et Bouchard 1986). Des recherches longitudinales peuvent aussi démontrer la part de variance liée à l'hérédité (Kovar 1981). Malgré ces travaux la contribution relative à l'hérédité et à l'environnement à la performance sportive n'est pas connue (Malina et Bouchard 1986). On sait toutefois que tous deux affectent le niveau de la performance et pour contourner les difficultés inhérentes à l'existence de cette interaction, des tentatives de la prédiction de la performance ont été faites des seules variables déterminées génétiquement et moins influencées par l'environnement (Harre 1982).

la procédure de détection des talents sportifs a montré ses limites et le questionnement de Martens (1978) au sujet de l'approche scientifique classique dans le domaine de la psychologie du sport a suscité l'apparition d'une approche alternative à la question de détection des talents ; le développement de l'expertise en sport, des arguments en faveur de

l'adoption de cette approche alternative ont été formulé par d'autres chercheurs (Régner, Salmela et Russel, 1993)



Partie II. Etude expérimentale

Partie II : Etude expérimentale

Sommaire chapitre II : Organisation de la recherche

Titre	Page
I.1 Méthode	72
I.2 Echantillon	72
I.3 Déroulement de la recherche	72
I.4 Méthode d'investigation anthropométrique	72
I.4.1 Matériel d'investigation Anthropométrique	73
I.5 Mesures Anthropométriques	74
I.5.1 Mesures des points Anthropométriques	74
I.5.2 Mesures des longueurs corporelles	75
I.5.3 Mesures transversales et sagittales des diamètres du corps	75
I.5.4 Mesures des périmètres ou circonférence des segments corporels	76
I.5.5 Les plis cutanés	76
I.5.5.1 L'approche ou méthode de la Sum Σ des plis cutanés	77
I.5.6 Poids du corps	77
I.5.7 Les proportions du corps	77
I.5.8 Les indices de développement physique	78
I.5.8.1 Les surface du corps	78
I.5.8.2 Surface relative	78
I.5.8.3 Indice de Skele	78
I.5.8.4 Indice de Kételet	79
I.5.8.5 Indice de Schreider	79
I.5.8.6 Indice de dépense énergétique	79
I.5.8.7 Indice de Kaup	79
I.5.8.8 Indice de Sheldo	79
I.5.9. Les composants du poids du corps	79
I.6. Les indices déterminant les composants du poids du corps	81
I.7 Indice Seuil de maturité	81
I.8 Indices Somathotypiques	82
I.9 La méthode des tests physiques	83
I.10 L'étude exploratoire	84
I.11 Caractéristiques Sio métriques de l'échantillon	84
I.12 La méthode statistique	86

I.1 Méthode : Nous avons utilisé utilisée dans notre thèse est la méthode descriptive.

I.2 Echantillon : Notre étude est réalisée sur un échantillon d'enfants algériens, garçons de la wilaya de Sétif (niveau d'altitude 1200m), qui sont déjà sélectionnés à la pratique des courses de demi-fond en athlétisme. Les sujets sont de la tranche d'âge (11-12-13ans), pré pubères et scolarisés. Ils sont signataires de licences sportives au sein des clubs sportifs, dénommés : Club Olympique Sétifien, (57,3% des sujets) ; CSA Mezoulou, IRAin k'bira, ESEEulma. La population des athlètes suivait le programme des compétitions de la fédération Algérienne d'athlétisme, dans les épreuves de Cross-country et les épreuves des distances de course de demi-fond. Ils font une moyenne de 05 à 06 entraînements par semaine et de 10 à 14 compétitions par an. Un grand nombre de ces sujets sont classés en matière de résultats parmi les meilleurs athlètes de leur catégorie d'âge sur le plan national.

Le nombre total de l'échantillon est de 198 sujets, d'un âge moyen de $(12,7 \pm 0,8 \text{ans})$ et une ancienneté sportive de $(1,75 \pm 0,73 \text{ans})$. Le groupe des 11 ans, $n=60$, ancienneté sportive $1,69 \pm 0,64$. Le groupe des 12 ans, $n=68$, ancienneté sportive $1,72 \pm 0,72$ ans. Les sujets de 13 ans $n=70$ et une moyenne d'ancienneté sportive de $1,81 \pm 0,78$ ans.

I.3 Déroulement de la recherche :

Les investigations anthropométriques ont été collectées durant les journées du 12 au 14 mai 2018. Du 28 au 30 mars 2019. Le 24 et 25 décembre 2019, les matinées, au niveau de la salle Omnisports de Sétif et le stade 8 mai ; La salle de Ain K'bira, la température de la pièce étant toujours maintenue entre 20 et 22°.

Le test physique de l'épreuve de course Leger & Boucher s'est déroulé dans la journée du 10 mai 2018, le 29 mars et 25 décembre 2019 au niveau de la piste du stade 8 mai 45. Les performances de l'épreuve de course de 1200m, pour chaque athlète étaient enregistrées et collectées durant les compétitions officielles, championnat de Wilaya, le championnat régional et le championnat d'Algérie de cette spécialité. On a pris la moyenne des deux performances enregistrées par un *Chronomètre Electronique*.

I.4 Méthode d'investigation anthropométrique :

Les mesures ont été effectuées selon les techniques anthropométriques de base. Les points de repères osseux et les mensurations ont été standardisés par *Martin R.*, (1928), puis par *Ross et al.*, (1982). L'évaluation des mesures longitudinale du corps comprend les points allant du sol à la hauteur des différents points anthropométriques. Par la différence entre les hauteurs des points, ainsi nous calculons les longueurs des segments corporels. Toutes les mesures ont été effectuées par la même personne, et les résultats sont portés sur des fiches et fichiers informatisées individuelles pour chaque athlète.

I.4.1 Matériel d'investigation anthropométrique :

Les principaux instruments utilisés dans notre étude sont :

- Une valise anthropométrique du type G.P.M (*Siber Hegner*) ; Un anthropomètre du type *MARTIN*, il se compose de 4 branches métalliques, graduées en centimètres, avec une précision de 5 mm Plus une paire de réglettes graduées à droite et une paire de tiges courbées.



Figure 12 .La valise anthropométrique

- Un compas d'épaisseur à bouts olivaires, pour mesurer les diamètres du corps.



Figure 13. Compas d'épaisseur à bouts olivaires

- Mètre à ruban.
- Une pince à plis ou *Caliper* de type *Lange* pour la mesure de panicules adipeuses. avec une précision de $10\text{g}/\text{mm}^2$.



Figure 14. Pince à plis

- Une balance médicale pour mesurer le poids à précision au moins 50 grammes.

I.5 Mesures anthropométriques :

Concernant les mesures paires, on opère à la mesure du côté gauche, selon (H.V) Valois, (1948).

I.5.1 Mesures des points anthropométriques :

- Vertex : point le plus haut de sinucput, quand la position de la tête est à l'horizontale orbito-oriculaire. La hauteur du vertex est au-dessus du plan sur lequel repose la plante du pied et la stature.
 - Suprasternal : point le plus profond de l'échancrure jugulaire du sternum.
 - Acromial : point le plus saillant du bord inférieur de l'acromion de l'extérieur.
 - Radial : point le plus haut de la tête du radius sur la face antéro-externe de l'avant-bras
 - Stylion : point le plus haut de l'apophyse styloïde du radius, la fixation du point le plus inférieure de l'apophyse styloïde du radius.
 - Dactylion 3 : l'extrémité du médium (pout du majeur).
 - Epine iliaque antéropostérieure : point le plus saillant de l'épine iliaque à sa partie la plus antéro postérieure, on fixe le point saillant en avant.
 - Symphysien : point le plus haut de l'articulation pubienne.
- Tibial : point le plus haut de l'épiphyse proximale de la face interne du tibia, ce point est mesuré avec une grande précision.
- Sphyrion : point le plus haut de la malléole interne, l'Anthropomètre touche ce point vers le bas.

Tous ces points anthropométriques vont servir à calculer les longueurs des différents segments corporels en centimètre.

I.5.2 Mesures des longueurs corporelles :

Les longueurs des segments corporels sont obtenues par un calcul de la différence des hauteurs des points anthropométriques les définissants :

- Stature : hauteur du vertex au sol.
- La taille assis : la distance comprise entre le vertex et le coccyx.
- Longueur du tronc : hauteur comprise entre le point supra-sternal et le point symphysien.
- Longueur du membre supérieur : distance comprise entre le point acromial et le dactylion.
- Longueur du bras : distance comprise entre le point acromial et le point radial.
- Longueur de l'avant-bras : distance comprise entre le point radial et le stylion.
- Longueur de la main : distance comprise entre le stylion et le dactylion.

- Longueur du membre inférieur : moyenne (1/2 somme) des distances allant du sol au point symphysien de l'épine iliaque antéropostérieure.
- La longueur de la cuisse : longueur du membre inférieur moins la hauteur tibiale.
- Longueur de la jambe : distance allant du point tibial jusqu'au point symphysien.
- Longueur du pied : distance comprise entre le ptérion.

I.5.3 Mesures transversales et sagittales des diamètres du corps :

Les mesures se font par le biais de la branche supérieure de l'Anthropomètre avec la règle droite ou courbée, un compas d'épaisseur ou un pied à coulisse. La pression des branches du compas sur les tissus mous doit être régulière, les extrémités des branches ne doivent pas déprimer la peau.

- Diamètre bi acromial : c'est la distance entre les deux points acromiaux droit et gauche.
- Diamètre transversal du thorax : il est mesuré à l'expiration normale, au niveau du point mésosternal (bord supérieur de la quatrième articulation sterno-costal), au niveau des points les plus saillants des lignes médio-axillaires.
- Diamètre antéropostérieur du thorax : il est mesuré au niveau du point méso sternal et du point thoraco-spinale situé sur la même ligne que le point méso sternal, du plan sagittal.
- Diamètre bicrétal ou largeur du bassin : c'est la distance entre les points de la crête iliaque gauche et droite. Le point iliaque (crête iliaque) est le point le plus saillant vers l'extérieure sur la partie antéropostérieure de la crête iliaque.
- Diamètre bitrochantérien : distance entre les points bitrochantériens gauche et droite.
- Diamètre transversal et distal du bras : le bras fléchi au niveau de l'articulation scapulo-huméral avec le pied à coulisse suivant la ligne un peu oblique entre l'épicondyle et l'épitrochlé.
- Diamètre transversal et distal de l'avant-bras : c'est la ligne la plus horizontale entre les apophyses styloïdale radiale et cubitale, le bras est légèrement fléchi au niveau du coude.
- Diamètre de la main : la distance entre le deuxième et le cinquième métacarpien.
- Diamètre transversal et distal de la cuisse : la distance maximale horizontale entre les condyles fémoraux interne et externe.
- Diamètre transversal et distal de la jambe : la distance entre les deux points malléolaires gauche et droite.
- Diamètre du pied : il correspond à la partie la plus large du pied.

I.5.4 Mesures des périmètres ou circonférence des segments corporels :

- Les longueurs des périmètres des segments du corps sont mesurées par un mètre à ruban, ce dernier doit serrer légèrement la partie mesurée et il ne doit pas laisser de traces sur la peau. Il faut changer le mètre à ruban après l'avoir utilisé une quarantaine de fois.
- Périmètre thoracique en position de repos : Le mètre à ruban passe sous les angles inférieurs des omoplates, sous le bras se renferme sous les segments inférieurs des mamelons.
- Périmètre thoracique en position d'inspiration maximale : la mesure se fait de la même manière, les épaules ne sont ni trop abaissés ni trop élevés.
- Périmètre thoracique en position expiration : la mesure se fait de la même manière.
- Périmètre abdominal : ce périmètre est aussi appelé le tour de taille, le mètre ruban se renferme au niveau de l'ombilic.
- Périmètre du bras contracté : Le bras étant fléchi, son périmètre est mesuré dans un plan horizontal, à l'endroit où le volume du biceps est le plus grand.
- Périmètre du bras au repos : il est mesuré de la même manière, le membre supérieur étant le long du corps.
- Périmètre de l'avant-bras : Il est mesuré dans un plan horizontal, à l'endroit où le volume des muscles est le plus grand, le membre supérieur étant le long du corps, deux autres mesures au niveau de la partie proximale et distale de l'avant-bras.
- Périmètre de la cuisse : il est mesuré de la manière analogue, le mètre ruban est placé sous le pli fessier et se referme au niveau de la partie antérieure de la cuisse.
- Périmètre de la jambe : Le mètre ruban est horizontalement à l'endroit de la jambe où le triceps est le plus développé (au niveau des muscles jumeaux de la jambe).

I.5.5 Les plis cutanés :

Pour mesurer les plis cutanés, nous utilisons une pince à plis cutanés du type *Lange*. La pression des branches de l'appareil ne doit pas dépasser 10 g par mm² de surface cutanée. La surface de la peau que les doigts saisissent doit être de l'ordre de 20 à 40 mm². L'épaisseur des est plis est mesurée à des endroits déterminés. Les plis pris en considération dans notre recherche sont les suivant :

- Pli sous-scapulaire : sous l'angle inférieur de l'omoplate droit.
- Pli Pectoral : au niveau du bord axillaire du grand pectoral droit.
- Pli bicipital : au-dessus du muscle biceps, au milieu de la face intérieure du bras.
- Pli tricipital : au niveau du triceps, sur la face postérieure du bras. Manque 9 plis.
- Pli du l'avant-bras : sur la face antérieure de l'avant-bras.

- Pli du ventre : dans la région de l'abdomen, sur le côté droit à environ 5 cm du nombril.
- Pli supra-iliaque : au niveau de la crête iliaque, sur la partie antéro-externe.
- Pli de la cuisse : sur la face antérieure de la cuisse droite, au-dessus du droit antérieur du quadriceps.
- Pli de la jambe : sur la face postérieure de la jambe droite au niveau du triceps sural.

I.5.5.1 L'approche ou méthode de la Sum Σ des plis cutanés :

L'approche anthropométrique la somme des valeurs des 09 des plis cutanés utilisée dans notre recherche est aussi indiquée dans de récentes recherches. Toivo Jürimäe (2001) a utilisé la Σ des 09 plis, Jackson et al., (1980), a utilisé la méthode de la Sum 07 plis et Peterson et al ;(2003) a utilisé 04 plis, une nouvelle formule relative au (% Fat).

A partir de ces références théoriques, nous avons opté pour la technique Σ Sum des 09 plis cutanés cités, car elle était utilisée sur un échantillon du même âge que le nôtre et répertorié ainsi :

Le pli supraillaque, le pli pectoral, le pli ventral, celui du bras (la moyenne du bicipital et le tricipital), le pli de l'avant-bras, le pli de la main, le pli sous scapulaire, le pli de la cuisse, et de la jambe.

I.5.6 Poids du corps :

- Poids du corps (Kg) : Mesuré à l'aide d'une balance médicale.

I.5.7 Les proportions du corps :

Indices des longueurs du corps : le rapport des segments par rapport à la taille.

- Indice des membres supérieurs en %.

L.M.S= Longueur des membres supérieurs (cm) / La taille (cm) \times 100.

- Indice des membres inférieurs en %.

L.M.I= Longueur des membres inférieurs (cm) / La taille (cm) \times 100.

- Indice du tronc en %.

Indice tronc= Longueur du tronc en (cm) / La taille \times (cm) \times 100.

Indice des diamètres du corps :

- Indice du diamètre biacromial en %.

Indice D.B.A= Diamètre biacromial (cm) / La taille (cm) \times 100.

- Indice du diamètre bicrétal en %.

Indice D.B.C= Diamètre bicrétal (cm) / La taille (cm) \times 100.

I.5.8 Les indices de développement physique :

I.5.8.1 Les surfaces du corps : Les recherches en morphologie sportive accordent une grande importance à la détermination de la surface du corps, car cet indice indique le degré

du développement physique, or beaucoup de chercheurs déterminent la surface corporelle par méthode de calcul des mesures de la taille et le poids. Plus l'indice de la surface corporelle est grand et plus le développement physique est meilleur. Pour notre travail, nous avons choisi les méthodes des surfaces corporelles suivantes :

Surface du corps absolue (m²) : Selon *Izakon* (1958), prend en considération les individus de taille supérieure à 160 cm (*Martirossov EG., 1992*).

$$\text{Surface absolue} = 1 + P + L \text{ (m}^2\text{) / 100.}$$

Où P = Poids du corps en (kg).

L = Différence de la taille du sujet et la constante égale à 160.

I.5.8.2 Surface relative : S/P (cm²/Kg) : Cet indice détermine le degré de dépense énergétique d'un athlète en fonction de la surface corporelle réelle et de son poids au cours de l'exercice par une utilisation plus économique de la dépense énergétique, ainsi plus la surface corporelle en (m²), le poids en (kg) sont petits, et moins il y a une perte d'énergie.

$$\text{Surface relative} = \frac{\text{S absolue (cm}^2\text{ / kg)}}{P}$$

Où S abs = Surface absolue (m²).

P = Poids corporel en (kg).

• Surface du corps spéciale enfants : (Malina, 2001) est déterminée par la formule suivante :

$$\text{Sc Enfants (m}^2\text{)} = (4 \times \text{Poids} + 7) / (\text{Poids} + 90).$$

I.5.8.3 Indice de Skele :

L'indice Skélique de MANOUVRIER est le rapport qui existe entre la longueur des membres inférieurs et la hauteur du buste. Il s'exprime par la formule :

$$\text{Indice de SKELE} = \frac{\text{Stature (cm)} - \text{Taille assis (cm)}}{\text{Stature (cm)}} \times 100.$$

Cet indice permet de classer les individus en Macroskèles, Mésoskèles ou Brachyskèles, c'est-à-dire avec des membres inférieurs longs, moyens ou courts par rapport à leur taille assis (Vandervael, 1980). Pour une meilleure interprétation, nous utilisons les valeurs suivantes :

Calculé en % pour son évaluation, on tient compte de la classification suivante :

IS= Jusqu'à 84,9%	Brachiskèle	(jambes courtes).
IS= Jusqu'à 85 à 88,9%	Mésoskèle	(jambes moyennes).
IS= Plus de 90%	Macroskèle	(jambes longues).

5.8.4 Indice de Kételet (1869) P/T (g/cm) : est un indice de développement physique pour les sédentaires, cet indice peut varier de 350 à 400 g/m. Pour les sportifs, il est supérieur à 400g.

I.5.8.5 Indice de Schreider (1953) :

Cet indice nous renseigne sur le degré de robustesse d'un individu. Plus il est grand, plus l'athlète est robuste. Il est calculé d'après la formule suivante :

IR : Indice de robustesse exprimé en kg/m².

Sa : Surface absolue en m².

P : Masse corporelle en kg.

I.5.8.6 Indice de dépense énergétique (SP), plus cet indice est petit plus est meilleure la robustesse de l'individu.

• S.P = Surface corporelle / Poids (en cm² / kg).

• p/t= Indice Poids / La taille en kg / cm.

• p/t²=Indice Poids / La taille² en gr / cm².

I.5.8.7 Indice de Kaup (1921) ou "body build index de Davenport" :

Il est calculé d'après la formule suivante : $IK = P / T^2$.

IK : Indice de Kaup. P : masse corporelle en g. T : stature en cm.

Plus cet indice est élevé, plus l'athlète est robuste. Pour l'interprétation, nous utilisons le barème de Davenport (Vandervael, F., 1980) :

Très maigre : 1,40 à 1,80 ; Maigre : 1,81 à 2,14 ; Moyen : 2,15 à 2,56 ; Corpulent : 2,57 à 3,05 ; Obèse : 3,05 et plus.

I.5.8.8 Indice de Sheldon :

Cet indice nous renseigne sur la linéarité du sportif et renvoie à la formule suivante :

Stature / $\sqrt[3]{\text{Poids}}$ Stature en cm, Poids en Kg.

I.5.9. Les composants du poids du corps :

L'estimation de la composition du corps humain est souvent utilisée en science sportive et les différentes disciplines qui servent pour le contrôle du régime d'entraînement sportif, définir les différentes compositions du poids corporel et l'équilibre énergétique. Il permet de différencier le corps humain en plusieurs composants :

Adipeux, musculaire, Osseux.

Afin d'évaluer ces différentes composantes du poids du sujets, nous avons appliqué les formules proposés par *Mateika (1921)*. Ces formules permettant le calcul de la quantité absolue des différents composants et qui sont :

La masse adipeuse :

$$MA = d s k.$$

MG : masse adipeuse absolue en kg.

$$d : \frac{1}{2} (d1+d2+d3+d4+d5+d6+d7)/14.$$

d1 : pli sous scapulaire. d2 : pli (biceps +triceps)/2. d3 : pli pectoral. d4 : pli de l'avant-bras. d5 : pli du ventre. d6 : pli de la cuisse. d7 : pli de la jambe.

s : surface du corps calculée par la formule d'Izakson.

k : constante = 1,3.

- Calcul du pourcentage de la masse grasse (masse relative)

$$MG\% = (MA/masse corporelle) \times 100.$$

La masse osseuse :

$$MO = l o^2 k.$$

MO : masse osseuse absolue en kg.

L : stature en cm.

$$O = \sum (\text{diamètres distaux bras, avant-bras, cuisse et jambe})/4 \text{ en cm.}$$

K : constante = 1,2.

- Calcul du pourcentage de la masse osseuse (masse relative)

$$MO\% = (MO/masse corporelle) \times 100.$$

La masse musculaire :

$$MM = l r^2 k.$$

MO : masse musculaire absolue en kg.

l : stature en cm.

$$r = (\text{périmètres bras, avant-bras, cuisse et jambe})/2.4.3,14 - (\text{Plis bras, avant-bras, Cuisse, jambe}) / 2.4 \times 10.$$

k : constante = 6,5.

- Calcul du pourcentage de la masse musculaire (masse relative)

$$MM\% = (MM/masse corporelle) \times 100.$$

I.6. Les indices déterminant les composants du poids du corps :

Estimation des indices Lean Body Weight et le Fat Weight

Indice % Fat Weight :

Le calcul de l'estimation du pourcentage (fat %) est réalisé à partir des équations établies par Yuhasz (1977) et Carter (1982), où (SUM 6) représente la somme des six plis cutanés suivants :

1 -tricipital ; 2- sous scapulaire ; 3- supra iliaque ; 4- abdomen ; 5- face antérieure de la cuisse.
6- mollet.

A partir de cette équation, on calculera le poids du corps dépourvu de toute sa masse adipeuse qui est :

Indice Lean Body Weight :

BW= Body Weight : poids du corps exprimé en (kg) FW= Fat Weight := (BW × Fat %) × 0,01= masse adipeuse en valeur absolue en (kg).

Lean Body Weight= BW – FW en (kg).

La formule pour les hommes : % fat = (SUM 6 × 0,1051) + 2,585.

Indice % Fat, Peterson et al., (2003).

Formule pour les hommes :

$$\% \text{Fat} = 20.94878 + (\text{age} \times 0.1166) - (\text{Stature} \times 0.11666) + (\Sigma 4 \times 0.42696) - (\Sigma 4^2 \times 0.00159).$$

Où

Stature (cm), Age (ans), Σ 4 plis cutanés: Suprailiaque, Subscapulaire, Triceps, Cuisse.

I.7 Indice Seuil de maturité:

La technique de Mirwald et al., (2001). Selon l'équation suivante: Indice Seuil de maturité est défini ainsi:

(Matsudo et Matsudo, 1993). Mirwald et al., (2001) ont développé une technique anthropométrique basée sur les données biométriques pour évaluer le Seuil de maturité afin d'éviter la complexité des autres méthodes invasives et techniques critiquées. Cette approche est largement approuvée car elle requiert seulement l'âge décimal et des simples mesures du poids corporel, la stature, la taille assis. La longueur de la jambe est requise par soustraction de la taille assis par la stature. Ces données sont ensuite substituées dans une Equation de régression et une période avant et après le pic de croissance est juste calculé. Cette technique ou méthode possède une précision compensatoire d'une valeur de -0,4 an du seuil de maturité des garçons. Selon l'équation suivante :

Hommes :

Seuil de maturité = $- 9,236 + (0,0002708x (\text{Longueur du membre inférieur} \times \text{la taille assis}))$
 $+ (- 0,001663x (\text{Age} \times \text{la longueur du membre inférieur})) + (0,007216x ((\text{Age} \times \text{la taille assis})) + (0,02292x (\text{Poids} / \sqrt[3]{\text{la stature}}).$

I.8 Indices Somathotypiques :

On décompte 02 méthodes pour déterminer le somatotype :

La méthode photoscopique : une grille permet de déterminer une valeur pour chaque pôle par le biais d'une photographie.

La méthode anthropométrique : est utilisée par des mesures anthropométriques afin d'obtenir des valeurs pour chaque pôle.

Une combinaison des 2 méthodes précédentes permettent une mesure référence pour déterminer le somatotype avec précision. Les 03 types somathotypiques sont calculés selon les équations Helth & Carter suivantes :

$$\text{L'Endomorphe} = - 0,7182 + (0,1451 \times \Sigma) - (0,00068 \times \Sigma^2) + (0,0000014 \times \Sigma^3).$$

Ou Σ = somme des 03 plis cutanés (Biceps, triceps, sous-scapulaire) * (170,18 / la taille en cm).

$$\text{Le mésomorphe} = 0,858 \times [\text{diamètre osseux bi condyloire huméral}] (\text{cm}) + 0,601 \times [\text{diamètre bi condyloire fémoral}] (\text{cm}) + 0,188 \times (\text{circonférence du bras - pli triceps} (\text{cm})) + 0,161 \times (\text{périmètre mollet - pli mollet} (\text{cm})) - 0,131 \times \text{taille} (\text{cm}) + 4,50.$$

$$\text{L'ectomorphe} : \text{Si Taille (en cm)} / \sqrt[3]{\text{poids (en kg)}} \& \text{gt} = 40,75$$

$$\text{Valeur ectomorphe} = [(\text{Taille} / \sqrt[3]{\text{poids}}) \times 0,732] - 28,58$$

$$\text{Si } 38,25 \& \text{lt} = \text{Taille} / \sqrt[3]{\text{poids}} \& \text{lt} = 40,75.$$

$$[(\text{Taille} / \sqrt[3]{\text{poids}}) \times 0,463] - 17,63.$$

Les tests physiques évaluent les aptitudes des sujets lors d'un effort physique, pour l'organisation et le suivi du processus de l'entraînement. Ils sont aussi utilisés comme un indicateur de potentialités pouvant servir d'aspect de la sélection et la détection des talents sportifs.

I.9 La méthode des tests physiques :

Afin d'évaluer les paramètres fonctionnels ou moteurs reflétant le rendement du mécanisme physiologique chez les jeunes coureurs pré-pubères (11-12-13 ans), nous nous sommes référés aux tests de mesure indirecte des qualités physiques, qui sont accessibles et faciles à réaliser et possédant les critères de validité et de fiabilité.

Les tests que nous avons choisis reflètent le mécanisme des filières énergétiques prédominantes dans l'activité physique de l'enfant à cette période d'âge, à la fois comme

facteur déterminant la performance chez les coureurs de demi-fond et prédire la performance à cette tranche d'âge. Les tests choisis sont les suivants :

La valeur relative VO₂max en (ml.kg⁻¹.mn⁻¹) par le biais du test Léger-Boucher 1980 :

La puissance du mécanisme énergétique aérobie par évaluation de la vitesse maximale aérobie (VMA), obtenue lors du test de course continue à incrémentation de la vitesse de 01 km/h chaque les 2 minutes, protocole test (Léger & Boucher, 1980), réalisé sur la piste du stade d'Athlétisme 8 mai 45 de Sétif. La détermination de la valeur relative de la consommation maximale d'oxygène en (ml.kg⁻¹.mn⁻¹) par utilisation de la formule (Léger & Boucher) pour les enfants moins de 16 ans ; selon l'équation qui se suit :

Dans ce concept, les études décrivent quel'âge intervient aussi dans certaines formules. Pour les enfants, Luc Léger conseille d'ajouter 1.5 ml d'O₂/kg min pour chaque année en dessous de 18 ans afin de tenir compte de la mauvaise rentabilité gestuelle des adolescents. On peut également utiliser la formule dite de Léger et Boucher :

Pour les enfants (jusqu'à 16 ans) :

$$\text{VO}_2\text{max} = 22.859 + (1.913 \times \text{VAM}) - (0.8664 \times \text{âge années}) + (0.0667 \times \text{âge} \times \text{VMA})$$

Source : Détermination des aptitudes aérobies (Ergométrie)

Lacour,JR., (1992), Billat.V., (1998), Riché.D.,(1998), Goetghebuer.G.,(1998).

La valeur V.M.A en (km.H⁻¹) :

Nous avons pris comme référence, la valeur numérique brute de la vitesse maximale aérobie (VMA) obtenue lors du test de course Leger-Boucher, c'est-à-dire la valeur la plus haute de la vitesse de course atteinte au palier maximum de la puissance aérobie de chaque athlète.

Le test de course sur 1200m :

Une épreuve de course de 1200m est accomplie par chaque athlètes lors des compétitions officielles, on prend en considération la performance traduit en Chronomètre électronique.Cette épreuve exprime les capacités aérobies et de consommation d'oxygène et les capacités anaérobies enregistrées sur cette épreuve de courte durée, caractéristique des distances de demi –fond. Les distances de la course de 1200 m pour les enfants âgés de 11 à 14 ans sont homologuées par l'instance de la fédération algérienne d'athlétisme conformément aux règlements techniques généraux de l'I.A.AF, aussi la Fédération internationale d'athlétisme amateur. Cette distance est aussi utilisée comme épreuve

compétitive homologuée dans les compétitions officielles nationales et internationales scolaires.

Le test de course 1200m est validé par Rotstein. A, et al., (1986). Cette distance était pris en référence comme moyen de test de terrain, par sa corrélation statistique confirmée avec les épreuves d'effort en laboratoire pour la puissance aérobie maximale et la capacité anaérobie et moins avec le seuil anaérobie chez les enfants garçons pré pubères (10,2 à 11,6 ans).

Billat. V. (2001), fait valider le test de course de 1200m afin de contrôler l'entraînement de la V.M.A chez les jeunes de 11 à 14 ans. Or on trouve une suite et un relation avec les résultats des tests de laboratoire prouvés à une signification statistique du $v.VO_2max$ et du seuil anaérobie chez les jeunes sous l'effet de l'entraînement de type intermittent.

I.10 L'étude exploratoire :

Cette étude revêt d'une importance primordiale pour la requête de la recherche car elle donne plus d'impact et d'information de la réalisation du sujet en question, par l'information générale et spéciale relative à la population d'étude et de cerner les difficultés et les problèmes qu'on pourrait avoir, aussi les contraintes de travail avant d'entreprendre celui-ci. La désignation de la démarche essentielle de la recherche, cerner les caractéristiques siométriques et les procédures méthodologiques à suivre.

Avant de prendre part à l'application des investigations Anthropométriques et physique l'équipe de travail a effectué une enquête exploratoire comprenant un échantillon réduit de 20 enfants de 11 ans une semaine avant d'entamer la première étape d'investigation Anthropométrique et physique pour en tirer les conclusions nécessaires.

I.11 Caractéristiques Siométriques de l'échantillon :

La fiabilité (réalisabilité) :

La validité est une condition nécessaire mais non suffisante à la justification d'un test aléatoire. Après s'être assuré que l'on vise la bonne cible, on doit pouvoir l'atteindre de façon régulière. On parlera alors de fiabilité. Lorsque l'erreur de mesure aléatoire est mince, la mesure est dite fiable. Nous présentons ici le modèle du score vrai selon la théorie classique. Ce modèle, souvent présenté comme un modèle de test, est en fait un modèle de mesure. Il suffit de raisonner non plus sur le terme d'erreur de mesure mais sur celui de vrai score pour s'en convaincre.

Le coefficient de fiabilité : Pour prouver la fiabilité d'une mesure, nous devons calculer la part d'erreur aléatoire dans la mesure afin de démontrer qu'elle est minime. Pour cela, nous

repreons notre modèle, auquel nous avons soustrait l'erreur systématique, la mesure est donc valide. En posant que la variance de la mesure qui n'est pas expliquée par la valeur réelle, n'est due qu'à l'erreur aléatoire, nous pouvons déduire les hypothèses du modèle.

$$Y = T + E.$$

Validité et fiabilité de l'instrument de mesure :

La variabilité des résultats observés dans une série de mesures sur différents sujets peut s'expliquer par deux composantes : la différence réelle existante entre des individus différents et une variance aléatoire. La fiabilité est alors définie comme la proportion de variance observée attribuable aux différences entre les sujets. On définit le coefficient de fiabilité de Y, mesure de T, comme le ratio de la variance réelle sur la variance observée (Carminés EG, Zeller RA., 1988).

Le calcul du coefficient de fiabilité repose sur le calcul de la corrélation entre les deux mesures parallèles. Cela se justifie par le fait qu'elles ont un élément commun qui est la valeur réelle de l'objet. En calculant la corrélation existant entre les deux mesures on va pouvoir extrapoler la part de l'élément qu'elles ont en commun. Parmi les différentes méthodes d'estimation du coefficient de fiabilité est :

La méthode test-retest :

Lorsque l'on met sur pied une étude chronologique, cette méthode détecte les erreurs de mesures consécutives à l'évolution dans le temps. Pratiquement, deux mesures (y_1 et y_2) d'une variable fixe, faites à deux instants différents, sur une même personne, doivent donner les mêmes résultats. La valeur de l'objet étant invariable. On retrouve l'hypothèse fondatrice du modèle des mesures parallèles. On peut alors calculer directement le coefficient de fiabilité, puisque d'après les conclusions du modèle, le coefficient de fiabilité est égal à la corrélation entre les deux mesures parallèles.

On a donc démontré que sous l'hypothèse de deux mesures parallèles, le coefficient de viabilité est égal à la corrélation entre les deux mesures. On peut par ailleurs montrer que la racine carrée du coefficient de fiabilité est égale à la corrélation entre une mesure y parallèle et la vraie valeur t .

Théorie Cronbakh : La théorie de la généralisabilité développée par Cronbach et son équipe dans les années soixante (Cronbach et al, 1965), admet toutes les sources d'erreur sans distinction. L'essence de la théorie est de reconnaître que dans toutes situations de mesure il existe de multiples, en réalité infinie, sources de variance. Ils sont partis de la réflexion selon laquelle "la plupart des procédures de mesure comportent un ou plusieurs

aspects variables qui ne sont pas spécifiés dans la définition opérationnelle de la procédure". Cela recouvre le jour de passage de l'étude (début ou fin de semaine), le moment dans la journée, la qualité de l'observateur... Or il y a de fortes présomptions pour que ces aspects, qui peuvent sembler anecdotiques, aient une influence sur la réponse du sujet et donc sur les résultats de l'étude. Le but initial de la théorie de la généralité est de s'assurer que les résultats particuliers de l'étude sont assez généraux pour rester valables dans d'autres circonstances. Pour donner un aspect systématique à la réalisation des mesures effectués pour notre recherche, Nous avons procédé à la vérification de la validité et la fiabilité du test, nous avons sélectionné 03 mesures Anthropométriques essentielles et aussi 01 mesure de test physique, On les a appliqués en date du 14/05/2018, par la suite on les a refait un retest 13 jours. Dans le but d'assurer l'aspect nécessaire aux circonstances de la recherche. Après le calcul du coefficient de corrélation Pearson (r).

Tableau . Caractéristiques Siométriques des outils de mesures des tests

Variables	Validité	Fiabilité
La stature	0,810	0,90
Le poids	0,865	0,93
Périmètre thorax	0,801	0,89
Test 1200m	0,784	0,885

I.12 La méthode statistique : Nous avons utilisé les méthodes statistiques suivantes pour le traitement des données expérimentales :

L'analyse statistique descriptive : La corrélation de Pearson Bilatérale :

L'analyse de la composante principale (A.C.P) : L'analyse en composantes principales, connue aussi sous le nom de l'expansion de Karhunen Loève est une technique statistique qui permet de réduire le nombre de variables décrivant un ensemble de données. D'un point de vue géométrique et multidimensionnelle, l'ACP consiste à effectuer une certaine rotation dans l'espace des variables afin d'extraire un nombre réduit de composantes corrélées qui couvrent le maximum de la variabilité induite par l'ensemble de données. L'apport de l'ACP dans ce travail est d'extraire un nombre réduit de composantes par la méthode de rotation Varimax avec normalisation Kaiser qui couvre au mieux la variabilité de la forme et la nature de corrélation des variables Anthropométriques et fonctionnelles au sein de notre population d'étude. L'indice de mesure de la qualité d'échantillonnage utilisé est celui de Kaiser-

Mayer- Olkein (K.M.O), le test de signification de la normalité et de sphéricité est de Bartlett.

Les statistiques sont réalisées par le biais SPSS 23,0.



PARTIE III. Analyse et interprétation des résultats

I. Analyse descriptive des résultats des investigations anthropométriques et des tests physiques de l'échantillon général :

L'analyse descriptive statistique des investigations anthropométriques et physiques de notre échantillon général, moyen d'âge ($12,7 \pm 0,8$ ans), nombre 198 sujets, qui possède une ancienneté sportive de ($1,75 \pm 0,73$ ans). La présentation du présent chapitre est établie dans le but de présenter une lecture des données qui seront utilisables et traitées lors des trois prochaines parties de l'expérimentation, présentée ainsi :

I.1 L'analyse descriptive des paramètres anthropométriques de l'échantillon ($12,7 \pm 0,8$ ans) :

Elle comporte les paramètres totaux (âge, taille, poids et l'ancienneté sportive), les points anthropométriques, les diamètres transversaux et sagittaux, les périmètres (circonférence) corporels, les mesures longitudinales, les plis cutanés, les proportions corporelles, les indices de développement physique, les composants corporels, les indices de la composition du corps, l'indice de la maturité compensée et les indices somatotypiques.

I.2 L'analyse descriptive des tests physiques :

Elle comporte le test de la consommation maximale d'oxygène (Leger & Boucher), exprimé en valeur relative ($\text{ml.kg}^{-1}.\text{mn}^{-1}$), est calculé par l'équation de l'auteur, la valeur maximale aérobie (VMA) exprimée en unité km.h^{-1} , cette dernière est obtenue lors du dernier palier du protocole de la course du test léger et Boucher. Le test de course de 1200m indique l'inertie du VO_2max .

Pour une meilleure lecture et description statistique des variables calculées, par le biais du système SPSS. Nous avons examiné les coefficients de variation afin de tester le degré d'homogénéité des données individuelles au niveau de la dispersion ; celui de Zatsiorsky (1978), stipulant qu'un degré d'homogénéité est considéré élevé quand le (CV) est $< 10\%$; elle est moyenne, pour un (C.V) entre 10 à 20 % ; faible, pour un (CV) $> 20\%$. La dite description des résultats est présentée sur les tableaux et histogrammes selon les chapitres ci-dessous :

I.1 Analyse descriptive statistique des paramètres anthropométriques du groupe général :

I.1.1 Les paramètres totaux :

Tableau 9. Statistiques descriptives des paramètres totaux de l'échantillon ($12,7 \pm 0,8$ ans)

Variabes	N°	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type	Coefficient Variation
Age (ans)	198	11	13	12,07	0,81	6,75
Taille (cm)	198	126,2	177	150,16	10,11	6,73
Poids (kg)	198	32	58	40,01	7,17	17,93
Ancienneté sportive (ans)	198	1	3	1,75	0,73	41,71

Le tableau 9 : Comporte les observations apportées aux variables relatives aux paramètres totaux de l'échantillon général (12.07 ± 0.81 ans). La stature est évaluée à moyenne de (150.16 ± 10.11 ans), la masse corporelle mesure (40.01 ± 7.17 kg), nos sujets pratiquent les épreuves de course de demi-fond pendant une durée moyenne de (1.75 ± 0.73 ans), le poids moyen de notre population est de ($40,01 \pm 7,17$ kg). Selon d'après la lecture des données des distributions relatives au degré de disparité, nous indique un rapprochement des données.

Le paramètre de coefficient de variation (CV) traduit une forte homogénéité des données de la taille (CV=6,73%), l'âge (CV=6,75%) ; toutefois le poids possède un (CV=17,93) qui est juste moyen.

I.1.2 Les points anthropométriques :

Les points anthropométriques indiquent les dimensions de la hauteur verticale depuis ces points jusqu'au sol. Nous enregistrons une moyenne de ($121,25 \pm 9.58$ cm) pour le point suprasternal, la hauteur du point acromial est d'une moyenne de ($122,168 \pm 10.58$ cm), toutefois des autres points anthropométriques ont des moyennes et écarts types respectives :le radial est ($94,760 \pm 8.7$ cm),le stylien mesure ($72,861 \pm 8.11$ cm), le dactylion 3 (56 ± 8.32 cm), l'épine iliaque (86.07 ± 7.44 cm), le symphysien (76.72 ± 7.58 cm) ,le tibial est de (41.44 ± 7.58 cm) et le point sphyrion mesure une moyenne de (8.06 ± 1.2 cm).

Tableau 10.descriptives des points anthropométriques (cm) de l'échantillon (12.7 ± 0.8 ans)

Variables	N°	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type	C.V
Point Suprasternal	198	96,2	159,7	121,25	9,58	7,90
Point Acromial	198	88,9	144,2	122,16	10,85	8,88
Point Radial	198	66	118	94,76	8,70	9,18
Point Stylien	198	49	98,2	72,86	8,11	11,14
Point Dactylion3	198	38	78,7	56,00	6,32	11,29
Point Epine Iliaque	198	68,2	103,3	86,07	7,44	8,64
Point Symphysien	198	56	96,1	76,72	7,58	9,88
Point Tibial	198	30	54,2	41,44	3,81	9,20
Point Sphirion	198	5	12,5	8,06	1,20	14,96

Nous constatons au niveau des variables qu'il existe une homogénéité élevée entre les données des individus mesurées à <10% pour le point suprasternal, acromial, radial, Epine iliaque, le point symphisien et le point tibial ; tandis que une marge de disparité est considérée juste moyenne concernant le point dactylion 3, le point stylien et le point sphyrion.

I.1.3. Les diamètres distaux et transversaux du corps :

I.1.3.1 Les diamètres distaux et transversaux du membre supérieur :

Tableau 10. Statistiques descriptives des diamètres distaux et transversaux (cm) du membre supérieur (cm) de l'échantillon (12.7±0.8 ans)

Variabes	N°	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type	C.V
Diamètre Tête	198	10,2	21,5	12,51	0,91	7,44
Diamètre Biacromial	198	22	43,3	31,46	2,86	9,10
Diamètre Transversal Thorax	198	12,4	37	22,18	3,89	17,56
Diamètre Thorax Antéro Postérieur	198	11,8	29	16,97	2,71	16,01
Diamètre Distal Bras	198	4	18	5,87	1,11	18,96
Diamètre Distal Avant-Bras	198	3,3	9,3	5,30	1,15	21,80
Diamètre Distal Main	198	4,2	12	6,80	1,12	16,55

Le tableau n° 10, aborde la description statistique des données individuelles des diamètres distaux et transversaux du membre inférieur ; d'où la valeur moyenne de la tête est de (12,51±0,93cm) avec un coefficient de variation évalué à (7,33%) indique une homogénéité élevée entre les sujets.

Le diamètre biacromial possède une valeur moyenne de (31,46±2,86cm) et un coefficient de variation de (9,21%), cela confirme une homogénéité élevée entre les données individuelles. Une valeur moyenne de (22,18±3,89) du diamètre transversal du thorax et un coefficient de variation calculé à (17,56%) révèle une homogénéité au sein de la distribution juste moyenne ; tandis que le diamètre transversal thoracique antéropostérieur est déterminé par d'une moyenne de (16,97±2,71cm) et d'une homogénéité moyenne calculée par un coefficient de variation de (16,01%).

Les petits diamètres osseux, tel que celui du bras est observé par une moyenne et un écart type évalué à (5,85±1,11 cm), alors que degré de la disparité entre les données individuelles sont mesuré par une homogénéité juste moyenne de (18,96%) ; l'avant-bras et la main sont évaluées à des valeurs moyennes de (5,3±1,15 cm), (6,8±1,12 cm). Tandis que le degré d'homogénéité entre les données individuelles est considéré juste faible (21,8%), pour l'avant-bras et moyenne pour la main (16,55%).

I.1.3.2 Les diamètres transversaux et distaux du membre inférieur :

**Tableau 11. Statistiques descriptives des diamètres distaux et transversaux (cm)
des membres inférieurs de l'échantillon (12.7±0.8 ans)**

Variabes	N°	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type	C.V
Diamètre Bicrétal	198	17,7	32	25,20	2,83	11,24
Diamètre Bi trochantérien	198	9,2	32,6	24,57	3,13	12,74
Diamètre Distal Cuisse	198	5	24	8,95	2,23	24,96
Diamètre Distal Jambe	198	5	11	7,09	1,03	14,56
Diamètre Distal Pied	198	5	10,4	8,40	0,99	11,82

Le membre inférieur est représenté par les deux diamètres osseux distaux du bassin, celui du bicrétal et du bitrochantréan. Le premier est estimé à une moyenne de (25,20±2,83 cm) ; ces données individuelles indiquent un index de dispersion qui est juste moyen, d'une valeur de (11,24%). Par contre le bitrochantréan mesure une moyenne de (24,54±3,13 cm) et un coefficient de variation de (12,74%).

Les autres petites dimensions distales de la cuisse ont une moyenne de (8,95±2.23 cm) ; par contre sa variation est tout à fait faible (24,96%). Celle de la jambe est de (7.09±1,2cm) avec un index d'homogénéité moyen (14,56 %) et celui du pied mesure moyennement (8,4±0,99 cm), et une variation juste moyenne de (11,82%), entre les données individuelles de la distribution.

I.1.4 Les périmètres ou (circonférences) corporels :

Tableau 12. Statistiques descriptives des périmètres (circonférences) corporels (cm) de l'échantillon (12.7±0.8 ans)

Variables	N°	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type	C.V
Périmètre Thorax Repos	198	58	97	68,66	5,93	8,64
Périmètre Bras décontracté	198	13	26	19,78	2,05	10,37
Périmètre Avant-Bras	198	16	91	19,72	5,42	27,51
Périmètre Abdomen	198	52	81	62,58	5,48	8,76
Périmètre Bassin	198	57	93	74,93	6,36	8,48
Périmètre Cuisse	198	26	51,5	42,54	4,14	9,73
Périmètre Jambe	198	20	43	29,64	3,47	11,72

L'analyse descriptive des mesures anthropométriques des circonférences corporelles dénotent dans l'ensemble un rapprochement des valeurs numériques des moyennes pour l'ensemble des variables morphologiques. Où nous constatons l'indice moyen du thorax au repos est estimé à (68,66±5,93cm).

L'index de disparité entre les données individuelles est très réduit (Cv=8,64%) ; le périmètre du bras mesure une moyenne de (19,79±2,05 cm) et son coefficient de variation est de (10,37), qui est juste moyen. Par contre la circonférence de l'avant-bras a une moyenne de (19,72±5,42 cm) : mais son degré de variation entre les données individuelles de la distribution est tout à fait faible estimé à (27,51).

Les autres indices ont des valeurs moyennes respectives : L'abdomen (62,58±5,48 cm), le bassin (74,93±3,36 cm), ces deux paramètres sont caractérisés par un index de variabilité très rédu- its observés à (cv=8,73%) et (cv=9,73).

La circonférence de la cuisse mesure (42,54±2,14cm) et son degré de disparité est de réduit (9,73%), néanmoins le périmètre de la jambe occupe une valeur moyenne de (29,64±3,47 cm), le coefficient de variation est de (11,72), considéré juste moyen.

I.1.5 Les longueurs du corps :

Tableau 13. Statistiques descriptives des longueurs du corps (cm) de l'échantillon (12.7±0.8 ans)

Variable	N°	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type	C. V
Taille Assis	196	58,75	90,7	68,77	5,40	7,85
Longueur Tronc	196	32,2	70,8	44,55	5,49	12,34
L .M.S	196	38	78,2	66,14	7,74	11,71
Longueur Bras	196	4,5	49,9	27,40	4,92	17,95
Longueur Avant-Bras	196	14	34,1	21,95	4,54	20,68
Longueur Main	196	12	26,2	16,78	4,36	26,01
L.M.I	196	64,5	98,35	81,35	7,17	8,82
Longueur Cuisse	196	22,6	55,05	39,91	5,16	12,94
Longueur Jambe	196	23	45,2	33,37	3,49	10,45

Les paramètres des longueurs du corps représentés sur le tableau (n° 13), sont calculés à partir des équations entre les segments et les points anthropométriques, selon le protocole d'investigation relatif aux mesures anthropométriques. En revanche, la lecture de ces observations, on remarque que ces indices de mesures corporelles des longueurs sont évalués respectivement :

La taille assis ($68,76 \pm 5,38$ cm), la longueur du thorax mesure ($44,53 \pm 5,48$ cm), la longueur du membre supérieur prend une moyenne de ($66,16 \pm 7,72$ cm), par contre celle du bras est évaluée à ($27,40 \pm 4,89$ cm) et l'avant-bras de ($21,898 \pm 4,57$ cm) ; aussi on constate le membre inférieur prend une mesure moyenne de ($81,39 \pm 7,16$ cm). Toutefois le bras et l'avant-bras sont moyennement évalués à ($39,95 \pm 5,161$ cm) et ($33,38 \pm 3,48$ cm).

Par contre, les index mesurant l'échelle de la disparité entre les données individuelles de chaque variable anthropométrique, indiqué par les valeurs de coefficients de variation, qui s'avère très réduit pour la longueur de la jambe (Cv=8,78%), le membre inférieur (Cv=10,42%) et aussi pour la taille assis (Cv=7,82%). La longueur du tronc (Cv=12,3%), le membre supérieur (Cv=11,67%), le bras (17,84%), l'avant-bras (Cv=20,09%) et la longueur de la cuisse (Cv=12,91%) ont un coefficient de variation considéré juste moyen.

I.1.6 Les plis cutanés du corps :

Les différents composants corporels et les autres indices anthropométriques sont calculés à partir des équations et des valeurs relevées de la couche adipeuse de diverses parties corporelles utilisées dans notre thèse. Nous l'avons utilisé la description des indices cutanés, en tant que valeur somatique est indiquée en un seul index qui est la somme (Sum Σ des 09 plis cutanés) répertoriée ainsi :

Le pli suprailliaque, le pli pectoral, le pli ventral, celui du bras (la moyenne du bicipital et le tricipital), le pli de l'avant-bras, le pli de la main, le pli sous scapulaire, le pli de la cuisse et de la jambe. Cette approche anthropométrique (la somme des valeurs des plis cutanés) est utilisée dans les récentes recherches. Toivo Jürimäe (2001) a utilisé la Σ des 09 plis. Jackson et al. (1980) a utilisé la méthode de la Sum 07 plis et Peterson, al ;(2003) a utilisé la somme des 04 plis pour la nouvelle formule relative au (% Fat).

A partir de ces références théoriques ; nous avons opté pour la technique, la Σ Sum des 09 plis cutanés cités. Car elle était utilisée sur un échantillon du même âge que le nôtre.

Le tableau n° 14, comporte la description statistique de l'indice de la somme des 09 plis cutanés de la population d'étude (12.7 ± 0.8 ans), la moyenne des plis est évaluée à (49.6 ± 16.15 mm), aussi la somme des plis cutanés de toute la population (198 sujets) est évalué à 9822 mm soit 9,822 kg. Aussi nous observons une grande disparité des données individuelles dans cette distribution utilisée qui est $C_v = (32,66\%)$.

Tableau 14. Statistiques descriptives (Sum Σ 09) plis cutanés (mm) de l'échantillon (12.7 ± 0.8 ans)

Variable	N°	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type	C.V
(Sum Σ 09) plis	198	27,4	162	49,6	16,15	32,52

I.1.7 Les proportions corporelles :

Tableau 15. Statistiques descriptives des proportions du corps (%) de l'échantillon (12.7 ± 0.8 ans)

Variabes	N°	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type	C.V
L.T /T 100	198	21,17	44,02	29,65	3,02	10,19
D.B.A/ T100	198	15,57	26,19	20,95	1,30	6,23
D.B.C/T 100	198	11,41	22,20	16,78	1,45	8,65
L.M.I /t 100	198	76,95	149,53	118,80	11,07	9,32
L.M.S/T 100	198	27,14	51,88	44,03	4,00	9,09

Les proportions corporelles sont représentées par le rapport des dimensions des indices morphologiques par rapport à la taille ; celui de la longueur du tronc (L.T/ T 100) est observé par une valeur moyenne de $(29.56 \pm 3.02 \%)$. Le diamètre biacromial (D.B.A/T 100) est estimé moyennement à $(20,95 \pm 1.3 \%)$, aussi le diamètre bicrétal (D.B.C/T 100) indique une moyenne de $(16,78 \pm 1,45\%)$, la longueur du membre supérieur (L.M.S/T100) possède toutefois, une moyenne de $(44,03 \pm 4,00\%)$ et la longueur du membre inférieur (L.M.S/T100) est observée moyennement à $(118 \pm 11,07\%)$. Concernant la mesure de la variabilité au sein des distributions ; une disparité très réduite ($CV = < 10\%$) est observée entre les données individuelles au niveau de toutes les variables anthropométriques relative aux paramètres des proportions corporelles, (voir tableau n°12).

I.1.8 Les indices de développement physique :

Tableau 16. Statistiques descriptives des indices de développement physique de l'échantillon (12.7±0.8 ans)

Variables	N°	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type	C.V
Surface corps Enfants m ²	198	0,93	1,61	1,28	0,14	11,10
Surface corps Absolue m ²	198	0,95	1,74	1,30	0,16	12,55
Surface relative m ² /cm	198	2,56	4,1	3,27	0,22	6,89
Indice Skele %	198	43,48	59,92	54,17	2,43	4,49
Indice Ketlé gr/cm	198	190,83	373,60	266,13	32,16	12,35
Indice Schreider Kg/m ²	198	24,36	39,13	30,68	2,11	6,88
Indice énergétique cm ² /Kg	198	27,84	37,24	32,20	1,91	6,89
Poids /Taille Kg/cm	198	0,19	0,37	0,26	0,03	12,08
Indice Sheldon $T / \sqrt[3]{P}$ cm/kg	198	2,92	3,87	3,41	0,19	5,71
Indice Kaup gr/cm ²	198	1,45	3,73	2,65	0,32	12,35

La détermination des paramètres de développement physique en utilisant les indices relatifs aux surfaces corporelles, représentées par la surface spéciale enfants (Malina. 2003), moyenne ($1,28 \pm 0,14 \text{ m}^2$). La surface corporelle absolue (Izakson) est aussi utilisée dans le calcul des divers composants du corps, ($1,3 \pm 0,16 \text{ m}^2$) et la surface du corps relative mesurant ($3,26 \pm 0,22 \text{ m}^2 / \text{cm}$). L'indice de Skéle prend une moyenne de ($54,17 \pm 2,43 \%$) ; par contre l'indice Ketlé est de ($2,65 \pm 0,32 \text{ gr/cm}$), l'indice Shreider prédit une moyenne de ($30,68 \pm 2,11 \text{ kg/m}^2$), l'indice énergétique est d'une valeur moyenne de ($3,27 \pm 0,22 \text{ m}^2/\text{kg}$). L'indice du rapport linéaire de la taille et du poids, estimé à ($43,99 \pm 1,6 \text{ cm/log ; kg}$) et l'indice de kaup qui est le rapport du poids sont déterminés par des valeurs moyennes respectivement ($2,65 \pm 0,32 \text{ kg/cm}^2$), ($0,26 \pm 0,03 \text{ kg/cm}$).

En traduisant les degrés des valeurs de la mesure de la disparité des données individuelles des distributions des variables étudiées. Elles nous conduisent à remarquer une homogénéité élevée pour les paramètres, taille $\sqrt[3]{\text{poids}}$, l'indice de Skéle, l'indice de dépense énergétique et la surface corporelle relative. Toutefois, on observe des coefficients d'homogénéité juste moyenne pour les variables, la surface corporelle pour enfants, indice poids / taille, l'indice Kaup, l'indice ketlé et la surface corporelle absolue.

I.1.10 Les composants du poids du corps :

Tableau 17. Statistiques descriptives des indices des composants corporels de l'échantillon (12.7 ± 0.8 ans)

Variabes	N°	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type	C.V
Composant adipeux kg	198	4,504	34,71	8,74	3,29	37,22
Composant musculaire kg	198	8,03	40,89	17,51	4,26	24,33
Composant osseux kg	198	4,40	21,97	8,53	2,63	30,90
Composant adipeux %	198	12,75	59,84	21,77	6,44	29,58
Composant musculaire %	198	24,71	113,60	43,52	7,21	16,56
Composant osseux %	198	12,41	57,56	21,29	6,00	28,20

La description statistique de la composition du poids du corps, décrite sur le tableau n°17, désigne que les trois masses en unités et en pourcentage relatif concernant la masse

adipeuse qui mesure (8,74±3,24 kg), et en unité de pourcentage, elle est de (17,71±4,26 %). Ou nous constatons un degré de variabilité très faible entre les individus de la distribution. Le composant musculaire est d'une moyenne de (17,53±4,26 kg) et un pourcentage relatif de (43,52±7,21%). Toutefois on observe un coefficient d'homogénéité de tout à fait moyen. Le composant osseux est d'une moyenne de (8,53±2,63 kg). Par contre sa proportion relative indique la valeur de (43,52±21,29 %).

I.1.11 Les indices déterminant les composants du poids du corps :

Tableau 18. Statistiques descriptives des indices de développement physique de l'échantillon (12.7±0.8 ans)

Variables	N°	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type	C.V
Lean Body Weight (kg)	198	23,89	55,78	39,17	6,94	39,6
Fat Weight (kg)	198	5,29	16,34	11,93	4,72	30,06
Fat % Kg	198	16,52	83,30	30,34	9,24	30,48
Fat% (Peterson 2003)	198	8,80	19,77	12,68	2,00	15,77
Indice Seuil maturité	198	-4,02	0,06	-2,14	0,91	42,46

Le paramètre morphologique (Lean Body Weight), indique la valeur du poids corporel dépourvu de toute sa masse adipeuse. Il est indiqué par un poids moyen de (39,17±6,94) kg, le coefficient de variabilité entre les données individuelles est juste moyen. Alors que, l'indice Fat Weight qui exprime la masse adipeuse en valeur absolue est d'un poids moyen de (11,93±4,72 kg) ; cette valeur indique un coefficient de variation très faible ; aussi nous constatons que le paramètre du poids de la masse grasse relative (%) indique une moyenne de (30,34±9,24kg %). Néanmoins, l'index de disparité demeure faible. Nous abordons aussi l'indice relatif à l'estimation du % pourcentage de la masse adipeuse (% fat Peterson,2003 Equation), qui est traduit par une moyenne de (12,68±2%) et un coefficient de variation au sein de notre population de 15,77% est juste moyen. Quant à l'index de détermination du seuil de maturité (Mirwald, et al., 2001), la distribution dénote une moyenne de (-2,14±0,91) et coefficient de variation tout à faible (-42,46%).

I.1.12 Le Somathotype :

Tableau 19. Statistiques descriptives des indices somathotipiques de l'échantillon (12.7±0.8 ans)

Variabes	N°	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type	C, V
Endomorphie	198	0,35	2,40	1,09	0,42	38 %
Mésomorphie	198	-7,43	-1,98	-4,90	0,98	-20,02
Ectomorphie	198	-0,76	7,15	3,62	1,17	32,39

Les indices somathotipiques de l'échantillon général se caractérise par une valeur moyenne de $1,09 \pm 0,42$ avec un coefficient de variation tout à fait faible (38%), concernant l'indice Endomorphe ; l'indice Mésomorphe est caractérisé par une moyenne de $-4,9 \pm 0,98$ et un degré de disparité de -20,02% ; l'endomorphie est mesurée à une moyenne de 3,62 et une disparité entre les données faible de 32%.

I.2 L'analyse descriptive des tests physiques :

Tableau 20. Statistiques descriptives des indices de développement physique de l'échantillon (12.7±0.8 ans)

Variabes	N°	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type	C.V
VO ₂ max	198	46,23	68,14	60,08	5,01	8,34
VMA	198	13,00	19	15,67	1,02	6,53
Test 1200m	158	3,09	4,05	3,33	0,26	8,1

Les tests physiques représentent les paramètres moteurs ou fonctionnels établis pour la détermination du rendement mécanique. Où nous remarquons, sur le tableau n°18, la description du VO₂max représente une moyenne égale à $60,08 \pm 5,01$ ml.kg⁻¹.mn⁻¹. Suivie d'un coefficient de variation des données individuelles au sein la distribution, qui est très réduit, de (CV=8,34%). En outre la valeur de la vitesse maximale aérobie de la course est traduite par une moyenne de $15,67 \pm 1,02$ km/h. Nous remarquons aussi une disparité très réduite entre les valeurs individuelles exprimée par un (C.V= 6,53%). Le test de course sur 1200m exprimé en temps minutes et en secondes traduit une moyenne de ($3,33 \pm 0,26$ mn), alors que son coefficient de variation est très réduit est équivalent à (C.V=8,1%).

II. Etude corrélative (Bivariée) des tests d'investigation du groupe général :

II.1 Etude corrélative entre les indices moteurs et les indices anthropométriques du groupe général, (12,7±0,8 ans) :

Le présent chapitre est consacré à une étude corrélative par croisement statistique des variables calculées de type fonctionnel (physique), en tant que variables explicatives (indépendantes) avec les variables anthropométriques en tant que variables à expliquer (dépendantes). Afin, d'examiner l'hypothèse du lien linéaire statistique entre ces deux variables et d'illustrer la nature de cette relation en tant que paramètre technique et solution systématique, méthodique à régler et cerner la préoccupation accordée par notre hypothèse partielle n°1.

A signaler que nous avons testé et nous présentons en corrélation Bi variée tous les indices d'investigation morphologiques et physiques présentés et répertoriés dans le précédent chapitre (analyse descriptive des résultats). Et nous les présentons dans cette rubrique en tableaux uniquement, concernant les corrélats dégagés (les résultats) des variables qui expriment des corrélations les plus significatives et importantes.

II.1.1 Etude corrélative entre les tests physiques et les paramètres totaux du groupe général

Tableau 21. Corrélations entre les tests physiques et les paramètres totaux de l'échantillon, (12.7±0.8 ans)

Variables		Age	Taille	Poids
VO ₂ max	Corrélation de Pearson	0,20**	0,45**	0,57**
	Sig. (bilatérale)	0,005	0,00	0,00
	N°	198	198	198
Test 1200m	Corrélation de Pearson		0,15*	
	Sig. (bilatérale)		0,048	
	N°		158	

La corrélation est significative au niveau 0,01** (bilatéral)

La corrélation est significative au niveau 0,05* (bilatéral)

Le tableau n° 21, dénote les résultats de la corrélation bi variée examinés entre les variables des indices représentant les tests physiques et les variables des paramètres totaux de l'échantillon général (12,7±0,8 ans). Dont, apparaît l'existence d'une corrélation significative entre l'indice VO₂max d'une moyenne de (60,08±5,01ml.kg⁻¹.mn⁻¹) avec l'âge (12.7±0.8 ans) ; la stature mesure moyennement (150,16±10,11cm) est corrélée en même

temps avec le poids corporel ($40,17 \pm 6,91$ kg). Tandis que l'épreuve de course du 1200m d'une moyenne de ($3,33 \pm 0,26$ mn) est corrélée uniquement avec la stature.

Le test statistique révèle l'inexistence de différence significative entre la variable de la consommation maximale d'oxygène ($VO_2\max$) et la variable âge ; aussi avec la stature et le poids au seuil de $p < 0,01$, considéré statistiquement comme fortes relation. On note aussi l'absence de différence significative entre le test de course de 1200m et l'indice morphologique de la stature à seuil de $p < 0,05$; cette relation est exprimée sous le nombre de 158 d'observations.

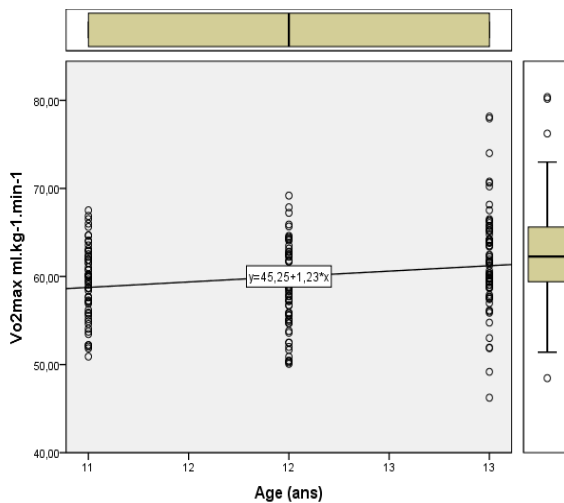


Figure 15. Régression linéaire $VO_2\max$ / âge des sujets, ($12,7 \pm 0,8$ ans)

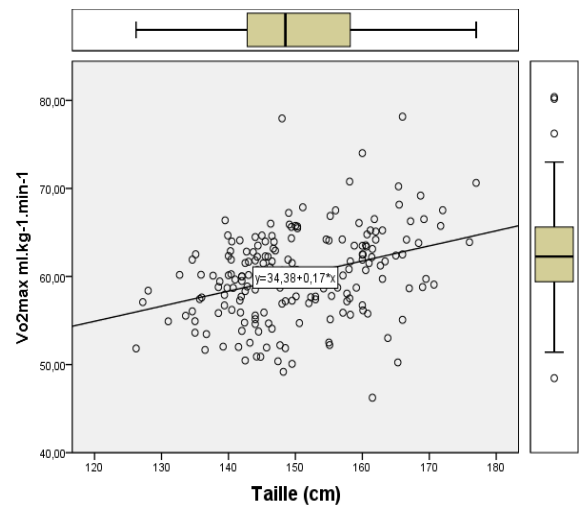


Figure 16. Régression linéaire $VO_2\max$ / Taille des sujets, ($12,7 \pm 0,8$ ans)

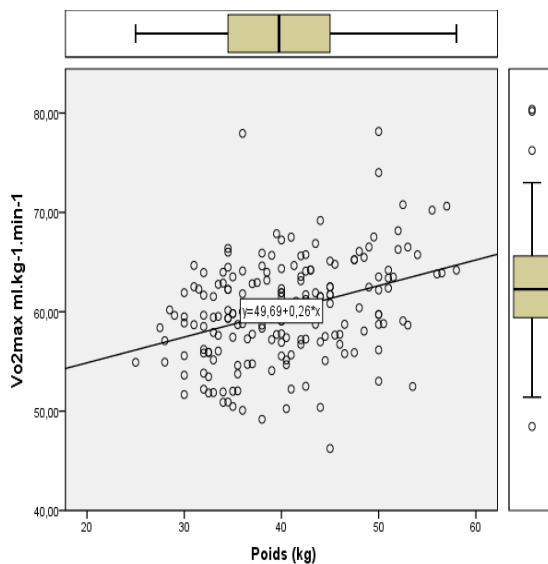


Figure 17. Régression linéaire $VO_2\max$ / Poids des sujets, ($12,7 \pm 0,8$ ans)

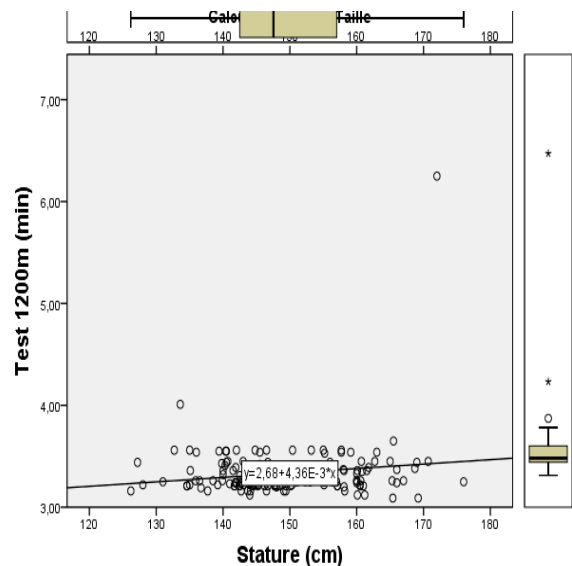


Figure 18. Régression linéaire du Test 1200m/ Taille des sujets, ($12,7 \pm 0,8$ ans)

La figure n° 15, dénote la régression linéaire corrélative entre les variables $VO_2\max$ et l'âge, considérée comme une relation linéaire positive et forte, exprimée par un coefficient de $r=0,20$. La régression linéaire (fig.16) de la relation entre le $VO_2\max$ et le poids corporel

relate une forte relation positive, exprimée par un coefficient de $r=0,45$. Celle (fig.18) du $VO_2\text{max}$ avec la stature est exprimée à $r=0,57$. Ces plots dénotent des relations linéaires fortes et positives entre les deux variables fonctionnelle et motrice. Ce qui explique l'augmentation du niveau de l'indice $VO_2\text{max}$ est suivi par une élévation de ces indices examinés. Tandis que la figure n°09, présente une forme de relation modérée entre le test de la course de 1200m et la stature représentée, par un coefficient $r=0,15$, au seuil de $\alpha=0,05$, qui traduit une relation linéaire positive et modérée.

II.1.2 Etude corrélative entre les tests physiques et les points anthropométriques du groupe général

Tableau 22. Corrélations entre les tests physiques et les points anthropométriques de l'échantillon, (12.7±0.8 ans)

Variables		Supra sternal	Acromial	Radial	Epine iliaque	Tibial
VO ₂ max	Corrélation de Pearson	0,34**	0,33**	0,30**	0,28**	0,28**
	Sig. (bilatérale)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	N°	198	198	198	198	198
VMA	Corrélation de Pearson	0,14*	0,15*	0,14*		
	Sig. (bilatérale)	0,040	0,028	0,040		
	N°	198	198	198		
Test 1200m	Corrélation de Pearson					0,24**
	Sig. (bilatérale)					0,002
	N°					158

** La corrélation est significative au niveau 0,01 (bilatéral).

* La corrélation est significative au niveau 0,05 (bilatéral)

Le tableau sus dessus, dénote le traitement statistique relatif aux résultats des corrélats entre les indices physiques et les points anthropométriques ; d'où nous observons une forte corrélation entre le $VO_2\text{max}$ et les indices anthropométriques représentés par : le point Suparsternal, d'une moyenne de (121,25±9,58cm), le point acromial (122,16±10,8cm), le point radial (94,76±8,7cm), le point d'Epine iliaque évalué à (86,07±7,44cm) et le point tibial, moyenne (41,44±3,81cm).

Aussi, nous constatons que l'indice, vitesse maximale aérobie (VMA), d'une moyenne de (15,67±1,02#km.h⁻¹), obtenue lors du test Léger & Boucher révèle une corrélation vraisemblable avec le point sternal, le point acromial et le point radial. Alors que le test de l'épreuve de course sur 1200m est significativement corrélé seulement avec le point radial.

Le traitement statistique révèle l'inexistence de différence statistique significative entre la variable de VO₂max et les points anthropométriques : Suprasternal, acromial, radial, l'Epine iliaque et le point radial sont fort et positivement reliés entre eux, examinés au seuil de p<0,01. Aussi on remarque l'absence de différence statistique significative entre le paramètre moteur la (VMA) avec le point sternal, acromial et le radial à seuil de p<0,05 ; par ailleurs l'indice du test de la course de 1200m est caractérisé par une corrélation forte à seuil de p<0,01 seulement avec la hauteur du point tibial.

Les figures sus dessous, illustrent les régressions linéaires choisies en présentation par rapports à celles mentionnées sur le tableau 20 ; afin d'expliquer l'importance du lien statistique existant entre la variable motrice et morphologiques.

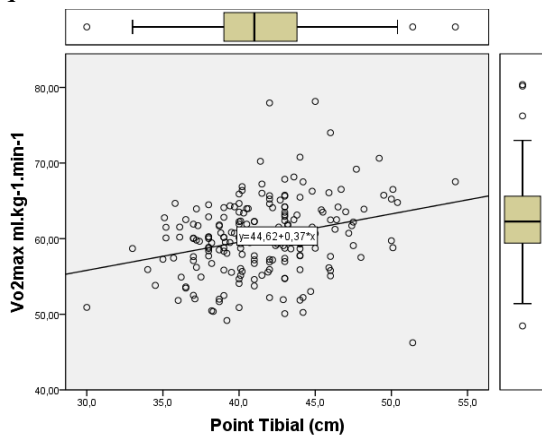


Figure 19 . Régression linéaire VO₂max/ Point tibial des sujets, (12,7±0,8ans)

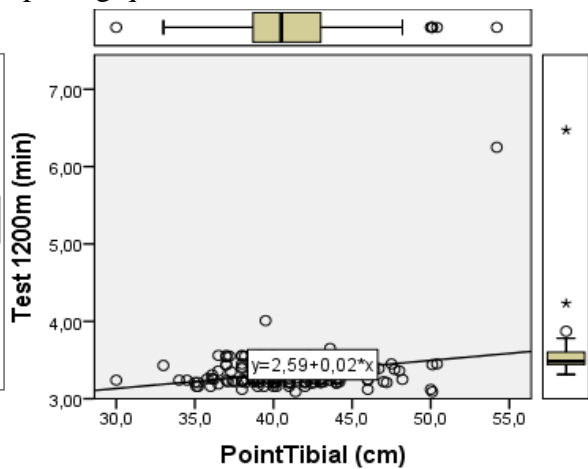


Figure 20. Régression linéaire Test 1200m/ Point tibial des sujets, (12,7±0,8ans)

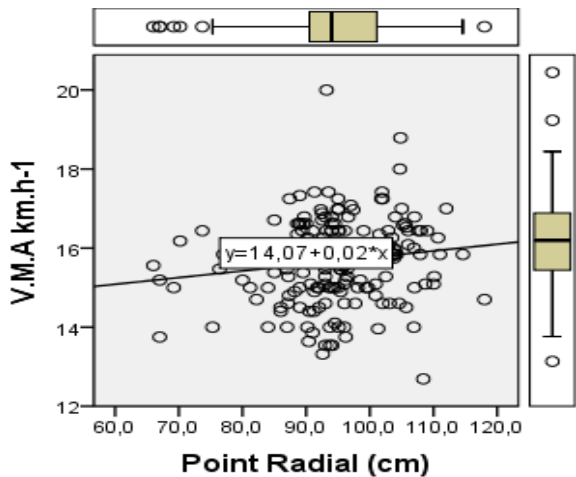


Figure 21. Régression linéaire du VMA/ Point radial des sujets, (12,7±0,8ans)

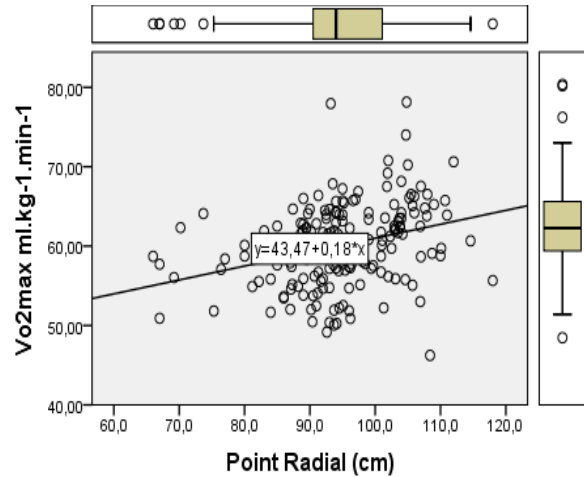


Figure 22. Régression linéaire du VO₂max/ Point radial des sujets, (12,7±0,8ans)

La figure n° 19, schématise la représentation corrélatrice linéaire entre la variable motrice VO₂max et variable anthropométrique de la hauteur du point tibial, exprimée par un lien positif de coefficient r=0,28. Ce format dimensionnel de droite de régression décrit des données ou nuages qui sont plus agglomérées autour de la ligne de la régression. Elle indique

une relation linéaire forte entre les deux variables. La figure 20, explique aussi la relation linéaire entre le test de course de 1200m et le point tibial, évalué à une corrélation de $r=0,24$.

Par conséquent, l'alignement des points prédit une forte relation linéaire entre les deux variables. La figure 14, dénote une régression linéaire entre la VMA et le point radial schématise un lien coefficientiel de $r=0,14$ à seuil $\alpha=0,05$. Cette régression semble avoir une relation linéaire modérée et positive.

La figure 15, dénote une forte relation entre la variable motrice VO_2 max et la variable Anthropométrique de la hauteur du point du radius exprimée à $r=0,30$, indique un lien fort et positif.

II.1.3 Corrélation entre des indices moteurs et les périmètres (circonférences) corporels de l'échantillon du groupe général :

Tableau 23 .Corrélations entre les tests physiques et les périmètres corporels de l'échantillon, (12.7±0.8 an)

Variables		ThoraxRepos	Brasdécontracté	Abdomen	Bassin	Cuisse	Jambe
VO ₂ max	Corrélation de Pearson	0,28**	0,22**	0,27**	0,16*	0,22**	0,25**
	Sig. (bilatérale)	0,000	0,002	0,000	0,018	0,001	0,000
	N°	198	198	198	198	198	198

** La corrélation est significative au niveau 0,01 (bilatéral).

* La corrélation est significative au niveau 0,05 (bilatéral).

La lecture du tableau 23 dénote l'inexistence de différence statistique significative entre l'indice fonctionnel (VO_2 max) et les périmètres morphologiques corporels suivis d'une série de corrélations significatives fortes et positives avec :

La circonférence thoracique évaluée à (68,67±5,93cm), le périmètre du bras au repos (19,97±2,05cm), le périmètre de l'abdomen (68,67±5,93cm), le périmètre du bassin (74 ; 93±6,36cm), la circonférence de la cuisse (42,55±2,5cm) et le périmètre de la jambe (29,64±3,4cm).

A partir de là, on confirme l'inexistence de différence statistique significative entre la variable motrice (VO_2 max) avec les variables morphologiques déjà citées au seuil de $p<0,01$. Cela exprime l'importance de la représentativité bilatérale de ces variables.

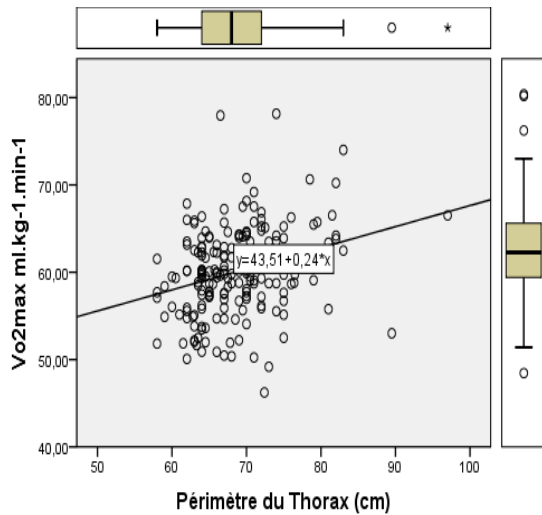


Figure 23. Régression linéaire VO₂ max/périmètres thorax des sujets, (12,7±0,7ans)

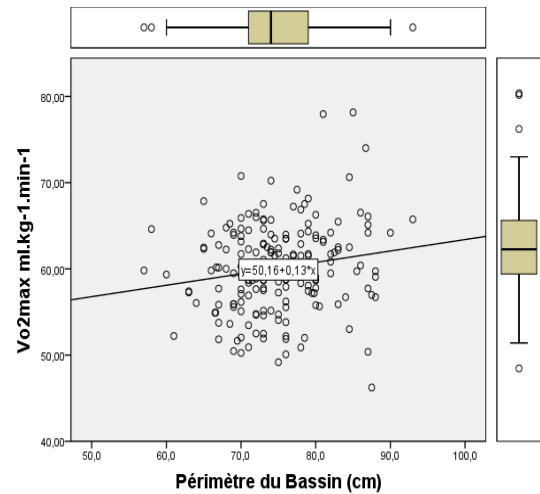


Figure 24. Régression linéaire VO₂ max/périmètres du bassin des sujets, (12,7±0,7ans)

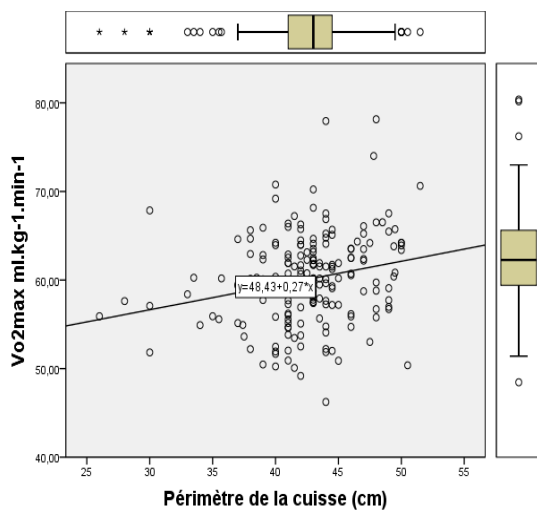


Fig 25. Régression linéaire VO₂ max/périmètre de de la cuisse des sujets (12,7±0,7 ans) (12,7±0,8ans)

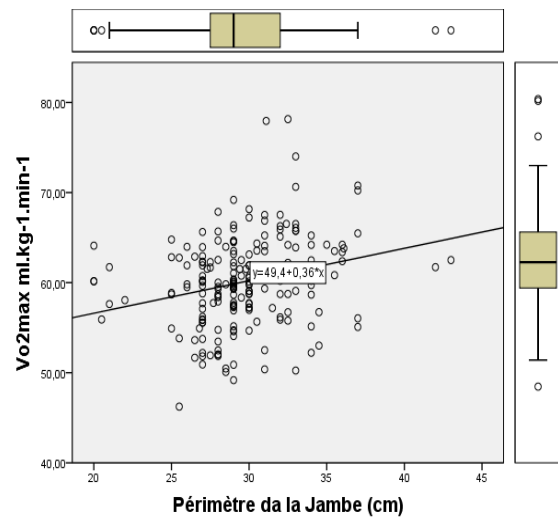


Fig 26. Régression linéaire VO₂ max/ de la jambe des sujets (12,7±0,7 ans)

La régression linéaire (figure 23), relative aux variables, VO₂max avec l'indice anthropométrique du périmètre thoracique au repos indique une liaison statistique significative de $r=0,28$, qui produit une forme d'alignement des nuages autour de la droite de régression traduisant une liaison linéaire forte et positive. D'après la figure 24, la distribution linéaire de la variable VO₂max avec la circonférence du bassin sont toute à fait liées, par un $r=0,16$ au seuil $\alpha=0,05$. Il dénote une forme positive et modérée entre les deux variables. La figures 25, prédit une corrélation estimée à $r=0,22$ entre la variable VO₂max et la circonférence de la cuisse, ce qui donne une relation linéaire modérée et positive ; de même la régression linéaire de la variable fonctionnelle VO₂max et la variable morphologique du périmètre de la jambe (figure 26) est décrite par un $r=0,25$, démontrant une linéaire modérée de forme de

nuages de point agglomérées autour de la ligne donnant un modèle de relation forte et importante.

II.1.4 Corrélation entre les indices moteurs et les longueurs corporels de l'échantillon du groupe général :

Tabl 24. Corrélations entre les tests physiques et les longueurs corporels de l'échantillon (12.7±0.8 ans)

Variables		Taille assis	L.Tronc	L.M.S	L.M.I	L .Cuisse	L .Jambe
VO ₂ max	C. de Pearson	0,23**	0,18*	0,26**	0,31**	0,22**	0,26**
	Sig. (bilatérale)	0,001	0,01	0,000	0,000	0,002	0,000
	N°	198	198	198	198	198	198
VMA	C. de Pearson			0,14*			
	Sig. (bilatérale)			0,045			
	N°			198			
Test 1200m	C. de Pearson			0,16*			0,25**
	Sig. (bilatérale)			0,036			0,001
	N°			158			158

** La corrélation est significative au niveau 0,01 (bilatéral).

* La corrélation est significative au niveau 0,05 (bilatéral).

La lecture du tableau 24, nous indique que la variable motrice VO₂max est forte positivement corrélée avec l'indice anthropométrique de la taille assis, (68,76±5,38cm). Le rapport VO₂max est bien traduit avec les autres segments tel que :

La longueur du membre supérieur (66,16±7,72cm), la longueur du membre inférieur (81,39±7,16cm), la longueur du tronc, moyenne de (44,53±5,48cm) ; ou nous notons qu'il n'y a pas de différence significative entre le VO₂max et la longueur de la cuisse (39,95±5,16cm) et avec le segment de la longueur de la jambe (33,38±3,4cm).

Tandis que, l'indice fonctionnel de la vitesse maximale aérobie (VMA) est en corrélation de type modéré seulement avec la longueur du tronc. L'épreuve de course de 1200m semble avoir des corrélats positifs et importants avec la longueur du membre supérieur (66,14±7,74cm) et la longueur de la jambe (33,37±3,47). Nous affirmons

l'authenticité de l'inexistence de différence significative statistique entre le $VO_2\max$ et les segments des longueurs respectifs : la taille assis, longueur du membre inférieur, la longueur du membre supérieur, la longueur de l'avant-bras et celui de la cuisse et la jambe à un seuil $p<0,01$. Le seuil de signification entre la VMA et le membre supérieur prédit à $p<0,05$. Le test de course de 1200m est lié à la longueur du membre supérieur au seuil de $p<0,05$ et avec la longueur de la jambe à $p<0,01$.

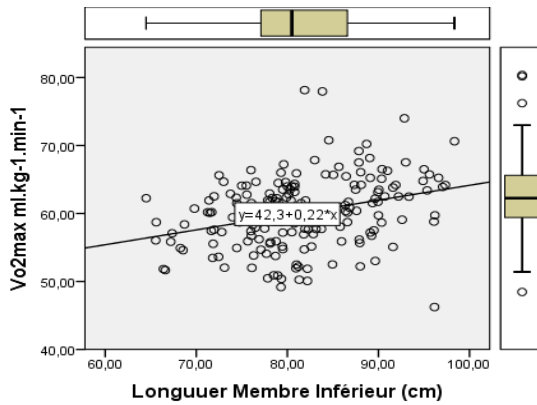


Figure 27. Régression linéaire du $VO_2\max$ /L.M.I des sujets, (12,7±0,8ans)

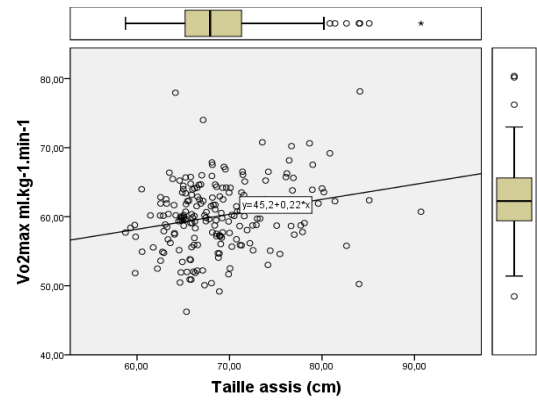


Figure 28. Régression linéaire du $VO_2\max$ /Taille assis des sujets (12,7±0,8ans)

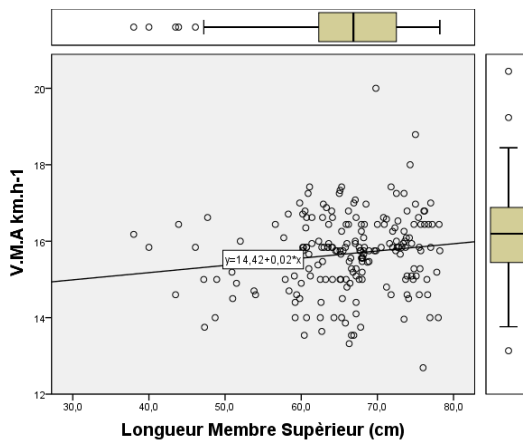


Figure 29. Régression linéaire VMA/L.M.S des sujets, (12,7±0,8ans)

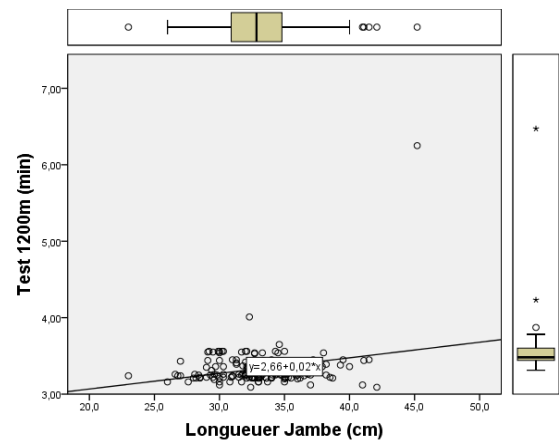


Figure 30. Régression linéaire Course 1200m/Longueur de la jambe des sujets, (12,7±0,8 ans)

Les plots des figures (n° 27,28), schématisent les régressions linéaires de la variable fonctionnelle $VO_2\max$ avec les indices anthropométriques, la longueur du membre inférieur et l'indice taille assis. Les deux droites de régressions prennent presque la même forme d'alignement des données individuelles autour des moyennes. Ces relations sont de type positives et fortes décrites par de coefficients de $r=0,31$ entre le $VO_2\max$ et la longueur du membre inférieur, de $r=0,26$ entre le $VO_2\max$ et la taille assis. Tandis que, la VMA (figure 29), possède une seule corrélation positive et modérée avec la longueur du membre supérieur

évaluée à $r=0,14$. La figure 30, de la relation linéaire entre la variable du test de la course de 1200m avec le segment de la longueur de la jambe forment une relation modérée et positive ($r=0,16$), par contre elle apparue forte par rapport à la longueur du membre inférieur par un lien de $r=0,25$.

II.1.5 Corrélacion entre les indices moteurs et les proportions corporelles de L'échantillon du groupe général :

Tableau 25. Corrélacions entre les tests physiques et les proportions corporelles (%) de l'échantillon, ($12,7\pm 0,8$ ans)

Variables		D.B.A/ T100
VO ₂ max	Corrélacion de Pearson	-0,19**
	Sig. (bilatérale)	0,006
	N°	198
VMA	Corrélacion de Pearson	-0,18**
	Sig. (bilatérale)	0,008
	N°	198

** La corrélacion est significative au niveau 0,01 (bilatéral).

Le tableau n° 25, comporte les résultats des corrélacions examinés entre les variables des tests physiques, VO₂max et la VMA et les indices morphologiques des proportions corporelles ; dont nous soulignons l'existence seulement de deux corrélacions de type négatives à seuil de $p<0,01$ concernant les variables motrices calculées et mises en examen (VO₂max/VMA) avec la proportion corporelle du diamètre Bi acromial (D.B.A/T*100) par rapport à la taille estimée par une moyenne de ($20,95\pm 1,3\%$).

Figure 31. Régression linéaire du VO₂max/ D.B.A/T*100 des sujets, ($12,7\pm 0,8$ ans)

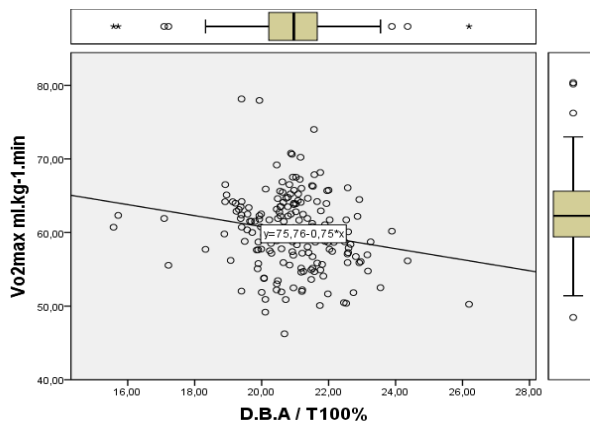
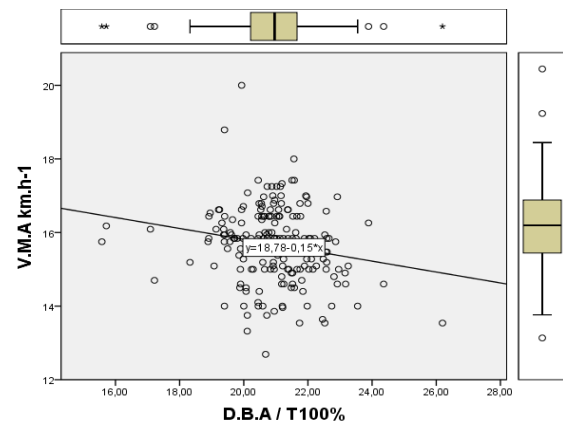


Figure 32. Régression linéaire du VMA/ D.B.A/T *100 des sujets, ($12,7\pm 0,8$ ans)



Les plots 31 et 32, schématisent les relations linéaires entre les variables fonctionnelles VO₂max et la VMA avec l'indice anthropométrique D.B.A/T*100 ; elles relatent un type

linéaire fort, mais négatif par des coefficients de $r = -0,19$ et $r = -0,18$. Ce genre de corrélation est réversible. Ce qui fait, si l'indice $VO_2\text{max}$ où V.M.A est en ascendance, le D.B.A/T100 diminue et vice versa.

II.1.6 Corrélation entre les indices moteurs et les indices de développement corporels du groupe général :

Tableau 26. Corrélations entre les tests physiques et les indices de développement corporels de l'échantillon, (12.7±0.8 ans)

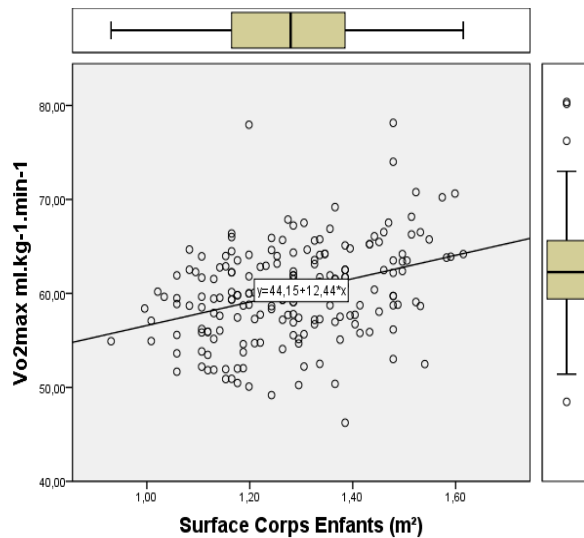
Variables	Corrélation	Surface corporelle Enfants	Surface corporelle Absolue	Surface corporelle Relative	Indice Ketlé	Indice Shreider	Indice Energétique	Indice Poids/taille
		de Pearson	0,35**	0,36**	-0,22**	0,30**	0,21**	-0,22**
	Sig. (bilatérale)	0,000	0,000	0,002	0,000	0,002	0,002	0,000
	N°	198	198	198	198	198	198	198

La corrélation est significative au niveau 0,01 (bilatéral).

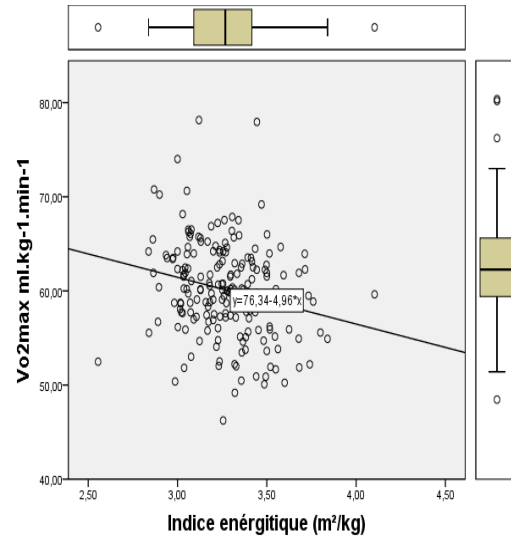
Le tableau n° 26, traduit les degrés des coefficients de corrélats de la résultante statistique examinée entre la variable fonctionnelle de la $VO_2\text{max}$ et les différents indices mesurant le degré du développement physique ; où nous constatons une corrélation vraie semblable avec les indices anthropométriques à seuil de $p < 0,01$ respectivement :

La surface corporelle spéciale enfants ($1,28 \pm 0,14 \text{ m}^2$), la surface corporelle absolue (Izakson) ($1,3 \pm 0,16 \text{ m}^2$), la surface corporelle relative ($3,27 \pm 0,22 \text{ m}^2$), ont une corrélation négative.

L'indice Ketlé ($2,65 \pm 0,32 \text{ gr/cm}$), l'indice de Shreider ($30,68 \pm 2,11 \text{ kg/m}^2$). L'indice de la dépense énergétique ($3,27 \pm 0,22 \text{ m}^2/\text{kg}$) est corrélé négativement avec l'indice morphologique Poids/taille, ($0,26 \pm 0,03 \text{ kg/cm}$).



**Figure 33. Régression linéaire VO₂max/
Surface corps Enfants des sujets, (12,7±0,8ans)**



**Figure 34. Régression linéaire VO₂max/
Indice énergétique des sujets, (12,7±0,8ans)**

Nous présentons sélectivement les figures 33 et 34, en référence afin de démontrer le type et le mode de régression linéaire de l'indice de VO₂max avec l'indice anthropométrique de la surface corporelle pour enfants (Malina 2003). déterminée en qualité de relation linéaire importante, forte et positive à $r=0,35$. Néanmoins l'indice énergétique est en relation linéaire réversible avec le VO₂max examiné à un coefficient $r=-0,22$.

II.1.7 Corrélation entre les indices moteurs et les composants du poids du corps de l'échantillon du groupe général :

Tableau 27. Corrélations entre les tests physiques et les composants du poids corporels de l'échantillon, (12,7±0.8 ans)

Variables		Composant musculaire	Composant Osseux
VO ₂ max	Corrélation de Pearson	0,321**	0,284**
	Sig. (bilatérale)	0,000	0,000
	N°	198	198
VMA	Corrélation de Pearson	0,145*	0,166*
	Sig. (bilatérale)	0,041	0,019
	N°	198	198

La corrélation est significative au niveau 0,01** (bilatéral).

La corrélation est significative au niveau 0,05* (bilatéral).

Le résultat du traitement statistique inscrit sur le tableau n° 25, indique que la variable motrice, VO₂max est forte positivement corrélée aux deux variables morphologiques : le composant osseux (8,53±2,63kg) et le composant musculaire (17,51±4,26kg), à un seuil de p<0,01. L'autre indice moteur, (VMA) traduit une relation positive modérée par rapport au composant osseux et musculaire à un seuil de p<0,05.

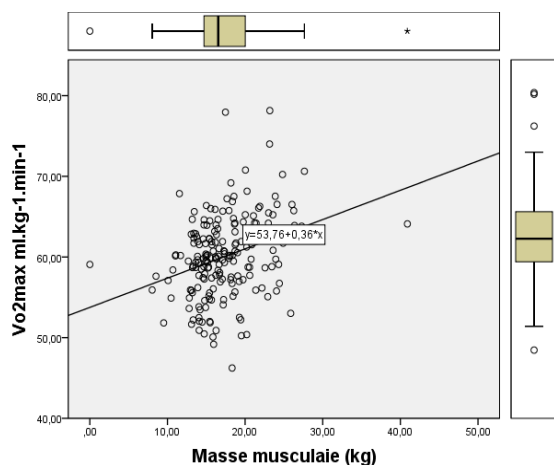


Figure 35. Régression linéaire VO₂max / composant musculaire des sujets, (12,7±0,8ans)

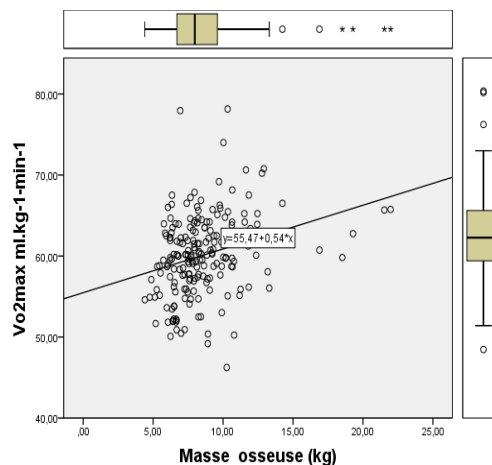


Figure 36. Régression linéaire VO₂max / composant osseux des sujets, (12,7±0,8ans)

Nous avons sélectionné les plots 35 et 36 ; afin de décrire le mode de corrélation entre les variables fonctionnelles et morphologiques traitées lors de cette étude. Une exploration tout à fait importante en corrélat entre le VO₂max et le composant musculaire, par une liaison forte positive évaluée à r=0,32, qui décrit que les données des deux variables sont agglomérées autour des moyennes. Cela signifie, que le VO₂max est en relation linéaire forte et positive avec le composant osseux par un coefficient de r=0,28, considéré comme une importante corrélation.

II.2 Corrélation entre les indices moteurs et quelques indices anthropométriques de l'échantillon du groupe général :

Tableau 28. Corrélations entre les tests physiques et les indices anthropométriques de l'échantillon, (12.7±0.8 ans)

Variables	Lean Body Weight	%Fat Peterson	Seuil de maturité
VO ₂ max			
Corrélation de Pearson		-0,235**	0,216**
Sig. (bilatérale)	0,000	0,001	0,002
N°	198	198	198
VMA			
Corrélation de Pearson		-0,151*	
Sig. (bilatérale)		0,034	
N°		198	

La corrélation est significative au niveau 0,01** (bilatéral).

La corrélation est significative au niveau 0,05* (bilatéral).

Le tableau 28, sus dessus affiche les résultats des corrélats examinés entre les variables des tests physiques et les variables des indices anthropométriques, cela suite à leur importance dans le domaine de la croissance. Un constat de corrélation forte et positive relaté entre l'indice fonctionnel VO₂max et l'indice anthropométrique Lean Body Weight (la masse maigre), (19,17±6,94kg) et l'indice de seuil de maturité (-8,34±0,16), testé à p<0,01. Cependant l'indice % Fat (Peterson 2003) est corrélé négativement avec le VO₂max à p<0,01. Ce dernier est en corrélation positive et modérée à p<0,05 avec l'indice moteur VO₂max.

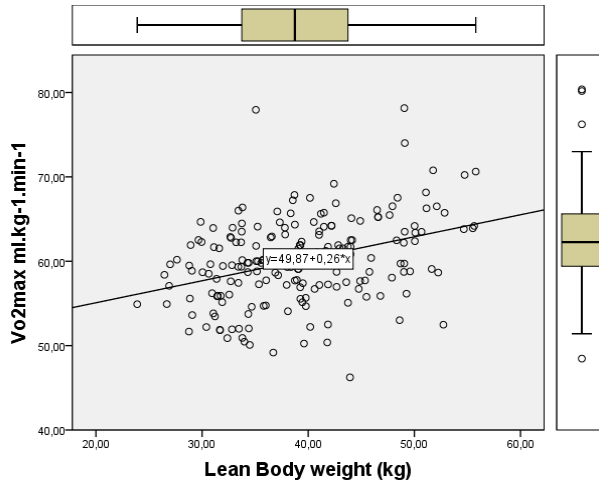


Figure 37. Régression linéaire du VO₂max/ Lean Body Weight des sujets ,(12,7±0,8 ans)

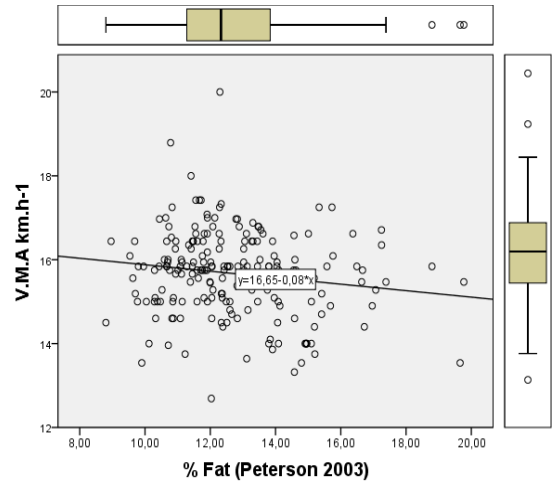


Figure 38. Régression linéaire du VO₂max/ Seuil de maturité des sujets, (12,7±0,8 ans)

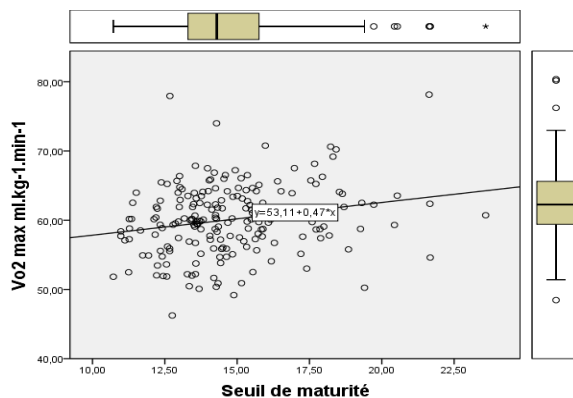


Figure 39. Régression linéaire du VO₂ max/ % Fat(Peterson 2003) des sujets, (12,7±0,8 ans)

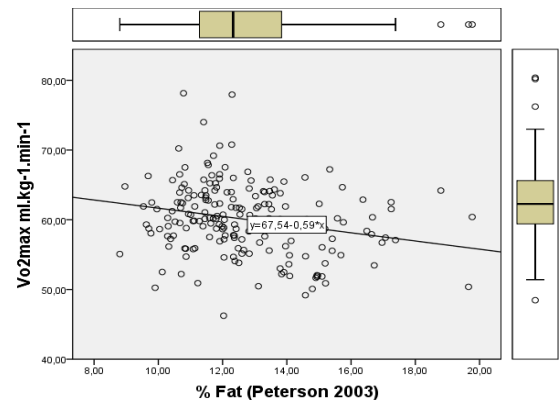


Figure40. Régression linéaire du VMA/ % Fat (Peterson 2003) des sujets, (12,7±0,8 ans)

Les figures (n°39 et 40), traduisent une relation linéaire forte positive entre la variable VO₂max, croisée avec la variable de la composante corporelle Lean Body Wight, mesuré à seuil de r=0,36. Aussi, une liaison linéaire fort positive avec l'indice de maturité par un coefficient de r=0,21. Par contre, le VO₂max est en relation linéaire négative et réversible avec l'indice anthropométrique % Fat (Peterson 2003) ; la (figure 39), reliés à r=-0,23. La VMA est en corrélation réversible aussi avec l'indice anthropométrique (figure 38) seuil de maturité à r=-0,15.

II.3 Corrélation entre les indices moteurs et les indices somatypes de l'échantillon du groupe général :

Tableau 29. Corrélations entre les tests physiques et les indices Somatypes de l'échantillon, (12,7±0,8 ans)

Variables		Mésomorphe	Ectomorphe
VO ₂ max	Corrélation de Pearson	-0,204**	0,144*
	Sig. (bilatérale)	0,004	0,041
	N°	198	198
Test1200m	Corrélation de Pearson	-0,198*	
	Sig. (bilatérale)	0,013	
	N°	158	

**La corrélation est significative au niveau 0,01 (bilatéral).

*La corrélation est significative au niveau 0,05 (bilatéral).

Le présent tableau n° 29, représente les résultats des corrélats examinés entre les indices des épreuves physiques et les indices anthropométriques somatypes ; nous notons qu'il n'y a pas de différence significative entre le VO₂max et l'indice anthropométrique mésomorphe, moyenne (-4,9±0,98) à seuil de p<0,01. Nous constatons aussi, une corrélation avec l'indice Ectomorphe (3,62± 1,17) à p<0,05. Cependant, on souligne l'inexistence de différence significative entre le test de 1200m et l'indice Mésomorphe à seuil de p<0,05.

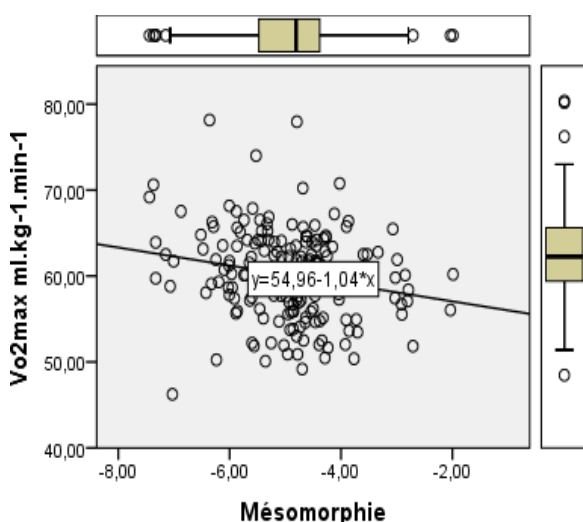


Figure 41. Régression linéaire VO₂max/ Mésomorphie des sujets, (12,7±0,8 an

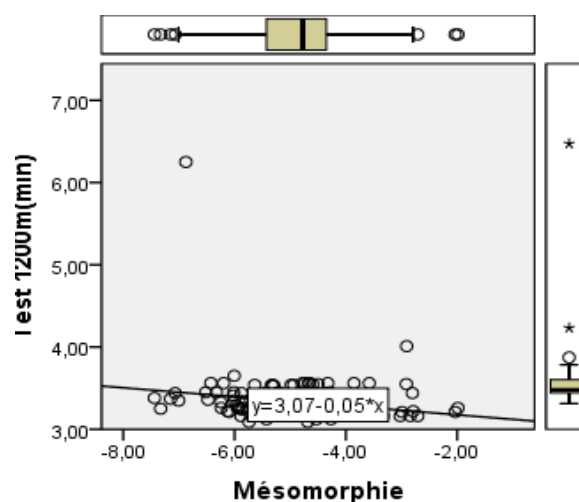


Figure 42. Régression linéaire test 1200m/ Mésomorphie des sujets ,(12,7±0,8 ans)

Les plots (n°41, n°42), représentent les régressions linéaires du résultat des corrélats entre les deux indices fonctionnels (VO₂max et VMA) avec l'indice Mésomorphe.

On observe une régression de type réversible et forte, évaluée à $r=-0,20$ entre le VO_2max et l'indice Mésomorphie, à son tour relié négativement à $r=-0,19$ avec le test de course de 1200m.

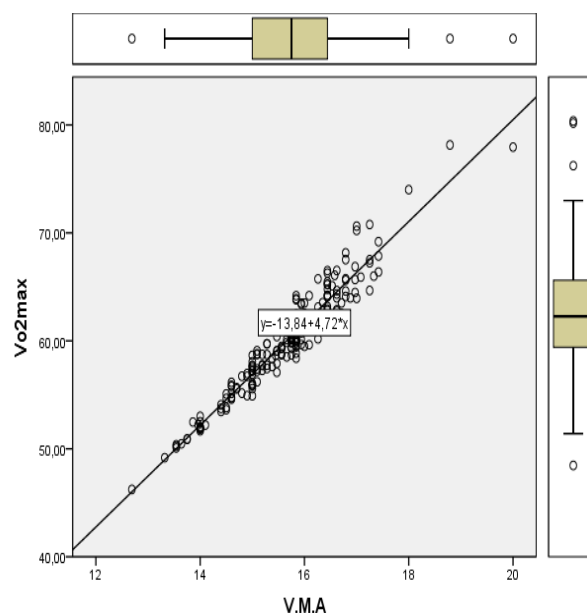
II.4 Corrélation entre les indices moteurs de l'échantillon du groupe général :

Tableau 30. Corrélations entre les tests physiques de l'échantillon, (12,7±0,8 ans)

Variables	VMA	
VO_2max	Corrélation de Pearson	0,96**
	Sig. (bilatérale)	0,00
	N°	198

** La corrélation est significative au niveau 0,01 (bilatéral).

Le croisement statistique corrélatif bilatéral, entre les paramètres physiques indique qu'il y a pas de différence significative entre la valeur relative de la consommation maximale d'oxygène (VO_2max) et la vitesse maximale aérobie (VMA), et sont positivement et fortement corrélés à un seuil de $r= 0,96$ au niveau de $p<0,01$. La figure n° 43 traduit une régression linéaire entre les deux variables motrices VO_2max et VMA. Nous constatons une liaison linéaire forte et positive, presque complète évaluée à $r= 0,96$ entre les données individuelles de ces deux indices, qui sont bien regroupées autour de la ligne droite de façon positive.



(Figure 43. Régression linéaire des variables, $VO_2 max$ et la VMA des sujets, (12,7±0,8 ans)

II.5 Synthèse des corrélats entre les paramètres fonctionnels et les paramètres anthropométriques de l'échantillon général, (12,7±08 ans),(n=198), par traitement statistique de la méthode Pearson (Bilatérale) :

Résultats des corrélations entre les tests physiques et les paramètres totaux

Variables	Age	Poids	Stature
VO ₂ max	0,20**	0,34**	0,35**
Test 1200m		0,15*	

Résultats des corrélations entre les tests physiques et les points anthropométriques

Variables	Supra sternal	Acromial	Radial	Epine illaque	Tibial
VO ₂ max	0,34**	0,33**	0,30**	0,28**	0,28**
V.M.A	0,14*	0,15*	0,14*		
Test 1200m					0,24**

Résultats des corrélations entre les tests physiques et les périmètres corporels

Variables	Thorax repos	Bras décontracté	Abdomen	Bassin	Cuisse	Jambe
VO ₂ max	0,28**	0,22**	0,27**	0,16*	0,22**	0,25**

Résultats des corrélations entre les tests physiques et les longueurs corporelles

Variables	Taille assis	L.Thronc	L.M.S	L.M.I	L. Cuisse	L. Jambe
VO ₂ max	0,23**	0,18*	0,26**	0,31**	0,22**	0,26**
V.M.A			0,14*			
Test 1200m			0,16*			0,25**

Résultats des corrélations entre les tests physiques et les proportions corporelles

Variables	D.B.A/T100
VO ₂ max	-0,19**
V.M.A	-0,18**

Résultats des corrélations entre les tests physiques et les indices de développement physique

Variables	Surface Corporelle Enfants	Surface Corporelle absolue	Surface Corporelle relative	Indice Ketlé	Indice Shreider	Indice énergétique	Indice Poids/Taille
VO ₂ max	0,35**	0,36**	-0,22**	0,30**	0,21**	-0,22**	0,30**

Résultats des corrélations entre les tests physiques et les composants du poids corporels

Variables	Composant musculaire	Composant osseux
VO ₂ max	0,32**	0,28**
V.M.A		0,16*

Résultats des corrélations entre les tests physiques et les indices anthropométriques

Variables	Lean Body .Weight	% Fat (Peterson)	Seuil Maturité
VO ₂ max	0,26**	-0,21**	0,23**
V.M.A		-0,15*	

Résultats des corrélations entre tests physique et les indices Somatotypes

Variables	Mésomorphe	Ectomorphe
VO ₂ max	-0,20**	0,14*
Test 1200m	-0,19*	

**La corrélation est significative au niveau 0,01 (bilatéral).

* La corrélation est significative au niveau 0,05 (bilatéral).

II.6 Discussion :

Les résultats des corrélats (Bivariés), examinés entre les paramètres fonctionnels et les paramètres anthropométriques au cours de la période de croissance 11,12, et 13 ans, d'âge moyen, $12,7 \pm 0,8$ ans. Elle est considérée comme une étape de développement pré-pubère (Tanner, et al., 1986a), (Hauspie, 2003), (Marshall et Tanner 1969), (Weineck, 1992). Une forte relation statistique est nettement observée entre la variable motrice primordiale (VO_2max) pour les courses de demi-fond et les variables anthropométriques des paramètres totaux, représentés par l'âge, taille et le poids corporel. Ce rapport entre le VO_2max et l'âge est expliqué en littérature : Un développement accru de l'inertie de la puissance maximale de l'exercice de type aérobie au cours de cette période, par rapport à l'âge, est avancée par les études d'Armstrong et Welsman (2001), Boisseau et Delmarche, 2000., Ratel et al., 2003., Armstrong et al., (2006). Fawcner et al., (2010).

L'effet de la taille sur les paramètres moteurs du métabolisme aérobie et de son rendement par les variables (VO_2max , Test de 1200m), est expliqué par les études de Tanner et al., (1986a) ; Jansson, (1996). Cependant la forte liaison Bivariée entre le facteur VO_2max et le poids pendant cette période d'âge et que son accroissement et son développement est tout à fait corroboré avec les recherches et la théorie de Espenshade, 1963 ; Gross and Casciani, 1961 ; Montoye et al., 1972.

Suite aux résultats des corrélats entre les tests physiques et les paramètres morphologiques représentés par les points anthropométriques qui reflètent la hauteur de celle-ci jusqu'au sol ; l'évolution de ces segments morphologiques sont la résultante de l'accroissement staturale caractéristique de la période pré pubère (Malina & Bouchard, 1991) ; (Tanner, 1990) ; (Malina & Bouchard 1997). Tandis que le lien examiné entre les paramètres fonctionnels et anthropométriques (Tableau n° 20) ; qui est influencé par la taille demeure en corrélation avec la capacité physique. (Cureton et al., 1991; Malina, 1995) . Neil, A et al., (1990), indiquent l'existence de relation entre le pic d' O_2 et la stature.

Les résultats ont aussi montré une importante liaison statistique entre le paramètre du rendement de la capacité aérobie (VO_2max ,) par rapport aux circonférences ou périmètres morphologiques, et que l'évolution du VO_2max est relatif à la masse musculaire (Malina, 1994) ; (Kemper et al., 1986) ; d'autre part la capacité motrice en général est associée aux indices anthropométriques, comme celle de la circonférence de la poitrine, Okley et al., (2004).

Les résultats des examens de corrélations entre les paramètres représentant le rendement du système énergétique aérobie, par le test de 1200m, la VMA et le VO₂max. Il s'avère le plus fort en mode de corrélation positive avec les indices anthropométriques des points de mesure de la dimension longitudinale du corps. Qui reflètent un accroissement au cours de cette période, qui est observé par la taille assis (Loesch et al., 1995). Toutefois, un caractère de morphotype plus longiligne est mentionné dans la littérature. Aussi, la longueur des membres inférieurs est liée à la taille. Or que, le rapport taille/VO₂ max, ce lien est énoncé par Neil, A et al., (1990). Pitaressa, R., (1990), a confirmé l'existence des corrélations positives entre les longueurs corporelles (LMS et LMI) avec la capacité motrice représentée dans le test de 50m course.

Hormis, la proportion de l'indice DBA/T*100 est forte corrélée à la capacité aérobie ; celle-ci reflète que ce rapprochement linéaire entre ces variables est expliqué en littérature par les travaux de Loesch et al., (1995) ; qui ont suggéré qu'au début de la puberté chez les garçons ; la testostérone stimule la croissance en taille et accélère la maturation squelettique. Des tendances similaires s'observent pour la taille assis, alors que la largeur des épaules est plus grande chez les garçons, qui est due à un plus grand accroissement et développement pubertaire.

Les résultats de corrélats entre le paramètre VO₂max et les divers indices de développement physique (Tableau n° 24), dénotent l'importance de ces paramètres par une forte et positive corrélation, et par leur intérêt à se représenter les paramètres liés à l'identification du talent sportif et la prédiction de la performance chez cette population de jeunes coureurs de demi-fond. Toutefois l'indice de Skéle est l'effet de la croissance des membres avant le tronc (Weineck, 1998). Qui est relative à la stature et démontré qu'elle est en relation avec la consommation d'oxygène. Tanner et al., 1986, ont précisé que le rapport poids/ taille, tel que l'indice de Kétlé est très important à utiliser durant cette période d'âge. Une relation statistique entre l'indice de Skéle et le test de course de 1200m a été révéler en résultat et recommander en tant que paramètre dans les programmes d'identification des jeunes talents coureurs de distances de demi-fond, (Aloui, M. , 2016).

Le composant musculaire mesuré par plusieurs méthodes anthropométriques, q indique la contenance en matière de muscle dépourvue de la graisse représente une varian importante dans la libération de l'énergie mécanique lors des exercices pour les enfants la liaison statistique confirmée dans notre étude entre le VO₂max et la VMA en tant variab

fonctionnelle avec le composant corporel musculaire traduit que ces deux variables sont très confondues et que l'une représente au sujet de l'inertie ou la même information. A cet âge, la plupart de la performance dépend dans sa majorité sur le développement musculaire hormonal à fournir de l'énergie aérobie. Le cas concomitant est mis en évidence dans la recherche de Aloui, M., (2016).

Le rapprochement significatif statistique, $VO_2\max$, VMA/ Composant musculaire peut être expliqué aussi, par la relativité physiologique déterminant que toute augmentation de la masse musculaire est suivie par l'amélioration des capacités cardio-vasculaires et du métabolisme aérobie au cours de la croissance (Leger & Cazorla, 2006). En revanche, l'augmentation du rendement de l'hormone Phosphate Fructo kinase (PFK), induit automatiquement à l'élévation du taux de production de l'anaérobie lactique et de la performance au cours de la croissance (Jacobs, 1982). Ducherty et al., (1991), ont confirmé la relation entre ces facteurs chez les enfants.

L'autre rapprochement significatif statistique $VO_2\max$, VMA/ Composant osseux peut être expliqué par l'accroissement de la densité osseuse minérale (aBMD) chez les enfants, par influence de l'exercice physique et la nutrition, d'une part et l'évolution de la capacité motrice d'autre part ; plusieurs auteurs ont précisé la minéralisation de l'os et l'effet de l'exercice à cet âge tel que Raudsepp, et Jürimäe. T. (1996), Bailey et al., 1988, Malina et Bouchard, 1991).

Les autres indices anthropométriques : Lean Body Weight, qui signifie la masse corporelle dépourvue de la graisse, le % de la contenance corporelle de la graisse de l'individu (Peterson, 2003) et l'indice d'estimation du seuil de maturité ; ces trois paramètres sont fortement corrélés à l'indice $VO_2\max$. Concernant l'utilité de l'indice de seuil de maturité, on voit qu'il soit utilisé ultérieurement pour définir le degré et le moment de pic de maturité pour les populations algériennes à travers les études transversales ; Or la concordance de cet indice avec le $VO_2\max$ s'avère important à étudier.

L'indice % Fat (Peterson 2003), dans notre étude est en réversible relation avec $VO_2\max$, cela, indique l'interrelation entre la composante du tissu adipeux et l'exercice physique et qui démontre la résultante de l'influence de l'exercice physique sur la composante de la masse graisse corporelle. Celà, ce concorde avec les travaux similaires de Parizkova et Spyranova (1977). Malina, (1998). (Cureton et al., 1991; Malina, 1995).

L'indice anthropométrique (LBW), utilisé dans notre thèse signifie la contenance corporelle de la masse maigre ; qui est en étroite relation avec l'exercice physique chez

les enfants, toutefois, prouvée par une régression linéaire positive et tout à fait justifiée dans ce sens dans notre littérature consultée par les travaux de Siri (1961), Lohman, (1989).

Le tableau n° 27, indique des corrélations importantes entre les paramètres somatotypes (Mésomorphe, Ectomorphe) avec les indicateurs physiques de la capacité aérobie ($VO_2\max$, test de course de 1200m). On constate une relation réversible entre l'indice Mésomorphe, le $VO_2\max$ et le test de 1200m. Par contre, l'Ectomorphe est fort positivement relié uniquement au $VO_2\max$. Ce rapprochement s'avère important et renforce la théorie et la vision, que nous voulons prouver pour à définir l'aspect de l'identification des jeunes talents à travers la relation morpho- fonctionnelle. L'interdépendance de ces paramètres est vue est présentée par les travaux de Malina et Bouchard, 1991 ; Carter et al., 1997 ; Carter et al., 2008 ; Ward et al., 1989.

En dernier, nous constatons une relation positive et forte entre le $VO_2\max$, ($60,08 \pm 5,01$ ml.kg⁻¹.mn⁻¹) et la VMA, ($15,67$ km.h⁻¹), spécifique à la tranche d'âge $12,7 \pm 0,8$ ans ; par rapport aux normes présentées dans la littérature étrangères. Nous constatons que les nôtres sont nettement meilleures, cela est dû ou peut être expliqué, que notre échantillon pratique un entraînement spécifique en course ;aussi, par leur ancienneté sportive enregistrée. Astrand., (1952), présenta des normes de la VMA pour des enfants de 12-13 ans, qui sont évaluées à $14,4$ km.h⁻¹. De meme, Saltin et al. , (1995) , présenta des valeurs de $VO_2\max$ des enfants Scandinaves entraînés évalué à 62 ml.kg⁻¹.min⁻¹.

Kobayashi et al., 1978, dans une seule étude a démontré des valeurs de $O_2\max$ excédant 70 ml kg⁻¹ min⁻¹ après un entraînement aérobie. Il semble donc improbable qu'un entraînement intensif avant la puberté puisse permettre d'atteindre des valeurs de $O_2\max$ similaires à celles des athlètes adultes de haut niveau (environ 80 ml kg⁻¹ min⁻¹) est plus.).

En effet, plusieurs études montrent une relation significative entre la performance sur des distances supérieures au 800 m et la VMA des athlètes, (Lacour et al., 1990). Du point expérimental, la valeur du $VO_2\max$ réalisée par notre échantillon est considérée proche à la réalité des études et à la revue de littérature à ce sujet ; Kobayashi et al., 1978, dans une seule étude a démontré des valeurs de $O_2\max$ excédant 70 ml. kg⁻¹. min⁻¹ ; après un entraînement aérobie.

II.7 Conclusion partielle :

Notre ambition essentielle à partir de ce travail était de contribuer à l'élaboration et la présentation de références systématiques spécifiques à l'identification des jeunes talents algériens de la tranche d'âge (11, 12,13 ans), coureurs des distances de demi-fond. Nos données recueillies dans cette thèse. Nous les présentons en application et en les proposant à l'ensemble des entraîneurs, qui sont les résultats issus à partir d'un croisement statistique examiné entre les variables morphologiques et fonctionnelles.

L'objectif principal de notre recherche est de déterminer les paramètres morpho – fonctionnelle, qui seront mis en application en tant qu'indices révélateurs d'identification des jeunes talents et à la prédiction de la performance chez ces jeunes pratiquants de l'épreuve de course de distances moyennes de la catégorie d'âge, Benjamine et minime. Pour cela un croisement statistique corrélationnel en Bivarié entre les variables motrices n= 03 et les variables anthropométriques : paramètres totaux n= 03, les points anthropométriques n=09, les diamètres distaux et transversaux n=12, les circonférences corporelles n=07, les longueurs corporels n=09, Sum des plis cutanés n=01, les proportions corporelles n=05, les indices de développement physiques n=10, les composant du poids du corps n=10, divers indices de composition corporelle n=05, les indices Somathotypes n=03.

Pour aborder le problème posé à ce sujet, la recherche que nous avons menée a permis de mettre en exergue des résultats importants quant à la relation linéaire et de corrélation entre les variables étudiées ; dont, nous faisons ressortir un nombre de 44 corrélations entre les variables fonctionnelles et variables morphologiques ; la majorité apparaissent importantes et efficaces pour être utilisées comme paramètres d'identification des jeunes talents en athlétisme.

Ces résultats ont affirmé l'hypothèse préalablement posée dans cette partie ; donc, il n'y a pas de différence statistique significative entre les indices moteurs et les indices morphologiques examinés par la méthode (Pearson, Bivarié) chez notre population d'étude.

De ce fait, nous sommes arrivés à la conclusion, qu'à partir des résultats obtenus et en complémentarité avec la revue de littérature traitant ce sujet. Nous pouvons présenter ce modèle à l'ensemble des entraîneurs pour prendre en charge le volet de l'identification des jeunes talents de cette spécialité à partir de ces résultats obtenus.



Partie III : Analyse et interprétation des résultats

III. Analyse en composante principale des caractères fonctionnels et morphologiques de l'échantillon général, (12,7±0,8ans) :

Cette méthode statistique utilisée dans ce chapitre, consiste en analyse de la composante principale, qui traite principalement la deuxième hypothèse énoncée dans notre travail ; car il nous permet par celle-ci, de faire concentrer l'information dans un jeu de données multidimensionnelles en examinant un grand nombre de variables à l'intérieur de quelques variables synthétiques, appelées premières dimensions de l'ACP.

C'est une méthode d'analyse multi-variée, qui vise à regrouper un nombre important de variables dans un nombre limité de facteurs. Afin, de faciliter l'analyse de ces derniers et de détecter les relations de dépendance entre les différents variables.

L'objectif visé à travers cette partie d'étude, effectuée par le biais de l'analyse en composante principale des caractères anthropométriques (longueurs, diamètres, périmètres, plis cutanés, les proportions corporelles, les indices de développement physique, les composants du poids du corps, les indices de la composition corporelle, l'indice de la maturité et les paramètres somatypes) ; examinés en analyse factorielle en les croisant avec les indices moteurs (tests physiques) et de faire ressortir en finalité les indices les plus représentatifs. Cette possibilité relève du fait, que ces caractères anthropométriques et physiques auront des valeurs de mêmes redondances.

La finalité dans cette rubrique consiste à la détermination des critères du point de vue morpho-fonctionnel, qui seront éventuellement retenus comme paramètres de la prédiction de la performance chez les jeunes talents coureurs de demi-fond, (11,12, 13ans).D'où le choix sélectif des caractères présentant plus de redondances pris comme référence afin d'économiser le nombre de mesure à réaliser.

A cette effet, le regroupement de plusieurs caractères, de valeurs numériques similaires de corrélations (positives, négative), traduit à la fois une redondance entre caractères qui permettent de sélectionner parmi eux, un nombre restreint représentant tout le groupe. A partir de cette sélection de caractères ; nous pourrons ainsi déterminer, voir proposer sur le point de vue morpho-fonctionnel les paramètres de détection ds jeunes talents en épreuves de de course de demi-fond.

III.1 Analyse en composante principale des tests physiques et des paramètres totaux de l'échantillon général :

L'analyse en composante principale nécessite préalablement 03 conditions pour sa réalisation, nous les avons examinés et répertoriés ainsi :

La 1^{ère} condition est vérifiée et favorable, car, la majorité des résultats des valeurs des coefficients de corrélations entre les variables traitées et présentées en matrice de corrélation sont supérieures à 0,05.

La 2^{ème} condition relative à l'indice Kaiser-Meyer Olkin, pour la mesure de la qualité d'échantillonnage mesuré à 0,557 qui est tout à fait $>$ à 0,05.

La 3^{ème} condition, la signification du test de sphéricité de Barthlett est $<$ 0,05.

Tableau 31. Variance totale expliquée du groupe général

Composante	Valeurs propres initiales		
	Total	% de la variance	% cumulé
1	2,22	31,75	31,75
2	2	28,56	60,32

L'analyse en composante principale des paramètres totaux et les indices moteurs répertoriés sur le tableau n° 31, qui présente une quantité de variance expliquée par chaque composante principale mesurée par ce que l'on appelle, valeur propre est supérieure à 01, cela indique que la composante principale concernée représente plus de variance par rapport à une seule variable d'origine.

Lorsque, les données sont standardisées, ceci est généralement utilisé comme seuil à partir duquel les composantes principales sont conservées. A noter que cela ne s'applique que lorsque les données sont normalisées. Dans notre cas les valeurs initiales retenues concernent la première et la deuxième composante avec un total de valeur cumulé de 60,32% ; or la première composante indique un % de variance de 31,75% ; tandis que la deuxième composante est de 28,56%.

Ces valeurs sont suffisamment représentatives à expliquer les informations et à limiter le nombre de facteurs à deux ; ou à faire regrouper l'inertie dans les deux facteurs, afin, d'éclaircir la redondance entre les variables et les corrélations positives ou négatives avec les axes.

Tableau 32. Coefficients de corrélation des paramètres totaux et des tests physiques avec les composantes principales du groupe général.

Variables	Composantes	
	1	2
Poids	0,88	0,26
Stature	0,86	0,24
Age	0,70	
Test 1200m	0,24	
VO ₂ max	-0,26	0,96
VMA	-0,26	0,96
Ancienneté sportive	0,02	

On voit sur le tableau 32 : La variable du poids corporel est bien représenté sur l'axe 01, par un coefficient de $r=0,88$; la stature est bien représenté aussi sur le premier axe par une corrélation de $r=0,86$. Par ailleurs, la variable âge est modérément corrélée par un lien linéaire d'un coefficient de $r=0,70$. La corrélation entre ces trois variables forme la première composante principale est utilisée comme coordonnées de la variable sur la composante principale, qui comporte l'importance des indices poids, taille et âge à expliquer l'aspect de la formation du premier qui donne un sens à l'objet de la détection des jeunes talents en tant que indices représentant les caractère anthropométriques.

Par ailleurs, les deux indices déterminant la performance du système de la capacité aérobie représentée par des corrélations fortes et positives estimées par un coefficient de $r=0,96$, pour le VO₂max et de $r=0,96$ pour la VMA et sont bien représentés sur le deuxième axe. Cela signifie qu'ils portent les mêmes informations et bien corrélés entre eux et avec l'axe par effet taille. Cette redondance explique l'importance, que peut apporter ces deux paramètres fonctionnels dans le domaine de la détection des jeunes coureurs de demi-fond.

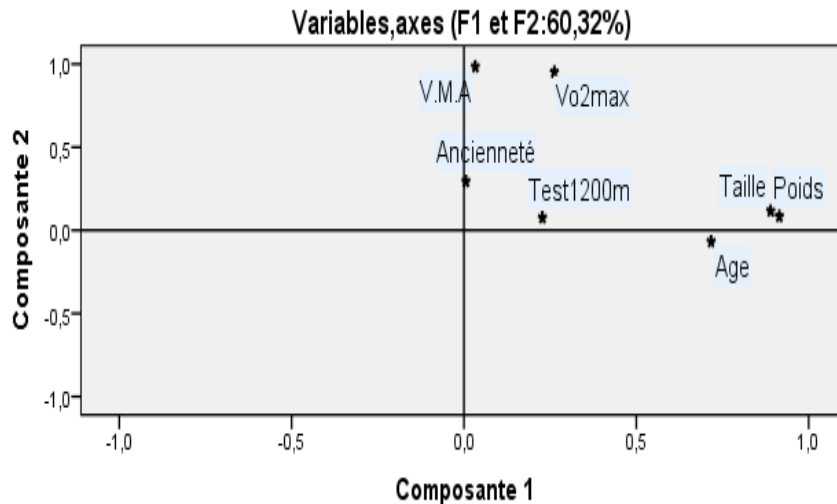


Figure 44. Tracé des corrélations des paramètres totaux et des tests physiques avec les composantes principales du groupe général

La figure 44 : Connue sous le nom de tracé de corrélation des variables, il démontre la tension des relations entre toutes les variables et en même temps, le mode et la forme de liaison avec les axes où elles sont positionnées ; dont nous les analysons ainsi :

Les variables stature et poids corporel sont bien représentés sur le premier axe, par de fortes redondances entre eux, en même temps bien représentées sur la première composante principale ; toutefois, la variable âge est en corrélation modérée.

L'indice du test de 1200m et l'indice ancienneté sportive s'avèrent insignifiants. Les variables bien représentées sur le premier axe sont groupées par effet taille.

Une représentation technique explique que les variables anthropométriques sont fortement corrélées avec la première composante principale ; dont, elles peuvent être employées comme paramètre dans le domaine de la détection des jeunes talents coureurs de distance de demi-fond.

Le traitement analytique du deuxième axe, appelé aussi deuxième facteur est traduit par des corrélations fortes avec le deuxième axe, et en même temps fortement corrélés entre eux. Les Variables VO₂max et la VMA sont bien représentées sur le deuxième axe ; cela reflète l'importance que peut apporter ces deux indices pour l'aspect technique relatif à l'identification des jeunes talents coureurs de demi-fond.

III.2 Analyse en composante principale des tests physiques et des points anthropométriques de l'échantillon général :

L'analyse en composante principale nécessite préalablement 03 conditions pour sa réalisation, dont nous les avons examinés ainsi :

La 1^{ère} condition est vérifiée et favorable, car, la majorité des résultats des coefficients de corrélations entre les variables traitées et présentées en matrice de corrélation sont $> 0,05$.

La 2^{ème} condition, relative à l'indice Kaiser-Meyer Olkin pour la mesure de la qualité d'échantillonnage mesuré à 0,806 qui est tout à fait $> 0,05$.

La 3^{ème} condition, la signification du test de sphéricité de Barthlett est $< 0,05$.

Tableau 33. Variance totale expliquée du groupe général

Composante	Valeurs propres initiales		
	Total	% de la variance	% cumulé
1	5,01	55,71	55,71
2	1,76	19,56	75,28

L'analyse en composante principale effectuée sur les six variables des points anthropométriques et les trois variables des tests physiques, relatifs, à l'échantillon général qui se compose de 198 sujets. Le traitement statistique des valeurs propres initiales (tableau n°33), conduit aux deux premières composantes principales les plus représentatives. La première composante indique une variance totale expliquée, par un cumul de 55,71% pour l'axe choisi.

Tandis que, la deuxième composante explique une variance de 19,56% ; le cumul de ces deux valeurs exprime un taux de 75,28%, qui est largement suffisant à retenir ces deux premiers axes pour la représentativité de l'observation des variables en corrélation.

Tableau 34. Coefficients de corrélation des points anthropométriques et des tests physiques avec les composantes principales du groupe général

Variables	Composante	
	1	2
Acromial	0,93	-0,02
Suprasternal	0,92	-0,04
Radial	0,89	
Epine iliaque	0,88	
Symphysien	0,86	
Tibial	0,82	
Test 1200m	0,19	-0,06
VMA		0,99
VO ₂ max		0,99

Le tableau 34, illustre l'existence de corrélations positives entre presque tous les points anthropométriques, indiquant la hauteur des points corporels longitudinaux par rapport au sol. Les valeurs les plus corrélées observées, pour ces hauteurs corporelles sont la résultante de la taille sur le développement longitudinale des segments corporels ; aussi on observe une forte corrélation indiquée entre les deux variables motrices (VO_2max , VMA), primordiales pour les courses de demi-fond.

La première composante principale porte des liens corrélatifs importants avec les six variables de caractères morphologiques qui déterminent l'axe principal porteur de maximum d'inertie. La première composante est formée par des corrélations linéaires du point acromial par $r=0,93$; le suprasternal mesuré à $r= 0,92$; le point radial $r=0,89$. Néanmoins, le point de repère, Epine iliaque a un coefficient de $r=0,86$; le point symphysien $r=0,86$ et le point tibial au sol de $r=0,82$.

La deuxième composante principale à laquelle sont corrélées le reste des variables fonctionnelles : La VMA est déterminée par un coefficient de corrélation de $r= 0,99$ et le VO_2max par un $r=0,99$. Néanmoins le test de course de 1200m, s'avère de faible liaison négative, $r=-0,06$ est insignifiant par rapport à la deuxième composante principale.

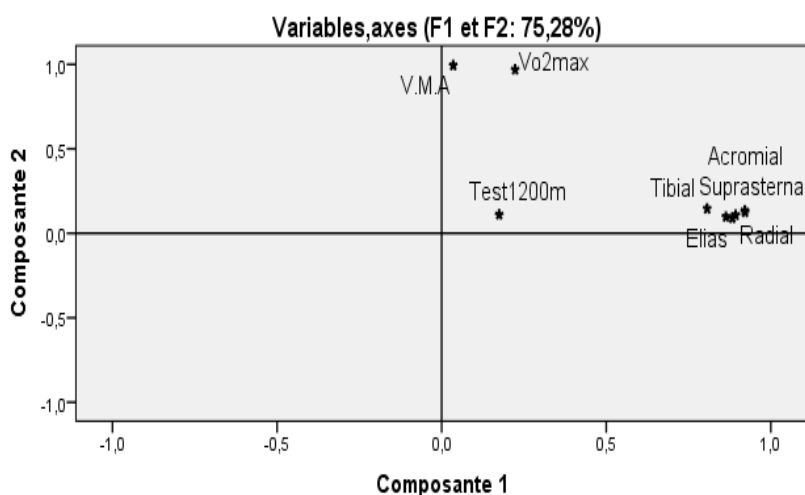


Figure 45. Tracé des corrélations des points anthropométriques et des tests physiques avec les composantes principales du groupe général

Le tracé de corrélation est la projection du nuage des points des variables sur le plan des composantes principales ; les variables les mieux représentées sont celles caractérisées par une corrélation presque complète, et qui sont proches les unes aux autres, c'est-à-dire en redondance. On constate que le point acromial et le point suprasternal ont une meilleure qualité de représentativité est corrélé avec la première composante.

Le point symphysien, tibial, radial et l'épine iliaque sont aussi bien corrélés entre eux et en redondance complète par effet taille avec le facteur. Ce résultat révèle que les caractères morphologiques ont une importance dans le domaine de révélation de talents chez la population des jeunes coureurs de demi-fond, qui peuvent être employés pour cette tâche technique.

Par contre les indices moteurs représentés par la variable du VO₂max et la variable VMA, qui ont une forte représentativité par rapport, à la deuxième composante principale et ils sont fortement corrélés entre eux et considérés comme indice révélateur de la performance en demi-fond, spécifique à cette population.

III.3 Analyse en composante principale des tests physiques et des diamètres

transversaux et distaux de l'échantillon général :

L'examinations des conditions de réalisation de l'analyse en composante principale sont réalisées par :

La 1^{ère} condition est favorable, car, la majorité des résultats des coefficients de corrélations entre les variables présentées en matrice de corrélation sont $>0,05$.

La 2^{ème} condition relative à l'indice Kaiser-Meyer pour la mesure de la qualité d'échantillonnage mesuré à 0,581 qui est tout à fait $> 0,05$.

La 3^{ème} condition, la signification du test de sphéricité de Barthlett est $< 0,05$.

Tableau 35. Variance totale expliquée du groupe général

Composantes	Total	% de la variance	% cumulé
1	2,96	29,65	29,65
2	1,83	18,35	48,00

L'analyse en composantes principale des variables des tests physiques et des diamètres distaux et transversaux du corps, a produit une valeur de 48,00 % de la variance initiale pour le choix de la représentativité des deux composantes principales en matière d'inertie et d'informations ; ce qui donne que la première composante prend une proportion majoritaire de 29,65%, de la variance exprimée. Tandis que, la deuxième composante occupe 18,35 % de la variance totale.

Tableau 36 .Coefficients de corrélation des diamètres distaux et transversaux et des tests physiques avec les composantes principales du groupes général

Variables	Composante	
	1	2
Biacromial	0,87	-0,27
Bicrétal	0,81	
Transversal Thorax	0,70	-0,35
Distal Avant-Bras	0,64	
Bitrochanterion	0,50	
Thorax antéro postérieur	0,26	
Distal Cuisse	0,20	
Test 1200m	0,18	
VMA	0,44	0,86
VO ₂ max	0,60	0,77

Le tableau n°36, illustre les degrés de corrélations linéaires des indices anthropométriques représentés par, les diamètres transversaux et distaux corporels ; qui sont positivement corrélés à la première composante principale, par le diamètre biacromial, évalué à $r=0,87$, le diamètre bicrétal est corrélé par un coefficient de $r=0,81$, le diamètre transversal thoracique est corrélé par un coefficient de corrélation évalué à $r=0,70$. Le reste des indices s'avèrent insignifiants et représentent de faibles inerties.

Par contre, l'indice fonctionnel de la vitesse maximale aérobie est fortement corrélé à la deuxième composante principale par un coefficient de $r=0,86$, le VO₂max est évalué à un coefficient de $r=0,77$; ce qui signifie que ces deux paramètres moteurs sont liés à la deuxième composante principale par effet taille.

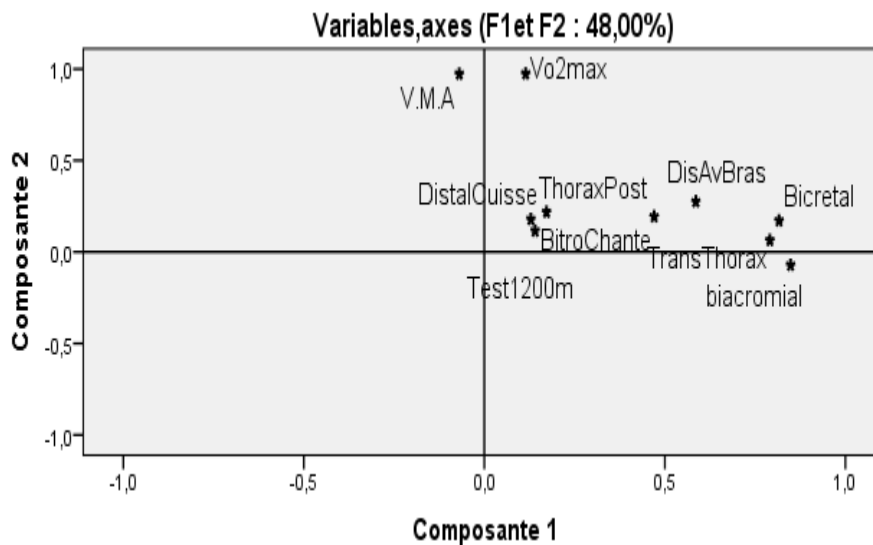


Figure 46. Tracé des corrélations des diamètres corporels et des tests physiques avec les composantes principales

On voit sur le plot 46 : Que les variables : le diamètre biacromial, le diamètre distal bicrétal et le diamètre transversal du thorax sont bien représentées sur la première composante principale par effet taille. En même temps, le tracé indique qu'elles sont en redondance entre eux et portent presque les mêmes inerties de façon que l'une représente l'autre. En ce qui concerne la deuxième composante principale, nous constatons une forte corrélation positive avec la VMA et l'indice de VO₂max, et que ces deux caractères physiques sont bien présentés sur ce facteur et que l'un représente l'autre. Cette complémentarité statistique se considère comme un paramètre, peut être utilisé dans la détection des jeunes talents en course de demi-fond.

III.4 Analyse en composante principale des tests physiques et des périmètres (circonférences) corporels de l'échantillon général :

L'examinations et le contrôle des conditions de réalisation de l'analyse en composante principale sont réalisées par les 03 voies suivantes :

La 1^{ère} condition est favorable car la majorité des résultats de la matrice des coefficients de corrélations entre les variables traitées et présentées en matrice de corrélation sont $> 0,05$.

La 2^{ème} condition, relative à l'indice Kaiser-Meyer Olkin, pour la mesure de la qualité d'échantillonnage mesuré à 0,677 qui est tout à fait $> 0,05$.

La 3^{ème} condition, la signification du test de sphéricité de Barthlett est $< 0,05$

Tableau 37. Variance totale expliquée du groupe général

Composante	Valeurs propres initiales		
	Total	% variance	% cumulé
1	3,59	35,91	35,91
2	1,89	18,92	54,84

Les deux premières composantes déterminent une variance totale de 54,84 % d'information cumulée dans les deux premiers axes, pour l'ensemble des variables des périmètres corporels et des tests physiques mis dans un jeu de données multidimensionnelles, traitées par l'analyse factorielle par un total de 10 variables et que la majorité d'inertie de 35,91% est rassemblée sur le premier axe seulement (tableau n°37).

Tableau 38. Coefficients de corrélation des périmètres (circonférences) corporels et des tests physiques avec les composantes principales

Variables	Composante	
	1	2
Thorax au repos	0,82	-0,10
Bras décontracté	0,80	-0,14
Cuisse	0,77	-0,23
Abdomen	0,71	
Jambe	0,66	-0,21
Bassin	0,60	-0,26
Avant-Bras	0,19	0,15
Test 1200m	0,14	0,10
VMA	0,26	0,94
VO ₂ max	0,45	0,87

D'après le tableau 38 : On voit que la première composante principale est en corrélation positive avec les variables des périmètres corporels suivants :

Le périmètre thoracique au repos corrélé par un coefficient de $r=0,82$; l'importante corrélation est celle du périmètre du bras à $r=0,80$; puis, le périmètre de la cuisse avec un coefficient de $0,77$; ensuite, celle de la circonférence de l'abdomen à $r=0,71$.

Néanmoins, les indices fonctionnels représentent la VMA, par un coefficient fort et positif estimé à $r=0,94$. En même temps, l'indice moteur (VO_2max) est corrélé à la deuxième composante par un coefficient de $r=0,87$; d'où apparaît l'importance de représentativité corrélationnelle des indices morpho-fonctionnels peuvent être orientés techniquement à la détection des jeunes talents. Par contre le reste des variables apparaissent insignifiantes.

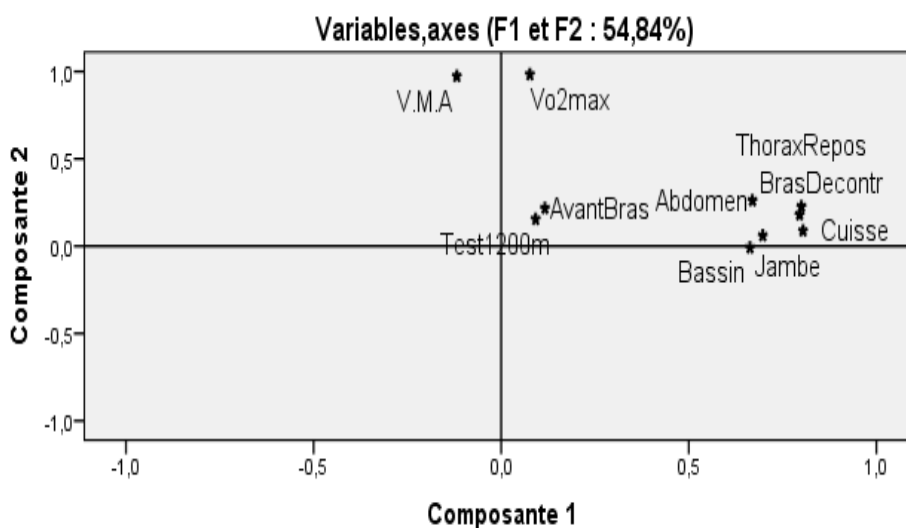


Figure 47. Tracé des corrélations des périmètres corporels et des tests physiques avec les composantes principales

D'après le tracé 47 : On constate que le premier axe de corrélation est formé par l'ensemble des inerties des variables, et qui ont toutes presque des angles très réduits entre eux et plus proches par rapport à l'axe. En même temps, il traduit un effet taille de la contribution totale dans le sens de la formation de l'axe. La circonférence de la cuisse, la circonférence du bras décontracté, la circonférence du thorax en position de repos et la circonférence de la jambe apparaissent bien représentés sur ce facteur et à la fois en redondance importante. Ces variables apparues ressemblées et regroupées sur le premier axe par formation effet taille.

Le deuxième axe est fortement corrélé aux variables de la VMA et au VO_2max ; ce qui indique l'importance de ces paramètres au sujet de détection de jeunes talents qui pourraient être utiles dans ce domaine.

III.5 Analyse en composante principale des tests physiques et des longueurs du corps de l'échantillon général :

L'examinations et le contrôle des conditions de réalisation de l'analyse en composante principale sont réalisées par les 03 voies suivantes :

La 1^{ère} condition est favorable car la majorité des résultats de la matrice des coefficients de corrélations entre les variables traitées et présentées en matrice de corrélation sont $> 0,05$.

La 2^{ème} condition, relative à l'indice Kaiser-Meyer Olkin pour la mesure de la qualité d'échantillonnage mesuré à 0,523 qui est tout à fait $> 0,05$.

La 3^{ème} condition, la signification du test de sphéricité de Barthlett est $< 0,05$.

Tableau 39. Variance totale expliquée du groupe général

Composante	Valeurs propres initiales		
	Total	% variance	% cumulé
1	3,21	35,7	35,7
2	1,72	19,16	54,47

L'analyse des corrélations par la composante principale des longueurs du corps, se compose de 09 dimensions longitudinales et de 03 tests physiques ; par rapport, aux axes ou facteurs principaux sont déterminés par la méthode d'extraction des deux premières composantes principales, qui contiennent 54,47 % des valeurs propres initiales de représentativité de l'information, ou de l'inertie mis en jeu ; alors que l'inertie contenu dans la première composante est de 35,70 % et la deuxième composante contient un taux de 19,16 % . Cela est suffisant de retenir les deux premières composantes, et à extraire les neuf composantes initiales (voir tableau 39).

Tableau 40. Coefficients de corrélation des longueurs corporelles et des tests physiques avec les composantes principales

Variables	Composante	
	1	2
Taille assis	0,82	
Longueur Tronc	0,77	
Longueur Bras	0,70	0,22
Long Membre Supérieur	0,69	0,41
Test 1200m	0,17	0,13
VO ₂ max		0,84
VMA		0,79
Long Membre Inférieur	0,46	0,63
Longueur Cuisse	0,16	0,62

Selon le tableau 40 : La première composante est essentiellement formée par des corrélations positives, qui forment le sens du vecteur tel que :

La taille assis par un coefficient de $r=0,82$, la longueur du tronc est corrélée de $r=0,77$, la longueur du bras $r=0,70$, la longueur du membre supérieur $r=0,69$. Par contre, la deuxième composante est déterminée uniquement par les corrélations de 04 variables ; celle de la longueur du membre inférieur qui est de $r=0,63$, la longueur de la cuisse $r=-0,62$. ; le $VO_2\text{max}$ est corrélé à la deuxième composante principale par un coefficient équivalent à $r=0,84$ et la VMA à $r=0,79$.

Nous retenons que la première composante est indiquée par l'inertie portée par les segments corporels longs, celui de la taille assis, membre supérieur, la longueur du tronc et la longueur du bras portant plus d'information corrélative spécifique au terme de la détection des jeunes talents. Par contre, la deuxième composante concerne les variables de la VMA et le $VO_2\text{max}$, qui ont plus d'inertie à la formation à expliquer l'aspect moteur de la détection.

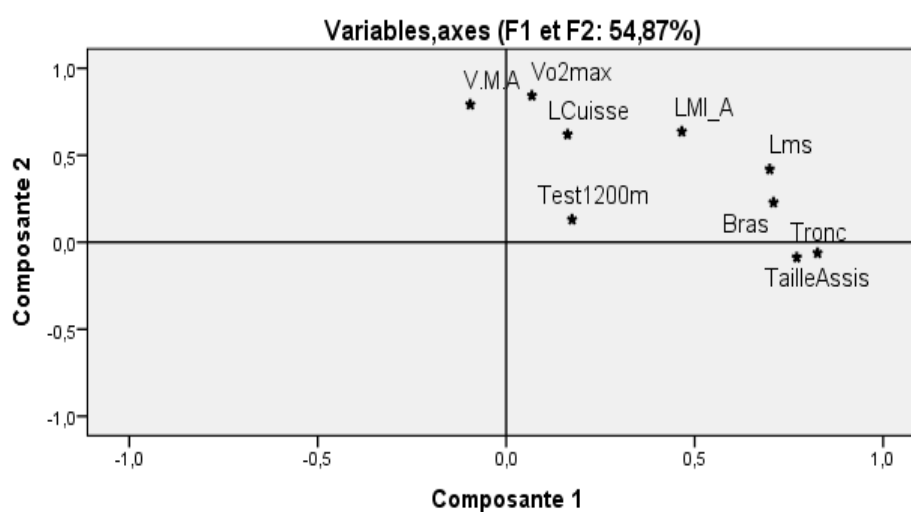


Figure 48. Tracé des corrélations des longueurs corporelles et des tests physiques avec les composantes principales du groupe général

L'analyse en composante principale des longueurs du corps et des tests physiques par rapport aux axes ; elle met en évidence la formation d'effet taille sur le premier axe par les segments du corps de ta taille assis, la longueur du tronc, la longueur du bras et la longueur du membre supérieur, qui ont une redondance entre eux. Les variables motrices de la VMA et le $VO_2\text{max}$ sont bien représentées sur le deuxième axe. Tandis que, le test du 1200 m reste insignifiant.

III.6 Analyse en composante principale des tests physiques et des plis cutanés du corps de l'échantillon général :

L'examinations et le contrôle des conditions de réalisation de l'analyse en composante principale sont réalisées par les 03 voies suivantes :

La 1^{ère} condition, est favorable car la majorité des résultats de la matrice des coefficients de corrélations entre les variables traitées et présentées en matrice de corrélation sont supérieures à 0,05.

La 2^{ème} condition relative à l'indice Kaiser-Meyer Olkin pour la mesure de la qualité d'échantillonnage mesuré à 0,512 qui est tout à fait > à 0,05.

La 3^{ème} condition, la signification du test de sphéricité de Barthlett est < 0,05.

Tableau 41. Variance totale expliquée du groupe général

Composante	Valeurs propres initiales		
	Total	% de la variance	% cumulé
1	2,04	51,16	51,16
2	1,05	26,41	77,58

L'analyse en composante principale des plis cutanés représentés par une valeur moyenne de la somme des 09 plis cutanés comme suit :

La moyenne du pli biceps et triceps, le pli sous scapulaire, le pli suprasternal, le pli supra iliaque, le pli de l'avant-bras, le pli de la main, le pli de l'abdomen, le pli de la cuisse, le pli de la jambe. Cette valeur moyenne est corrélée en tant que, indice somatique et les autres variables motrices avec les composantes principales, afin de, déterminer le lien de la modélisation des indices de la détection des jeunes talents coureurs de demi-fond.

L'analyse des 04 variables en ACP, a fait ressortir les deux premières composantes en méthode d'extraction comme valeurs initiales propres avec un cumul de variance de 77,58%, qui est largement suffisant à expliquer l'inertie nécessaire.

Tableau 42. Coefficients de corrélation des longueurs corporelles et des tests physiques avec les composantes principales

Variables	Composante	
	1	2
VMA	0,97	
VO ₂ max	0,97	
Test 1200m	0,13	0,83
Sum \sum 09 plis	-0,35	0,60

Le tableau 42, décrit le mode de corrélation de la première composante principale, qui apparait fort positivement corrélée à la VMA, par un coefficient de $r=0,97$ avec le $VO_2\text{max}$ par un coefficient de $r=0,97$. Tandis que, le test de course de 1200m est lié fort positif à la deuxième composante par un coefficient évalué à $r=0,83$; par contre l'indice morphologique choisi au traitement qui est la Sum des 09 plis cutanés est modérément corrélée à la deuxième composante par un lien linéaire de $r=0,60$

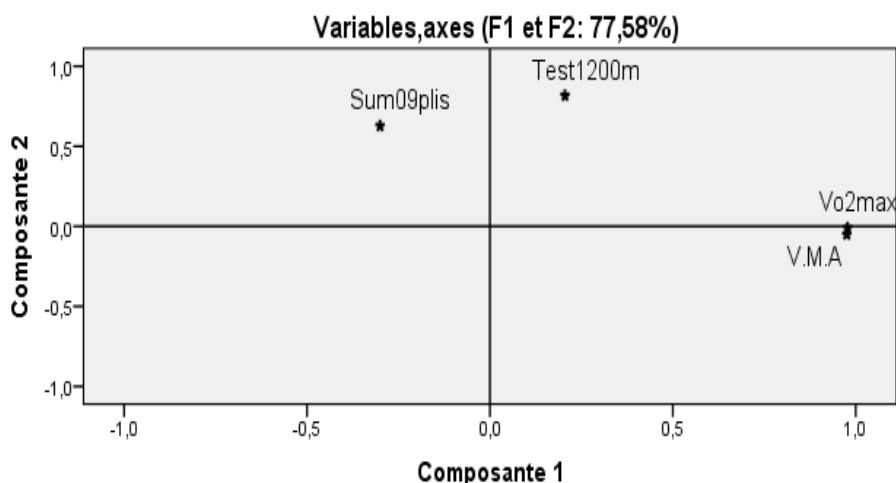


Figure 49. Tracé des corrélations de l'indice de la $\text{Sum } \Sigma$ 09 plis cutanés et des tests physiques avec les composantes principales du groupe général

Le plot n° 49, illustre le mode de corrélation des deux variables motrices VMA et le $VO_2\text{max}$, qui sont en redondance complète et bien représentées sur la première composante principale, en présentant la même inertie ; ce qui fait que, l'un représente l'autre d'une part, d'autre part, ces deux variables forment le premier axe avec effet taille. Néanmoins, la variable du test de 1200m est fortement corrélée au deuxième axe de l'indice Sum des 09 plis, qui est modérément lié à la deuxième composante.

III.7 Analyse en composante principale des tests physiques et des proportions corporelles de l'échantillon général :

L'examinations et le contrôle des conditions de réalisation de l'analyse en composante principale sont initiés par les 03 voies suivantes :

La 1^{ère} condition est favorable car la majorité des résultats de la matrice des coefficients de corrélations entre les variables traitées et présentées en matrice de corrélation sont $> 0,05$.

La 2^{ème} condition relative à l'indice Kaiser-Meyer Olkin pour la mesure de la qualité d'échantillonnage mesuré à 0,466 qui est tout à fait $> 0,05$.

La 3^{ème} condition, la signification du test de sphéricité de Barthlett est $< 0,05$

Tableau 42. Variance totale expliquée du groupe général

Composante	Valeurs propres initiales		
	Total	% de la variance	% cumulé
1	2,10	26,29	26,29
2	1,65	30,67	56,96

Le tableau 42 : indique que les deux premières composantes principales déterminent une variance totale cumulée de 56,96% de l'ensemble des variables des proportions corporelles et des tests physiques mis en jeu : dont, les valeurs numériques du résultat du traitement corrélatif entre les 09 variables traitées, d'une part et d'autre part, avec les deux axes retenus et formés par la synthèse des inerties, qu'ils présentent. Les valeurs propres dominantes sont répertoriées dans le premier et le deuxième axe ; et en même temps, elles sont des valeurs numériques, qui dépassent la norme de un (01), selon le critère de Kaiser.

Tableau 43. Coefficients de corrélation des proportions du corps et des tests physiques avec les composantes principales

Variables	Composante	
	1	2
VO ₂ max	0,96	
VMA	0,95	-0,11
Test 1200m	0,18	0,12
L.M.I / T100%	0,22	0,81
L.T / T100%		-0,80
D.B.A / T100%	-0,34	0,36
L.M.S / T100%	0,21	0,33
D.B.C / T100%		0,24

Le présent tableau résume les résultats des coefficients de corrélation des variables projetées en inerties sur les deux axes ; le premier axe ou facteur comporte les deux indices fonctionnels en corrélation très forte et positive, en même temps, ils sont très bien représentés entre eux, et avec la première composante. Le VO₂max est significatif par un coefficient de $r=0,96$, la VMA est de $r=0,95$; cela, indique que ces deux indices moteurs portent les inerties des individus qui représentent les mêmes informations relatives à l'aspect fonctionnel ; tandis que, le test de 1200m apparait insignifiant.

La deuxième composante est aussi représentée par les deux proportions corporelles, celle du rapport de la longueur du membre inférieur sur la taille (L.M.I/T 100), décrite par une corrélation positive estimée à $r=0,81$. Par contre, l'indice proportionnel de la longueur du tronc par rapport à la taille (L.T/T100) est corrélé au deuxième axe, par un coefficient négatif de $r=-0,80$. Le reste des autres variables s'avèrent insignifiantes et portent peu d'information.

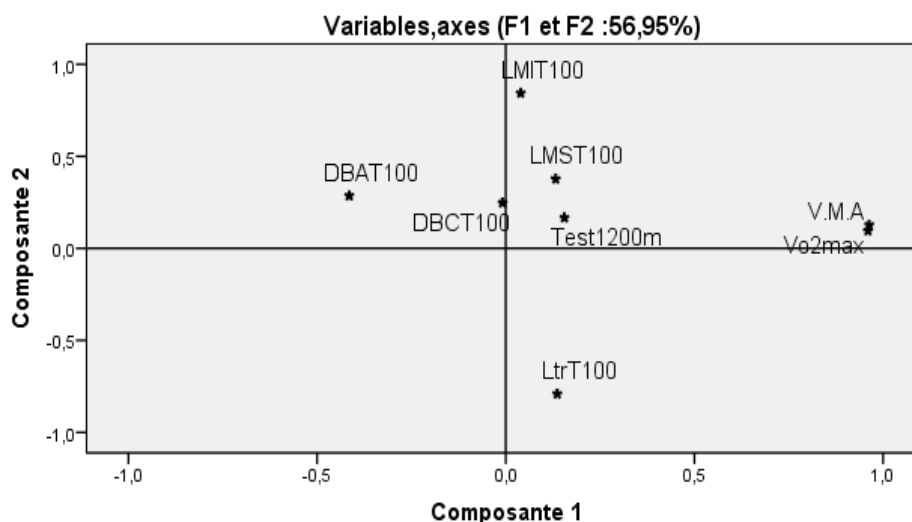


Figure 50. Tracé des corrélations des proportions du corps et des tests physiques avec les composantes principales du groupe général

Le plot 50, traduit une représentation des variables par rapport aux axes. On voit que le VO₂max et la VMA sont très proches du cercle de corrélation, c'est-à-dire 01. Cela, signifie que la représentation sur la première composante est très significative et positive ; aussi les points de nuages des deux variables sont très similaires les uns aux autres, en d'autre terme, elles portent les mêmes informations avec une redondance entière et sont très bien représentées sur la première composante.

Les indices fonctionnels du VO₂max et la VMA sont en relation réversible avec l'indice (D.B.A/T 100), ce qui traduit effet forme. Néanmoins, l'indice proportionnel du segment de la longueur du membre inférieur par rapport à la taille (L.M.I/ T100) est corrélé positivement au deuxième axe et à son tour en corrélation réversible avec la proportion de la longueur du thorax par rapport à la taille (LT/T100) avec un lien d'effet forme.

III.8 Analyse en composante principale des tests physiques et des indices de développement physiques du corps de l'échantillon général :

L'examinations et le contrôle des conditions de réalisation de l'analyse en composante principale sont initié par les 03 voies suivantes :

La 1^{ère} condition est favorable car la majorité des résultats de la matrice des coefficients de corrélations entre les variables traitées et présentées en matrice de corrélation sont > 0,05.

La 2^{ème} condition, relative à l'indice Kaiser-Meyer Olkin pour la mesure de la qualité d'échantillonnage mesuré à 0,681 qui est tout à fait > à 0,05.

La 3^{ème} condition, la signification du test de sphéricité de Barthlett est < 0,05.

Tableau 44. Variance totale expliquée du groupe général

Composante	Valeurs propres initiales		
	Total	% de la variance	% cumulé
1	7,28	60,69	60,69
2	2,21	18,41	79,11

L'analyse en composante principale des douze variables des indices de développement physique (anthropométriques) et les trois tests physiques, relatifs à la détermination de la capacité et la puissance aérobie et la consommation maximale d'oxygène. Nous fait un constate d' une formation de total de variance prédominante égale à 79,11% ; concernant la première et la deuxième composante de façon cumulée et la qualité pour apporter le maximum d'inertie. En concomitance, on observe que la première composante comporte une variance très élevée de 60,69% d'inerties. Cela qualifie que, les deux premières composantes sont donc intéressantes à apporter plus d'informations à notre analyse.

Tableau 45. Coefficients de corrélation des indices de développement corporels et des tests physiques avec les composantes principales du groupe général

Variables	Composante	
	1	2
Indice Poids / Taille	0,99	
Indice Ketlé	0,99	
Indice Kaupe	0,99	
Surface corporelle relative	-0,95	0,23
Indice Energétique	-0,95	0,23
Indice Schreider	0,95	-0,24
Surface Corporelle Enfants	0,90	0,26
Surface corporelle absolue	0,69	0,48
VO ₂ max	0,30	0,80
VMA		0,77
Taille/ $\sqrt[3]{}$ poids	-0,43	0,65
Test 1200m		0,22

L'analyse en A.C.P des variables qui constituent les corrélations avec le premier axe. Elles forment une redondance entre eux et présentent des coefficients de corrélation très significatifs proche de cercle.

Alors, une première lecture, nous fait savoir que la majorité de variables sont bien corrélées avec la première composante ; et aussi, bien liées linéairement entre eux.

Cela indique, qu'ils présentent la même information ou inertie. Les indices : Poids/Taille, indice Ketlé, indice de Kaupe sont déterminés par des coefficients de corrélation forts et négatifs, équivaut à $r=0,99$ pour les deux. On voit aussi sur le même axe, l'indice de la

surface corporelle relative et l'indice énergétique sont caractérisés par une valeur corrélacionnelle négative de $r=-0,95$. Par contre, l'indice Shreider est exprimé par un coefficient de $r=0,95$, la surface corporelle spéciale enfants est indiquée par une corrélacion positive égale à $r=0,90$, la surface corporelle absolue est en relation linéaire de $r=0,68$. L'importance de ces corrélacions apparues sur la première composante principale explique le taux élevé de la variance (60,69%) contenue par l'inertie.

Le deuxième axe porte moins d'information et d'inertie, mais tout à fait, intéressant à expliquer l'importance des deux indices (fonctionnels) de tests physiques, qui ont un coefficient de $r=0,80$, pour le $VO_2\max$ et un $r=0,77$, pour la VMA ; tandis que le test de 1200m reste insignifiant.

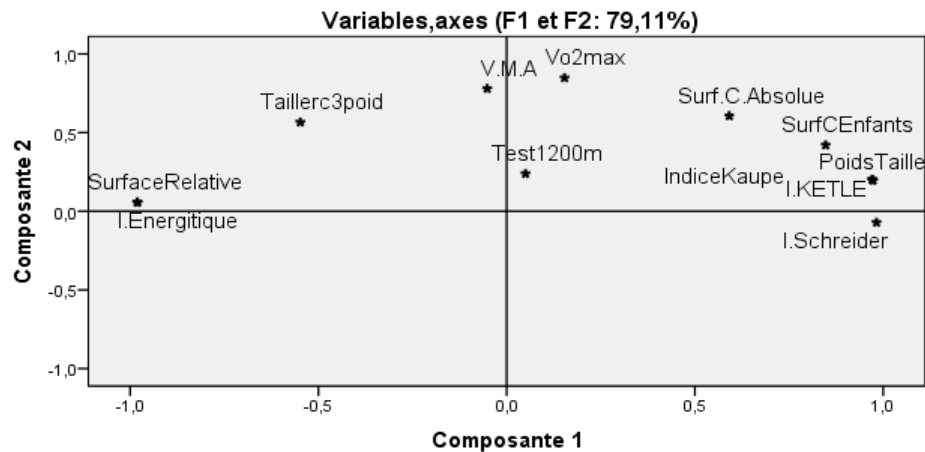


Figure 51. Tracé des corrélacions des indices de développement physiques et des tests physiques avec les composantes principales du groupe général

La figure n° 51, sur laquelle, on voit clairement que les trois variables, l'indice Poids/taille, l'Indice Ketlé et l'indice Kaupe sont totalement représentées sur le premier facteur, et en même temps, en redondance complète entre eux qui indiquent les mêmes inerties. Sur le premier axe toujours la variable de l'indice de la surface corporelle spéciale aux enfants et l'indice Shreider est aussi bien positionnés et représentés sur cet axe. Le regroupement de ces variables par rapport à la première composante traduit l'effet taille.

Le sens inverse ou négatif du tracé de cette A.C.P indique que l'indice de la surface relative et l'indice énergétique sont en redondance complète et bien représentés. Alors que, les variables du vecteur positif sont en relation réversible avec les deux variables du vecteur négatif du premier axe par effet forme.

Le deuxième axe est formé essentiellement par les deux variables fonctionnelles de la consommation maximale d'oxygène relative et la vitesse maximale aérobie qui est bien représentées sur le deuxième axe, l'indice moteur du test de 1200m apparait insignifiante.

III.9 Analyse en composante principale des tests physiques et des composants du poids du corps de l'échantillon général :

L'examinations et le contrôle des conditions de réalisation de l'analyse en composante principale sont initié par les 03 voies suivantes :

La 1^{ère} condition est favorable car la majorité des résultats de la matrice des coefficients de corrélations entre les variables traitées et présentées en matrice de corrélation sont $>0,05$.

La 2^{ème} condition relative, à l'indice Kaiser-Meyer Olkin pour la mesure de la qualité d'échantillonnage mesuré à 0,464 qui est tout à fait $> 0,05$.

La 3^{ème} condition, la signification du test de sphéricité de Barthlett est $< 0,05$

Tableau 46. Variance totale expliquée du groupe général

Composante	Valeurs propres initiales		
	Total	% de la variance	% cumulé
1	2,29	38,18	38,18
2	1,39	23,3	61,48

L'analyse en composante principale des variables des 03 composants morphologiques du poids corporel et les 03 indices fonctionnels de la détermination de la performance aérobie, traduit un traitement statistique par la méthode d'extraction de choix de deux axes ou les deux premières composantes principales, par analyse des valeurs propres de la variance. On observe que des deux axes portent un cumul de 61,48% de l'inertie nécessaire à expliquer le phénomène de la corrélation au niveau de cette analyse multifactorielle.

Tableau 47. Coefficients de corrélation des composants du poids du corps et des tests physiques avec les composantes principales du groupe général

Variables	Composante	
	1	2
VO ₂ max	0,91	-0,36
VMA	0,83	-0,51
Composant Osseux	0,55	0,27
Composant Adipeux	0,33	0,77
Composant Musculaire	0,54	0,81
Test 1200m	0,19	0,23

Le tableau 47, présente le résultat des corrélats entre les variables morpho-fonctionnelles avec les deux premières composantes principales ; nous trouvons que, l'indice moteur du VO₂max est corrélé positivement avec le premier facteur par un coefficient élevé et équivaut à $r=0,91$. Aussi, l'indice VMA, a un coefficient de $r=0,83$; par contre, le test du 1200m demeure insignifiant. Les variables de caractère morphologique représentées par la composition de la masse adipeuse est en corrélation positive avec la deuxième composante par un coefficient de $r=0,77$; le composant musculaire apparait très important, par le lien toujours avec la deuxième composante exprimée par un coefficient de $r=0,81$.

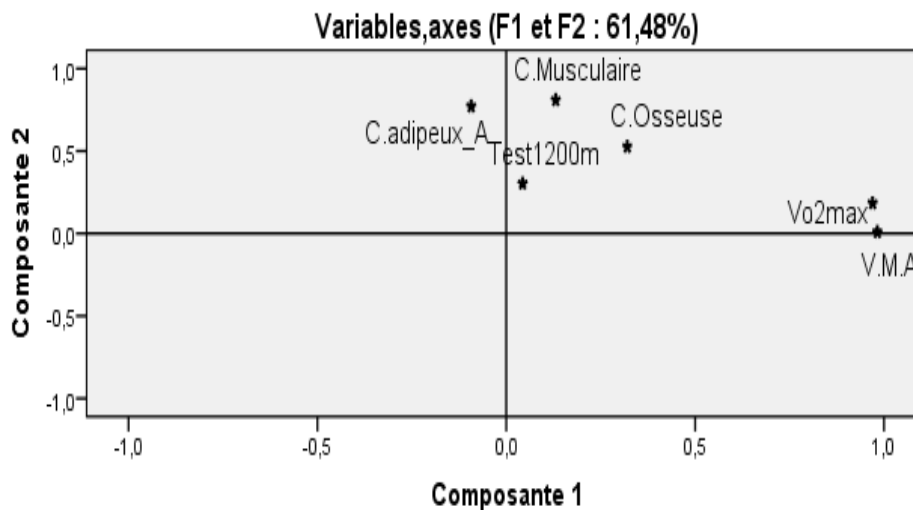


Figure n° 52 : Tracé des corrélations des composants du poids du corps et des tests physiques avec les composantes principales du groupe général.

Le tracé de corrélations (figure n°52), décrit l'importance des deux indices fonctionnels, VO₂max et la VMA, par une forte corrélation et représentation sur le premier axe par effet taille. On voit aussi, une redondance presque totale entre ces deux variables et que l'une représente l'autre en termes d'information. Le composant morphologique de la masse

musculaire est bien représenté sur le deuxième axe, le composant adipeux est moyennement représenté sur le deuxième axe aussi. Cependant l'indice morphologique de la masse osseuse et l'indice moteur du test de 1200m sont insignifiants.

III.10 Analyse en composante principale des tests physiques et des indices somatotypes de l'échantillon général :

L'examinations et le contrôle des conditions de réalisation de l'analyse en composante principale sont initié par les 03 voies suivantes :

La 1^{ère} condition est favorable car la majorité des résultats de la matrice des coefficients de corrélations entre les variables traitées et présentées en matrice de corrélation sont $> 0,05$.

La 2^{ème} condition relative, à l'indice Kaiser-Meyer Olkin pour la mesure de la qualité d'échantillonnage mesuré à 0,428 qui est tout à fait $> 0,05$.

La 3^{ème} condition, la signification du test de sphéricité de Barthlett est $< 0,05$.

Tableau 48. Variance totale expliquée du groupe général

Composante	Valeurs propres initiales		
	Total	% de la variance	% cumulé
1	2,22	36,99	36,99
2	1,63	27,22	64,21

Le présent tableau 48 : représente les valeurs totales cumulées de la variance traitée en analyse de la composante principale des variables anthropométriques représentant les indices somatotypiques et les indices fonctionnels des tests physiques. A première vue, nous constatons que les deux composantes extraites en méthode de traitement statistique portent un taux élevé de variance 36,99% pour le premier axe, et un taux de 64,21% pour les deux ; ce qui est suffisant à considérer que les deux premières composantes sont suffisantes et nécessaires concernant l'inertie à expliquer.

A première vue, nous constatons que les deux composantes extraites en méthode de traitement statistique portent un taux élevé de variance 36,99% pour le premier axe, et un taux de 64,21% pour les deux ; ce qui est suffisant à considérer que les deux premières composantes sont suffisantes et nécessaires concernant l'inertie à expliquer la représentation corrélationnelle.

Tableau 49. Coefficients de corrélation des composants du poids du corps et des tests physiques avec les composantes principales du groupe général

Variables	Composante	
	1	2
VMA	0,98	
VO ₂ max	0,98	-0,1
Mésomorphe	-0,10	0,87
Ectomorphe		-0,82
Endomorphe		0,61
Test 1200m	0,13	-0,20

Les modes de corrélations notés par le tableau 48, décrivent que la première composante principale est en corrélation positive est complète avec les deux indices moteurs de la consommation d'oxygène ; le VO₂max est déterminé par un coefficient de $r=0,98$ et la VMA ; aussi, par un coefficient de $r=0,98$. Par contre, l'indice du test du 1200m s'avère insignifiant. La deuxième composante est en corrélation avec l'indice anthropométrique mésomorphe, par une corrélation positive évaluée à $r=0,87$. Tandis que, l'indice Ectomorphe est corrélé négativement par un coefficient de $r= -0,82$, l'indice Endomorphe demeure statistiquement insignifiant.

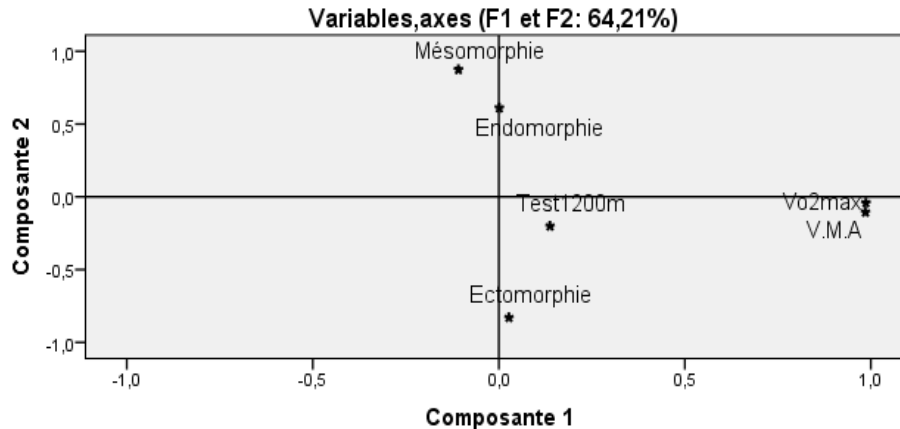


Figure 53. Tracé des corrélations des indices somatotypiques et des tests avec les composantes principales du groupe général

La figure 53, illustre que la variable de la VMA et le VO₂max sont bien corrélées et représentées par rapport à la première composante principale ; et aussi, on note que ces deux paramètres sont en redondance entre eux. C'est à dire l'une représente l'autre et elles sont regroupées au premier axe par effet taille.

L'indice anthropométrique Mésomorphe est corrélé à la deuxième composante. Cependant, l'indice Ectomorphe est corrélé négativement à cet axe et les deux indices expliquent une relation réversible et d'effet forme.

III.11 Résultats des corrélations entre les tests physiques et les indices anthropométriques avec les composantes principales de l'échantillon général, (12,7±0,8 ans), en ACP par méthode de rotation VARIMAX – KAISER

Résultats des corrélations entre les tests physiques et les points anthropométriques avec les composantes principales

Sujets	Variables	1 ^{ere} composante Coefficient corrélation	Variables	2 ^{eme} composante Coefficient corrélation
12,7±0,8ans	<u>Poids</u>	0,88	VO ₂ max	0,96
	<u>Stature</u>	0,86	V.M.A	0,96
	<u>Age</u>	0,71		

Sujets	Variables	1 ^{ere} composante Coefficient corrélation	Variables	2 ^{eme} composante Coefficient corrélation
12,7±0,8ans	<u>Acromial</u>	0,93	VO ₂ max	0,99
	<u>Suprasternal</u>	0,92	V.M.A	0,99
	<u>Radial</u>	0,89		
	<u>Epine iliaque</u>	0,88		
	<u>Symphosien</u>	0,86		
	<u>Tibial</u>	0,82		

Résultats des corrélations entre les tests physiques et les diamètres distaux et transversaux avec les composantes principales

Sujets	Variables	1 ^{ere} composante Coefficient corrélation	Variables	2 ^{eme} composante Coefficient corrélation
12,7±0,8ans	<u>Biacromial</u>	0,87	VO ₂ max	0,77
	<u>Bicréstal</u>	0,81	V.M.A	0,86
	<u>Transversal</u>	0,70		
	<u>Thoracique</u>			

Résultats des corrélations entre les tests physiques et les périmètres (circonférences) corporels avec Les composantes principales

Sujets	Variables	1 ^{ere} composante Coefficient corrélation	Variables	2 ^{eme} composante Coefficient corrélation
12,7±0,8ans	<u>Thorax repos</u>	0,82	VO ₂ max	0,87
	<u>Bras décontracté</u>	0,80	V.M.A	0,94
	<u>Cuisse</u>	0,77		

Résultats des corrélations entre les tests physiques et les longueurs corporelles avec Les composantes principales

Sujets	Variables	1 ^{ere} composante Coefficient corrélation	Variables	2 ^{eme} composante Coefficient corrélation
12,7±0,8ans	Taille assis	0,82	VO ₂ max	0,84
	Tronc	0,77	V.M.A	0,79
	Bras	0,70		

Résultats des corrélations entre les tests physiques et les plis cutanés avec les composantes principales

Sujets	Variables	1 ^{ere} composante Coefficient corrélation	Variables	2 ^{eme} composante Coefficient corrélation
12,7±0,8ans	<u>VO₂max</u>	0,97	Test 1200m	0,83
	<u>V.M.A</u>	0,97		

Résultats des corrélations entre les tests physiques et les proportions corporelles avec les composantes principales

Sujets	Variables	1 ^{ere} composante Coefficient corrélation	Variables	2 ^{eme} composante Coefficient corrélation
12,7±0,8ans	<u>VO₂max</u>	0,96	LMI /T 100	0,81
	<u>V.M.A</u>	0,95	L.T/T 100	-0,80

Résultats des corrélations entre les tests physiques et les indices de développement physiques avec les composantes principales

Sujets	Variables	1 ^{ere} composante Coefficient corrélation	Variables	2 ^{eme} composante Coefficient corrélation
12,7±0,8ans	<u>P/T</u>	<u>0,99</u>	VO ₂ max	0,80
	<u>Ketlé</u>	<u>0,99</u>	V.M.A	0,77
	<u>Kaupe</u>	<u>0,99</u>		
	<u>Surface relative</u>	<u>-0,95</u>		
	I.Energétique	-0,95		
	Surface spéciale -Enfants	0,90		

Résultats des corrélations entre les tests physiques et composants du poids corporel avec les composantes principales

Sujets	Variables	1 ^{ere} composante Coefficient corrélation	Variables	2 ^{eme} composante Coefficient corrélation
12,7±0,8ans	<u>VO₂max</u>	0,91	Composant	0,81
	<u>V.M.A</u>	0,83	Musculaire	

Résultats des corrélations entre les tests physiques et composants du poids corporel avec les indices somathotype

Sujets	Variables	1 ^{ere} composante Coefficient corrélation	Variables	2 ^{eme} composante Coefficient corrélation
12,7±0,8ans	<u>V.M.A</u>	0,98	Mésomorphe	0,87
	<u>VO₂max</u>	0,98	Ectomorphe	-0,82

Légende : Les variables soulignées sont celles, qui sont en redondance

II.6 Discussion :

Pour ce qui est extrait des corrélats des points anthropométriques et les tests physiques (figure n°38) ; nous constatons le rapport des paramètres moteurs avec la deuxième composante principale, ils sont presque identiques à celles des paramètres totaux. Cependant la redondance des points anthropométriques signifie, qu'ils portent les mêmes informations ou inerties. Sur le point de vue biologique, tous ces indices sont la résultante de

l'accroissement de la taille ; où l'évolution séculaire de la taille est essentiellement liée à celle de la longueur des membres inférieurs (Tanner et al., Tanner, 1990) ; de même (Eveleth et Tanner, 1990 ; Kuh et al., 1991). A partir de cela, nous suggérons le choix de l'indice longitudinal du point acromial, le suparasternal ou l'épine iliaque comme référence ; du moment, ces indices donnent une formation d'effet taille avec la première composante principale, issu du traitement des corrélations.

La discussion des diamètres sagittaux transversaux examinés en ACP avec les indices moteurs ; nous laisse à conclure, que les paramètres, (VMA, VO₂max) sont corrélés au deuxième composante principale par interdépendance, qui existe théoriquement entre eux. Le test de course de 1200m est insignifiant par rapport au premier facteur ; toutefois le statut des dimensions sagittales osseuses reflète le développement des os, qui est alternés à cette période d'âge, grâce à l'accumulation en minéraux qui sont responsables de sa consolidation.

A ce terme, la littérature spécifique stipule, qu'il n'est pas étonnant de persuader que durant la puberté s'effectue la plus grande accumulation de la teneur minérale osseuse, même avant de l'achèvement de la croissance et que le squelette ait sa solidité. Qui ne nécessite pas de gain minéral pendant l'arrêt de la croissance (Parfitt, AM et al., 1994, Slemenda, CW., 1994). Il est estimé que 50% de la variabilité de la masse osseuse chez les âgés est expliqué par la masse maximale de l'os atteinte essentiellement durant la puberté. (Bailey et Mc Key, 1999) annoncent que le pic de la teneur minérale osseuse chez les garçons relative à l'âge chronologique (pbm_{cv}= la vitesse du pic de la teneur minérale osseuse) se situe dans les 02 années du pic de la croissance, qui se coïncident entre 12 -14 ans

Les diamètres osseux bicrétal, biacromial et transversal thoracique sont les plus représentés et forment un effet taille avec la première composante principale ; dont, nous les recommandons d'être utilisé lors des programmes de la détection des jeunes talents, coureurs de demi-fond.

Le tableau n°39 et le plot n°40, reflètent le résultat et le mode de corrélats des circonférences corporelles et les tests physiques avec les facteurs. La lecture affiche toujours la liaison du VO₂ max et la VMA à la deuxième composante principale ; le test de 1200m reste insignifiant. Par contre, les corrélations des périmètres corporelles font apparaître d'importantes informations concernant le périmètre du thorax, qui exprime la capacité vitale et d'échange gazeux chez les sportifs. Cet indice est corrélé à la capacité motrice, Okley et al., (2004). La redondance de l'ensemble des périmètres corporels et leur formation effet taille avec le premier facteur, explique qu'ils portent la même information ou la même inertie. L'utilité est accordée à la circonférence du thorax, la circonférence de la cuisse, de

l'abdomen et de la jambe d'être utilisé dans les travaux d'évaluation et de contrôle de l'entraînement et de la croissance et comme paramétré d'identification des jeunes talents sportifs. Léone, M et Larivière, G. (1998).

L'analyse en composante principale des tests physiques et les dimensions corporelles de l'échantillon général, traduit une importance de la part des segments, la taille assis, longueur du tronc, la longueur du membre inférieur et le membre supérieur, qui portent les mêmes inerties et les redondances. Cette interdépendance est expliquée par le fait, d'une croissance harmonieuse en longueur à cet âge, implique le développement de tous les segments, (Susanne et Bodzsar, 1998 ; Susanne et al., 2001). A retenir l'importance accordée à l'indice taille assis comme référence théorique dans l'anthropométrie comme paramètre important. D'après l'analyse multifactorielle des indices de la détermination de la capacité aérobie ($VO_2\max$, VMA, test 1200m) et l'indice la Sum des 09 plis cutanés ; nous concluons que ce dernier apparaît important par sa corrélation avec la deuxième composante principale, cet indice morphologique est utilisé dans les études épidémiologiques comme une référence anthropométrique (Jürumaä, T., (2012). Raudsepp, I et Jurâmae, T. (1996). Chiara, M et al., (2010). Dont nous le recommandons qu'il soit utilisé par les entraîneurs dans le cadre de la détection des jeunes talents coureurs de demi-fond car il est simple facile et accessible.

Le test de 1200m est bien représenté sur la deuxième composante par son application et son importance dans la détermination du potentiel énergétique aérobie chez les jeunes coureurs. En revanche les deux paramètres, $VO_2\max$ et VMA sont bien représentés et en redondance totale par effet de taille sur le premier facteur, cela signifie qu'ils portent la même inertie (Peronnet et Thibault, 1989). Cette corrélation entre ces deux paramètres pour la détermination de la performance en course de demi-fond apparaît dans les travaux de Di-Prampero., 1981 ; Lacour et al. 1989 ; Peronnet et Thibault, 1989. A cet effet la VMA revêt une importance dans le contrôle de l'entraînement, l'évaluation et dans l'identification des jeunes talents et la prédiction de la performance dans la course de demi-fond.

Les proportions corporelles sont expliquées sur le plot n° 43, par une forte liaison du $VO_2\max$ et la VMA avec le premier facteur par effet de taille. Ces deux paramètres indiquent une importance relative à la représentation de l'indice de l'identification des jeunes talents, car ils portent la même inertie déjà expliquée dans les parties précédentes. Tandis que, le test de 1200m reste insignifiant et ne porte guère de représentation corrélatrice. Quant aux indices de proportions corporelles examinées en ACP, il apparaît que la $LMI/Taille*100$ est bien représentée positivement sur le deuxième facteur. Par contre, la $LT/Taille *100$ est

aussi représentée négativement sur le deuxième facteur, ce qui fait une relation réversible entre ces deux indices de proportions corporelles ; si l'un augmente l'autre diminue et vice versa. Cela est la résultante de la croissance disproportionnelle de certains segments à cette période d'âge, ce rythme de croissance est expliqué par (Tanner et al., 1976 ; Hauspie, 1986) ; et que ce type diphormisme est cité dans les travaux de (Sussane et Bodzsar, 1998 ; Sussane et al.).

A signaler aussi, les proportions du corps, les courbes de croissance du rapport taille assis, taille debout (vertex-siège), la longueur totale ; ce rapport est maximal pendant l'enfance puis diminue progressivement jusqu'à l'adolescence, quand les membres inférieurs grandissent plus vite que le tronc. Le rapport est minimum pendant le pic de croissance 12-14 ans ; il augmente progressivement vers la fin de l'adolescence, suite à la croissance tardive du tronc par rapport au membre inférieur (Malina & Bouchard, 1991).

Les indices de développement reflètent l'état de santé des enfants, tels décrits par corrélations sur le tableau n°44, plot n° 44, qui indiquent une importance relative aux paramètres fonctionnels VO_2max et la VMA corrélés au premier facteur par effet de taille. Cependant le rapprochement linéaire de l'indice de Ketlé, l'indice de kaupe, l'indice de Shreider, la surface corporelle spéciale pour enfants (Malina) représentent en forment un effet taille. C'est que veut dire, qu'ils ont tous la même inertie ou information et qui peuvent être utilisés comme un ensemble dans l'interprétation de la détection des jeunes talents. Il en exergue la liaison négative de l'indice de la surface relative et l'indice de la dépense énergétique avec le premier axe. Ce constat est l'effet du timing et la cadence de la croissance durant la période pré pubère caractérisée par une stabilité de croissance somatique (AVM1) ce qui est en accord avec les données de Sprynarova.S, et Parizkova.J., (1977). Le rapport réduit entre les valeurs des indices de développement physiques de notre échantillon est signalé par Weineck, 1998, stipule que cette classification est l'effet de la croissance des membres avant le tronc à cette période d'âge, la dispersion entre les sujets est aussi réduite, cela reflète, que c'est un bon indice pour la détection sportive.

La discussion des résultats de l'ACP, concernant le VO_2max , la VMA, le composant adipeux et le composant musculaire affiche une importante corrélation des paramètres fonctionnels avec la première composante principale ; quand peut la retenir comme une information importante dans le domaine de l'identification des jeunes talents coureurs de demi-fond. La composante musculaire affiche une corrélation élevée avec le deuxième axe ; qui est traduit par l'accroissement peut être, de de la musculature sous l'influence de l'exercice physique chez notre population, (Malina, 1998). Pour la corrélation modérée du

composant adipeux peut s'interpréter selon Malina, 1998 ; Bariskova 1977 ; qui ont montré que chez les enfants de 13 à 18 ans, se produisent des changements de la quantité de graisse corporelle sous l'influence de l'entraînement. La diminution de la graisse due à un entraînement sportif provoque aussi, de la distribution de la graisse après une période d'entraînement intense de 15 à 20 semaines, la diminution de la graisse chez les garçons est plus élevée au tronc qu'aux extrémités.

L'ACP des indices moteurs et des indices somatotypique indiquent une fois de plus l'importance apparue pour le $VO_2\text{max}$ et la VMA, comme paramètres importants de révélateurs du potentiel de la capacité aérobie chez cette population. Cependant les indices mésomorphiques affichent des valeurs importantes pour la mésomorphie, qui est corrélée positivement avec le deuxième axe. L'endomorphie est en faible corrélation, par contre, l'indice ectomorphique est négativement lié au deuxième axe, provoquant une relation réversible avec l'indice mésomorphique. Certaines explications théoriques indiquées par les études longitudinales recueillies chez des enfants et adolescents non-athlètes, ils sont permis de constater que le somatotype est relativement stable durant la période de croissance (Castro L.C. 2003).

Vers l'âge de 13 ans, les garçons peuvent connaître certaines variations au niveau de la composante mésomorphique, (mésomorphique connaît un sursaut vers l'âge de 13 ans ; concomitamment Malina et Bouchard, 1991). L'action des hormones sexuelles peut être mise en causes de par leurs effets sur l'augmentation de la masse musculaire durant cette période (Carter et al., 2008). Les calculs effectués à partir des données d'enquête, (Ward et al., 1989), permettent de constater qu'entre 12 et 18 ans, les valeurs du somatotype sont plutôt constantes. Comme la souligné Malina et Bouchard (1991), la composante la composante endomor- phique est à son minimum. Les variations pour les trois composantes du somatotype restent toutefois mineures, ce qui confirme le caractère de stabilité au sein des populations jeunes.

III.13 Conclusion partielle :

En faisant examiner un traitement statistique par analyse multifactorielle des indices moteurs et les indices anthropométriques de l'échantillon général, afin de faire ressortir les indices marqués par des liens statistiques importants, par rapport, aux facteurs de l'ACP et par rapport, à la redondance existante entre ces variables traitées.

Les résultats de cette étude montrent qu'il y a d'importantes corrélations établies par l'ACP entre les variables fonctionnelles et les variables anthropométriques ces résultats dont

la plupart sont en concomitance avec la littérature, à ce sujet. Ce rapport entre ces indices confirme et appuie notre deuxième hypothèse énoncée au sujet de l'ACP, qui traite d'une manière multifactorielle la relation entre les variables motrices et anthropométriques.

A l'égard de ces résultats, dont nous les proposons aux entraîneurs et aux structures chargées de la mission de l'identification des jeunes talents coureurs de demi-fond.

A retenir, qu'il y a toujours l'aspect et le statut de croissance au cours de cette période à prendre en considération dans les prochaines études et les perspectives d'éventuelle suite qui peut être apporté à ce thème.

V. Analyse en composante principale des indices anthropométriques de chaque tranche d'âge, (11ans, 12ans, 13 ans) :

Dans ce chapitre, nous traitons en analyse multidimensionnelle des paramètres morphologiques et les paramètres anthropométriques calculés, spécifiques à chaque tranche d'âge, 11, 12,13 ans de façon séparée, en les organisant dans un seul tableau de la variance expliquée ; comportant les 03 groupes âges dans un tableau en commun. Aussi, les résultats des corrélations des variables avec les axes pour chaque tranche d'âge présentés en analyse. Les plots des vecteurs et axes sont présentés et analyser par tranche d'âge.

Les variables morphologiques présentées en étude dans cette rubrique, comportent les indices anthropométriques qui sont faciles à calculer et portent plus d'importance et de signification dans la revue de littérature morphologiques et qui sont :

Les longueurs corporels- Les périmètres ou circonférences corporels- Les divers composants du poids du corps- Les indices Somathotypes et les indices des tests physiques.

Le but est de vérifier l'authenticité de l'hypothèse déjà énoncée au sujet des variables traitées en corrélation ; et d'affirmer ou infirmer la relation existante entre eux, et dégager les paramètres d'identification des jeunes talents, les plus représentatifs.

IV.1 Analyse en composantes principales des longueurs corporelles des sujets, 11ans, 12ans et 13 ans :

L'analyse en composante principale est précédée par une vérification préalable de 03 conditions nécessaire à sa réalisation ; dont nous les présentons ainsi :

La 1^{ère} condition est vérifié et favorable, car, la majorité des résultats des coefficients de corrélations entre les variables traitées et présentées en matrice de corrélation en forme Bi variée sont $> 0,05$ pour les trois groupes d'âge.

La 2^{ème} condition, relative à l'indice Kaiser-Meyer Olkin, de la mesure de la qualité d'échantillonnage.Elle est mesurée à 0,800 chez le groupe de 11ans et aussi, l'indice KMO est estimé à 0,689 chez le groupe des 12ans ; tandis que chez les sujets de 13ans, il est de 0,873, celui-ci est tout à fait $> 0,05$ pour chaque groupe.

La 3^{ème} condition, consiste à la signification du test de sphéricité de Barthlett, qui est $< 0,05$ pour les 03 groupes d'âge.

Tableau 50. Variance totale expliquée des 03 groupes d'âge

Valeurs propres initiales				
Age	Composante	Total	% de la variance	%cumulé
11 ans	1	3,51	50,17	50,17
	2	2,19	31,39	81,56
12 ans	1	3,82	54,69	54,69
	2	1,46	20,90	75,59
13 ans	1	4,32	61,74	61,74
	2	1,28	18,41	80,16

Le tableau n° 50 : représente les valeurs propres initiales des 03 groupes d'âge, examinées en ACP relatives aux longueurs du corps. Ou nous constatons que la majorité des inerties ou informations sont regroupés dans la première et la deuxième composante principale pour les 03 groupes d'âge. Un pourcentage de valeurs de la variance initiale dépasse le taux de 50% dans la première composante, pour les 03 groupes des sujets de l'étude. Elle est évaluée à 50,17 % pour les sujets de 11ans, 54,89% pour les sujets de 12ans et à 61,74% pour les sujets de 13ans. Soit, un total de pourcentage de variance cumulée de la première et la deuxième composante ,qui est évalué à 81,56% chez le groupe de 11ans, 75,59% pour le groupe de 12ans et un pourcentage très élevé de 80,16% chez le groupe d'âge de 13ans .

Ces données reflètent que l'inertie ou l'information en question est regroupée dans la majorité, presque absolue dans les deux premiers axes ; concomitamment le premier facteur s'avéré très important, en regroupant plus que la moitié de l'inertie pour les trois échantillons.

Tableau 51. Coefficients de corrélations des longueurs du corps avec les composantes principales de l'échantillon, 11,12 et 13 ans.

Variables	11 ans n=60		12 ans n=68		13 ans n=72	
	Composant1	Composante2	Composante1	Composante2	Composante1	Composante2
Stature	0,91			0,75	0,79	
Taille assis	0,91			0,92		0,86
L. Tronc	0,86					0,89
L.M.S	0,57		0,68	0,64	0,74	
L.M.I		0,95	0,91		0,96	
L. Cuisse		0,91	0,95		0,91	
L .Jambe	0,79			0,74	0,58	

Le tableau n° 5, illustre les coefficients de corrélation des variables anthropométriques des longueurs du corps avec les composantes principales de chaque tranche d'âge. Ou nous remarquons que les longueurs corporelles des sujets de 11ans sont marquées par des corrélations très significatives et positives avec la première composante principale. Concernant, la stature et la taille assis sont déterminées par un coefficient de $r=0,91$ pour les deux, par contre la longueur du thorax est représentée par un lien positif de $r=0,86$. La longueur de la jambe est en corrélation de $r=0,79$. Toutefois, la deuxième composante principale est représentée par un lien avec la longueur du membre inférieur mesurée statistiquement à $r=0,95$ et aussi par un coefficient de $r=0,91$ avec la longueur de la cuisse. Les variables des longueurs corporelles des sujets de 12 ans sont évaluées par des corrélations significatives entre le premier axe et la longueur du membre inférieur, avec un coefficient de $r=0,90$.

En même temps, il est corrélé avec la longueur de la cuisse à $r=0,95$; cependant, le deuxième axe est représenté par un lien corrélatif positif évalué à $r=0,75$ avec la stature et aussi avec la taille assis par une corrélation de $r=0,92$.

Les segments des longueurs des sujets de 13 ans ont une redondance avec la première composante, représentée par une corrélation de la stature de $r=0,79$; de même la longueur du membre inférieur par un coefficient de $r=0,96$; et la longueur de la cuisse par un coefficient corrélatif de $r=0,91$. Néanmoins la taille assis ($r=0,86$) et la longueur du tronc ($r=0,86$) sont bien représentés sur la deuxième composante par les corrélations positives.

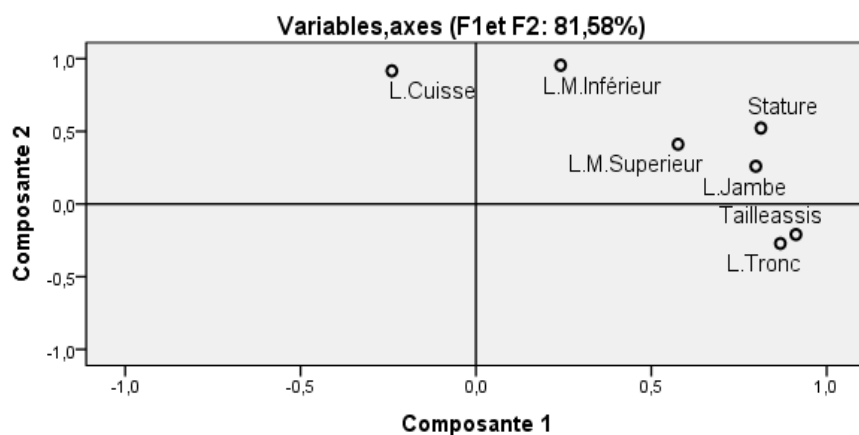


Figure 54. Tracé des corrélations des composantes principales avec les longueurs du corps des sujets de 11ans.

Le tracé de la figure 54 : dénote que la longueur du tronc et la taille assis, ont une redondance importante entre eux, et en même temps avec le premier axe. La valeur significative de la variable stature, représente les mêmes inerties ou informations que comme celle,

de la taille assis. Une autre redondance notée par un rapprochement corrélatif et représentatif de la stature et la longueur de la jambe toujours avec la première composante ; cette corrélation forme l'effet taille par rapport au premier axe, par contre on voit que la longueur du membre inférieur et la longueur de la cuisse sont bien représentés sur la deuxième composante.

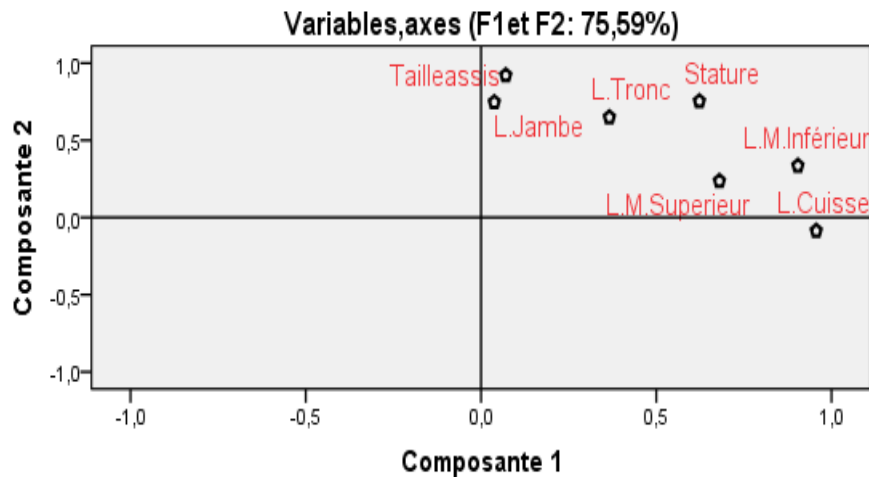


Figure 55. Tracé des corrélations des composantes principales avec les longueurs du corps des sujets de 12 ans

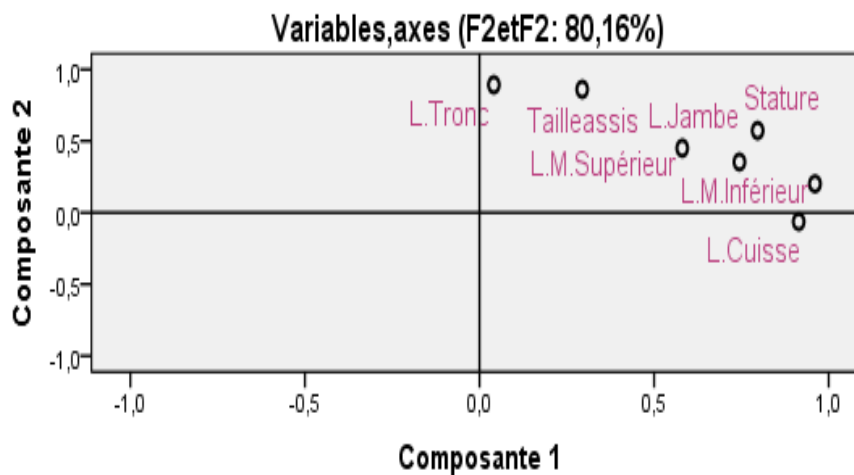


Figure 56. Tracé des corrélations des composantes principales avec les longueurs du corps des sujets de 13 ans

Le tracé de la figure 55 : traite l'analyse factorielle de la tranche d'âge 12 ans, par la méthode de rotation Varimax avec normalisation Kaiser. En revanche on observe une redondance très élevée entre la longueur du membre inférieur et la longueur de la cuisse qui sont bien représentés sur le premier axe ; la stature est moyennement représentée sur le

deuxième axe aussi. Toutefois la taille assis est presque complètement corrélée à ce dernier dont ces représentations sont caractérisées par un effet taille.

La figure 56 : le tracé de corrélations relative aux longueurs corporelles morphologiques de l'échantillon de 13 ans. Sur lequel, nous constatons une redondance complète entre la longueur du membre inférieur et la longueur de la cuisse, et qui sont bien représentées sur la première composante principale par effet taille. Aussi nous constatons la stature moyennement corrélée avec le premier axe. Néanmoins, on remarque que l'indice de la longueur du thorax et la taille assis sont en redondance complète entre eux et à la fois, bien représentées sur la deuxième composante principale.

A partir de ces résultats, nous faisons sortir les paramètres anthropométriques relatifs, aux longueurs corporelles les plus redondants et les plus représentatifs pour les trois groupes d'âge, en les considérant comme paramètres de sélection des jeunes talents en course à pied en distance de demi-fond qui sont comme suit : la longueur du membre inférieur et la longueur de la cuisse pour les trois groupes d'âge pour désigner le membre inférieur. La stature aussi pour les trois tranches d'âge. La taille assis pour désigner la posture en position assis et la longueur du tronc pour les trois périodes d'âge.

IV.2 Analyse en composantes principales des périmètres (circonférences) corporels des sujets, 11ans, 12ans et 13 ans :

Tableau 52. Variance totale expliquée des 03 groupes d'âge

Valeurs propres initiales				
Age	Composante	Total	% de la variance	% cumulé
11ans	1	4,048	57,82	57,82
	2	1,03	14,77	72,60
12ans	1	3,00	42,92	42,92
	2	1,15	16,43	59,35
13ans	1	4,24	60,68	60,68
	2	0,96	13,81	74,52

Le tableau 52 : représente les valeurs propres initiales des trois groupes d'âge de notre échantillon, examiné en ACP et analyse statistique les périmètres corporels. Où nous remarquons que la majorité des inerties ou informations sont concentrés dans la première et la deuxième composante principale, pour les trois groupes de sujets. Le pourcentage des valeurs numériques de la variance initiale dépasse le seuil de 50% dans la première

composante pour les trois groupes d'échantillon, qui est évalué à 57,82 % pour les sujets 11ans, 42,2%, pour les sujets 12ans et à 60,68%, pour les sujets 13ans. Le total du cumule de la variance de la première et la deuxième composante est évalué à 72,60% chez celle des sujets de 11ans, elle mesure 59,35% pour les sujets de 12ans et 75,52% chez le groupe d'âge de 13ans.

Tableau 53. Coefficients de corrélation des périmètres (circonférences) du corps avec des composantes principales des sujets, 11ans, 12ans et 13 ans.

Variables	11ans n=60		12ans n=69		13ans n=72	
	Composante 1	Composante 2	Composante 1	Composant2	Composante 1	Composante2
Abdomen	0,84		0,53		0,83	
Avant-Bras	0,81			0,93	0,71	
Thorax Repos	0,76		0,80		0,79	
Bras décontracté	0,74		0,57		0,77	
Bassin	0,61		0,76			0,94
Jambe		0,91	0,62		0,71	
Cuisse		0,82	0,76		0,47	0,73

L'analyse factorielle, relative aux variables anthropométriques des circonférences corporelles en composantes principales, extraites en 02 facteurs dénotent une corrélation forte et positive entre la première composante et l'indice du périmètre de l'abdomen exprimé, par un coefficient de $r=0,84$ chez le groupe de sujets des 11ans ; aussi nous constatons une corrélation de l'avant-bras de $r=0,81$ avec la première composante. Le périmètre thoracique en position de repos, évalué par un lien tout à fait moyen de $r=0,76$, représenté sur la première composante.

Alors que, les variables citées forment un effet taille sur leurs axes. Par contre, le périmètre de la cuisse et de la jambe sont corrélés avec le premier axe par des liens respectifs de : $r=0,91$ et $r= 0,82$ (tableau n°54).

L'analyse factorielle des sujets de 12 ans est caractérisée presque par les mêmes types de valeurs numériques de celles des sujets de 11ans. Où, nous notons la première composante principale est corrélée positivement avec la circonférence du thorax, par un coefficient de $r=0,80$. La circonférence de la cuisse est en relation linéaire équivalent à $r=0,76$ et le périmètre du bassin est corrélé moyennement par un coefficient de $r=0,76$.

Tandis que la deuxième composante principale est déterminée par une forte corrélation positive avec le périmètre de l'avant-bras estimée à $r=0,93$.

L'analyse factorielle de l'échantillon de 13 ans possède presque le même type de valeurs numériques de celles des sujets de 11ans.Or que, nous remarquons que les variables du périmètre de l'abdomen, l'avant-bras, le thorax au repos et le bassin sont corrélées moyennement avec la première composante principale par des coefficients respectifs : $r=0,84$, $r=0,71$, $r=0,79$ et $r=0,80$.

La deuxième composante traduit une corrélation positive et forte avec le périmètre du bassin, estimé à $r=0,94$ et avec le périmètre de la cuisse est égal à $r=0,73$, qui est juste moyen.

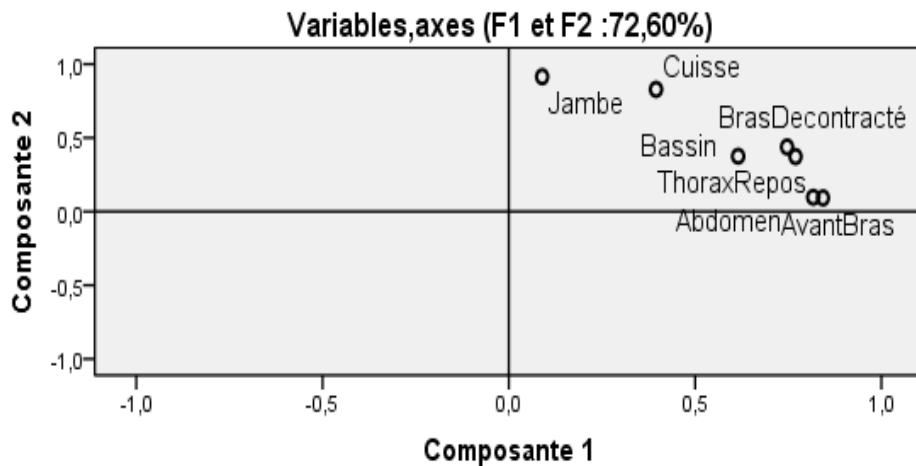


Figure 57. Tracé des corrélations des composantes principales avec les périmètres corporels des sujets 11 ans

La figure 57 : présente le tracé des corrélations les variables anthropométriques des périmètres corporels avec les composantes principales de notre échantillon des enfants de 11ans. D'où, nous remarquons une redondance entre la circonférence de l'avant-bras et le périmètre de l'abdomen, qui sont fortement corrélés entre eux bien et représentés sur le premier axe. Le périmètre thoracique est corrélé aussi avec le périmètre du bras et à leur tour, représenté sur le premier axe par l'effet taille. La variable circonférence de la jambe et fortement corrélée et représentée sur le deuxième axe.

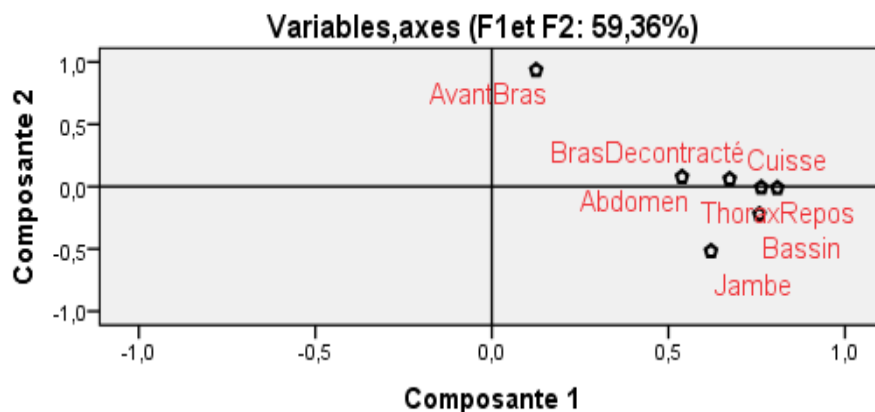


Figure 58. Tracé des corrélations des composantes principales avec les périmètres corporels des sujets 12 ans

Le tracé des corrélations de la figure 58 : concerne la tranche d'âge des 12 ans, qui dénote une redondance entre le périmètre de la cuisse, le périmètre thoracique et le périmètre du bassin et à leur tours, ils sont bien représentés sur la première composante principale par effet taille. Toutefois, on remarque que la variable du périmètre de l'avant-bras est représentée sur la deuxième composante principale.

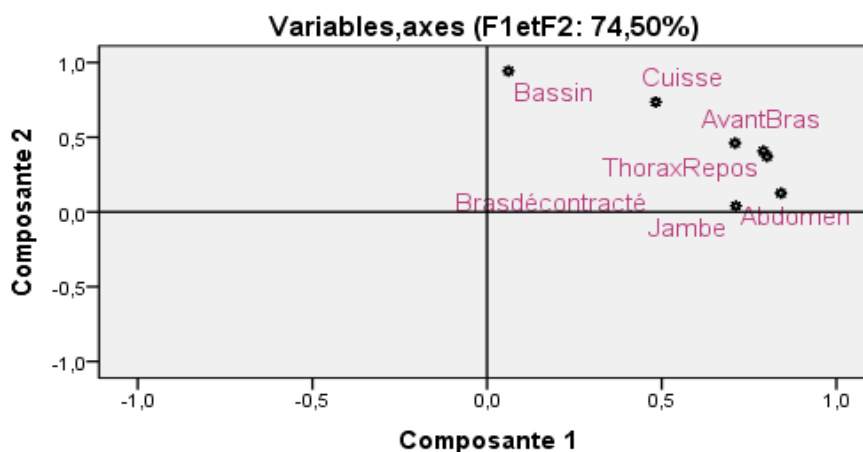


Figure 59. Tracé des corrélations des composantes principales avec les périmètres corporels des sujets 13 ans

L'ACP relative à l'échantillon des sujets de 13 ans (plot n°59), et à travers le tracé des corrélations ; nous remarquons une redondance entre la variable du périmètre du thorax, le périmètre du bras et la circonférence de l'abdomen, qui sont bien représentés en corrélation avec la première composante principale constituée de près de 60,68 % de variance et par effet de taille. La deuxième composante apparaît bien représentée sur la variable du périmètre du bassin.

A l'issue de cette étude en ACP et à partir, des longueurs corporels des 03 groupes d'âge. Nous faisons ressortir les indices les plus redondants et les plus représentatifs, afin qu'ils soient utilisés comme modèle anthropométrique pour la détection des jeunes talents coureurs des distances de demi-fond, répertoriés comme suit :

La circonférence du thorax en position de repos et le périmètre de l'abdomen pour désigner le membre supérieur, la circonférence de la cuisse où de la jambe pour le membre inférieur. Le périmètre du bassin s'avère spécifique uniquement pour les sujets de 12 ans et 13 ans.

IV.3 Analyse en composantes principales des divers composants du poids corporel des sujets, 11ans, 12ans et 13 ans :

Les conditions de réalisation de l'ACP :

La 1^{ère} condition est vérifiée et favorable car la majorité des résultats des coefficients de corrélations entre les variables traitées et présentées en matrice de corrélation en forme de bi varié sont $> 0,05$ pour les trois groupes d'âge.

La 2^{ème} condition relative à l'indice Kaiser-Meyer Olkin, pour la mesure de la qualité d'échantillonnage : mesuré à 0,800 pour le groupe des 11ans, l'indice K.M.O est estimé à 0,518 chez le groupe des 12ans, tandis que chez les sujets de 13ans, il est de 0,623 qui est tout à fait $> 0,05$ pour chaque groupe.

La 3^{ème} condition, consiste à la signification du test de sphéricité de Barthlett, qui est $< 0,05$ pour les 03 groupes d'âge.

Tableau 54. Variance totale expliquée des 03 groupes d'âge

Age	Composante	Valeurs propres initiales		
		Total	% de la variance	% cumulé
11ans	1	2,45	49,05	49,05
	2	1,66	33,25	82,30
12ans	1	1,94	38,92	38,92
	2	1,60	32,07	73,04
13ans	1	2,53	50,62	50,62
	2	1,71	34,25	84,87

L'analyse en composante principale des composants morphologiques du poids du corps est représentée par les paramètres de la masse adipeuse, osseuse et musculaire, aussi la masse corporelle. En tant que, masse absolue et masse corporelle dépourvue de la graisse (Lean Body Weight) et le Fat Weight.

Les variances totales expliquées pour les trois groupes des sujets de notre étude, traduisent presque la totalité des inerties ou informations, qui sont regroupées dans la première et la deuxième composante (tableau 54) ; d'où nous remarquons que le pourcentage de la variance cumulée des sujets de 11 ans est équivalent à 86,99%, très élevé. Celle du groupe des 12 ans est évaluée à 73,04%, chez les sujets de 13 ans elle est indiquée par un taux de 86,33%, considéré aussi comme valeur élevée. Concomitamment on observe que les valeurs de la variance expliquée de la première composante principale chez le groupe des 11ans et les 13 ans dépassent la valeur de 50% de l'information expliquée (sujets 11ans :59,71%, sujets 13 ans : 57,49%).

Tableau 55. Coefficients de corrélation des indices anthropométriques du corps avec les composantes principales des sujets, 11ans, 12ans et 13 ans.

Variables	11ans=60		12 ans=68		13 ans=72	
	Composante1	Composante2	Composante1	Composante2	Composante1	Composante2
Lean Body weight	0,94			0,83	0,94	0,14
Composant osseux	0,83	0,22	-0,30	0,60	0,74	
Composant musculaire	0,76		0,43	0,92	0,92	
Composant adipeux	0,35	0,89	0,92	0,26	0,29	0,93
Fat Weight	-0,42	0,88	0,94	-0,19	-0,15	0,96

Le tableau n° 55 : indique les corrélations entre les variables morphologiques exprimant l'évaluation des composants du poids corporel avec les composantes principales des 03 groupes d'âge d'étude. Où nous observons que la première composante principale chez les trois tranches d'âge de l'étude se ressemble en mode corrélatif et en valeurs numériques. Les variables relatives aux sujets de 11ans, Lean Body Weight, le composant osseux et le composant musculaire sont positivement et fortement corrélées au premier axe par des coefficients respectifs : $r=0,94$, $r=0,83$ et $r=0,76$, par contre le deuxième axe est positivement corrélé aussi au composant adipeux par un coefficient de $r=0,89$ et avec l'indice Fat Weight par un coefficient de $r=0,88$.

L'ACP des sujets de 12 ans est exprimée par un lien fort et positif entre le premier axe et les variables de la masse adipeuse et l'indice Fat Weight par un coefficient de $r=0,89$, pour le premier et de $r=0,88$, pour le second. Le deuxième axe est aussi, en relation linéaire positif avec le composant musculaire, par un $r=0,92$ et avec l'indice Lean Body Weight, par un coefficient de $r=0,82$.

L'ACP des sujets des 13ans traduit des corrélations presque identiques à celles des sujets de 11ans. Selon, le mode et aussi par le biais de quelques valeurs numériques relatives aux coefficients de corrélation, là nous remarquons des corrélations fortes et positives entre la première composante et les variables respectives :

Le Lean Body Weight ($r=0,94$), la masse musculaire ($r=0,92$) et un lien tout à fait modéré avec le composant osseux ($r=0,74$) : tandis que, la deuxième composante semble avoir des corrélations positives et importantes avec la variable du composant adipeux ($r=0,93$) et avec l'indice du Fat Weight par un coefficient de $r=0,93$.

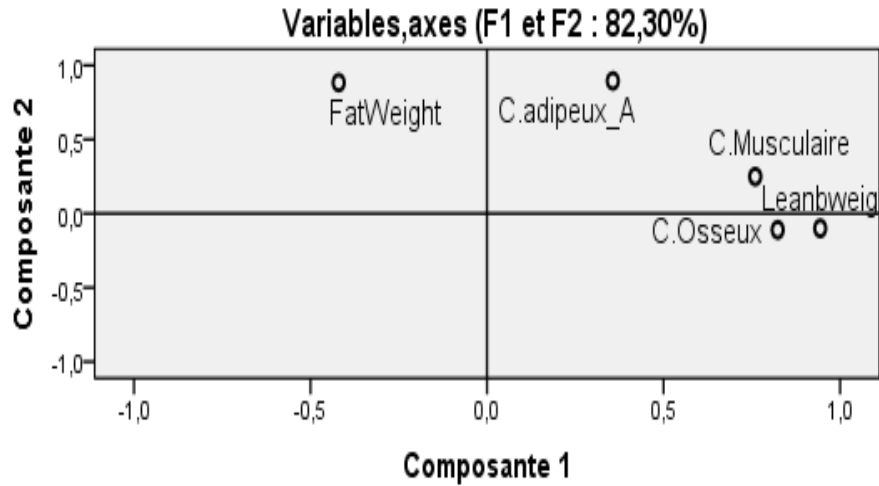


Figure 60. Tracé des corrélations des composantes principales avec les composants du poids du corps, des sujets de 11 ans

Le tracé des corrélations n°60, des sujets de 11 ans exprime des redondances importantes entre le premier axe qui se compose d'une variance de 49,05% de l'inertie total du jeu de données ; dont nous observons une redondance entre la première composante et les variables suivante :

Le Lean Body Weight, le composant musculaire et le composant osseux avec effet de taille. Par contre, le deuxième axe apparait en redondance, moins importante liée aux deux variables du caractère adipeux représentées par le composant adipeux et l'indice Fat Weight.

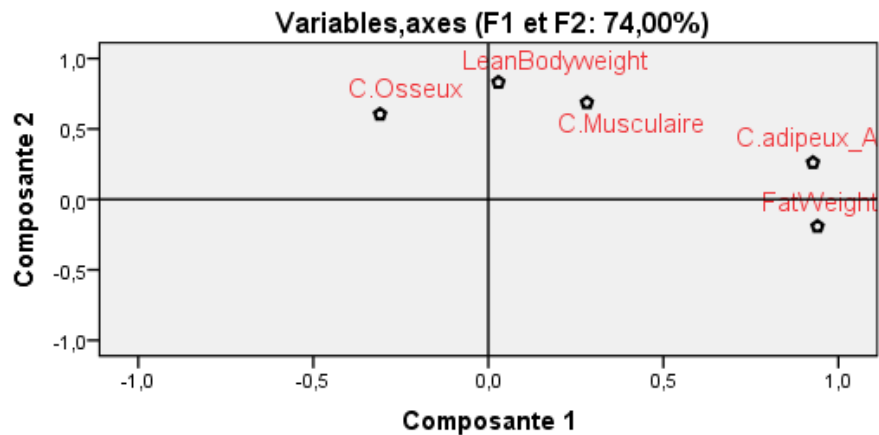


Figure 61 .Tracé des corrélations des composantes principales avec les composants du poids du corps, des sujets de 12 ans

Le tracé des corrélations n°61, de l'échantillon de 12 ans : se diffère de celui des sujets de 11ans ; dont, nous observons une redondance complète entre le composant adipeux et l'indice Fat Weight par effet taille avec la première composante principale qui se compose

d'un taux de 38,25% de la variance ; le deuxième axe est en relation linéaire forte et positive avec l'indice Lean Body Weight.

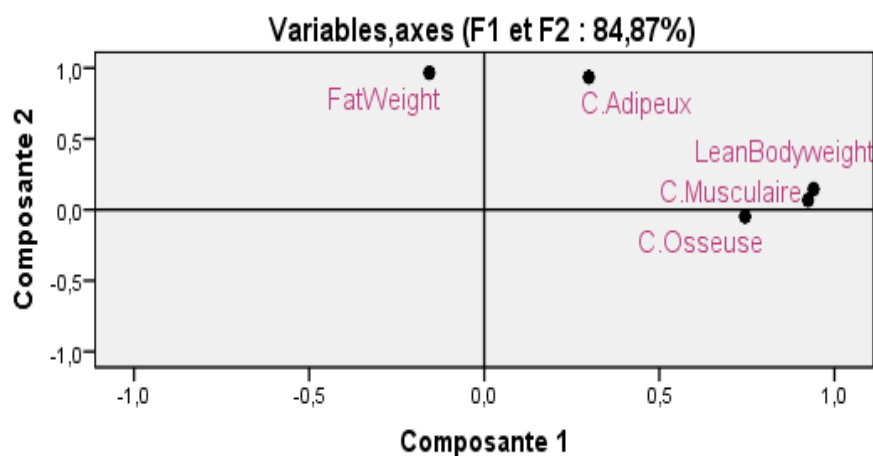


Figure 62. Tracé des corrélations des composantes principales avec les composants du poids du corps, des sujets de 13 ans

Le tracé des corrélations 62, de l'échantillon de 13 ans : se ressemble à celui des sujets de 11 ans ; selon, le type de redondances entre les variables d'une part d'autre part, et selon, les corrélations avec le premier axe. Nous notons que la première composante principale est composée d'un taux de variance de 50,62 %, qui représente la moitié de l'inertie mis en jeu. Elle est décrite comme redondance importante et positive, qui se compose entre les indices, Lean Body Weight. Le composant musculaire et le composant osseux par rapport, au premier axe par effet taille ; par contre les variables du composant adipeux et l'indice Fat Weight sont positivement corrélées au deuxième axe.

En finalité, nous rédigeons les redondances et les corrélations les plus importantes relatives à l'objet de notre étude pour pouvoir les présenter comme outil de la détection des jeunes talents coureurs de demi-fond de la tranche d'âge 11ans, 12ans et 13ans.

A partir de ces corrélations, nous accordons l'importance aux indices suivants : comme paramètres de la détection de jeunes talents des 03 groupes d'âge confondus :

Le Lean Body Wight, le composant musculaire et le composant osseux.

IV.4 Analyse en composantes principales des indices de développement physique des sujets, 11ans, 12ans et 13 ans :

Les conditions de réalisations de l'ACP :

La 1^{ère} condition est vérifié et favorable car la majorité des résultats des coefficients de corrélations entre les variables traitées et présentées en matrice de corrélation en forme de bi varié sont > à 0,05 pour les trois groupes d'âge.

La 2^{ème} condition relative, à l'indice Kaiser-Meyer Olkin pour la mesure de la qualité d'échantillonnage : mesuré à 0,468 pour le groupe des 11ans, l'indice KMO est estimé à 0,703 chez le groupe des 12ans, tandis que chez les sujets de 13ans, il est de 0,693 qui est tout à fait > à 0,05 pour chaque groupe.

La 3^{ème} condition, consiste à la signification du test de sphéricité de Barthlett, qui est < 0,05 pour les 03 groupes d'âge.

Tableau 56. Variance totale expliquée des 03 groupes d'âge

Valeurs propres initiales				
Age	Composante	Total	% de la variance	% cumulé
11ans	1	5,02	71,74	71,74
	2	1,94	27,74	99,48
12ans	1	5,98	85,52	85,52
	2	0,97	13,97	99,49
13ans	1	5,29	88,19	88,19
	2	0,69	11,64	99,84

L'analyse en composante principale des indices de développement physiques appropriés aux enfants ; que nous avons utilisé dans ce chapitre, afin de, déterminer l'importance relative dans le domaine de la détection des jeunes talents, nous permette de remarquer un taux de variance très élevé de la première composante principale pour les trois groupes d'âge . La variance totale initiale des sujets de 11 ans, de la première composante est évaluée à 71,74 %, qui expliquent un taux élevé d'inertie.

Les sujets de 12 ans sont déterminés par un taux de variance évalué à 85,52 %, d'information nécessaire à expliquer le phénomène de redondance. La variance exprimée chez les enfants de 13 ans est indiquée par un pourcentage de 88,19%.

Enfin, nous soulignons que les valeurs propres initiales des 03 groupes d'âge relatives à la première composante principale expliquent suffisamment les redondances complémentaires (voir tableau 56).

Tableau 57. Coefficients de corrélation des indices de développement physique avec les composantes principales des sujets, 11ans, 12ans et 13 ans.

Variables	11 ans n=60		12 ans n=68		13 ans n=72	
	Composante1	Composante2	Composante1	Composante2	Composante1	Composante2
Indice Schreider	0,98		0,97		0,96	
Indice Energétique	-0,97		-0,96		-0,92	
Surface relative	-0,97		-0,95		-0,92	
Poids / Taille	0,79		0,86		0,74	
Indice Ketlé	0,78		0,86		0,74	
Surface.C.Absolue		0,99		0,98		0,96
Surface.C.Enfants		0,87		0,77		0,84

Le tableau n° 57 : détermine les corrélations entre les variables indiquant le degré de développement physique examiné en composantes principales pour chaque tranche d'âge. Il est déjà prescrit que la première composante traduit la majorité de l'information nécessaire à comprendre le mode de la relation. D'où, on remarque que chez les sujets de 11 ans, il existe une forte relation positive entre l'indice Shreider et la première composante principale mesurée à $r=0,98$. Tandis que, la corrélation entre l'indice énergétique, la surface corporelle relative avec le premier axe est tout à fait forte et négative évaluée à $r=-0,97$ pour les deux indices. Les paramètres anthropométriques : Poids / Taille et l'indice Ketlé sont modérément corrélés au premier axe par des coefficients de 0,79 et de $r=0,78$ respectifs. La surface corporelle absolue est fortement et positivement corrélée au deuxième axe par un coefficient de $r=0,99$, par contre la surface corporelle spéciale enfants est modérément corrélée au deuxième axe par coefficient de $r=0,87$.

L'ACP traitant les données de la tranche d'âge de 12 ans semble avoir le même type et le même mode de corrélations comme celles, de sujets de 11ans. D'où, on observe des corrélations fortes et positives et négatives entre la première composante et les indices anthropométriques respectifs :

L'indice Shreider ($r=0,97$) ; l'indice énergétique ($r=-0,96$) ; la surface relative ($r=-0,95$) ; l'indice Ketlé et l'indice poids / Taille ($r=0,86$). Par contre, la deuxième composante est fortement corrélée à la surface corporelle absolue par un $r=0,98$ et la surface corporelle spéciale enfants est liée par un $r=0,77$.

L'ACP relative à l'échantillon de 13 ans relate une relation linéaire entre la première composante principale et l'indice anthropométrique Shreider, par un coefficient évalué à $r=0,96$. Néanmoins, l'indice énergétique et la surface relative sont les deux négativement

corrélées avec la première composante principale par un coefficient de $r=-0,92$. La deuxième composante principale est corrélée à l'indice de la surface corporelle absolue par un coefficient équivalent à $r=0,96$ et la surface corporelle pour enfants est corrélée par un $r=0,84$.

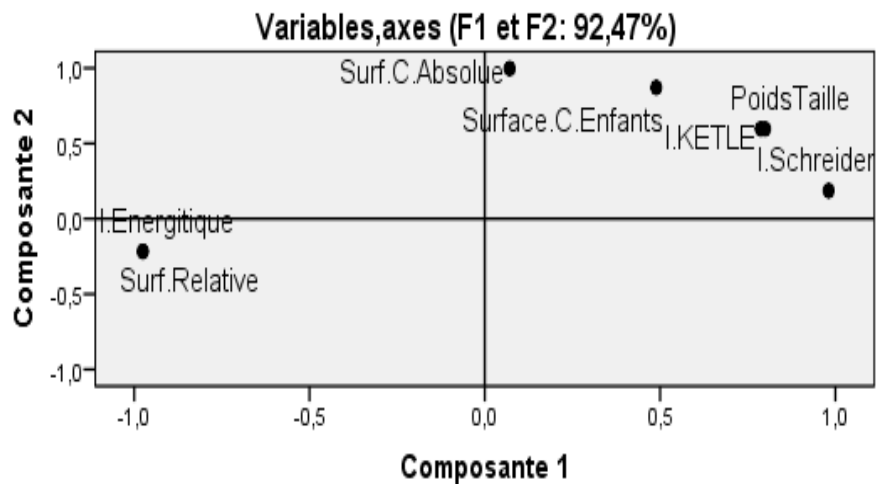


Figure 63. Tracé des corrélations des composantes principales avec les indices de développement physique des sujets de 11 ans.

La figure n° 63 : traduit les corrélations entre les variables des indices de développement physique avec les composantes principales de l'échantillon de 11ans. Dont, on observe une forte redondance entre l'indice Shreider et la première composante principale ; aussi, l'indice Ketlé et l'indice Poids / Taille sont corrélés entre eux et sont bien représentés sur le premier axe. Les trois variables citées, forment l'effet taille avec le premier axe, aussi l'indice surface relative et surface spéciale enfants sont fortement et négativement représentées sur le premier axe ce qui traduit une relation réversible entre les trois indices.

Cette relation s'explique que si l'indice Shreider, Ketlé ou Poids / Taille augmente, la surface relative ou l'indice énergétique diminue et vice versa : ce qui fait, une relation corrélative d'effet forme. La surface absolue et la surface spéciale enfants sont représentées sur la deuxième composante.

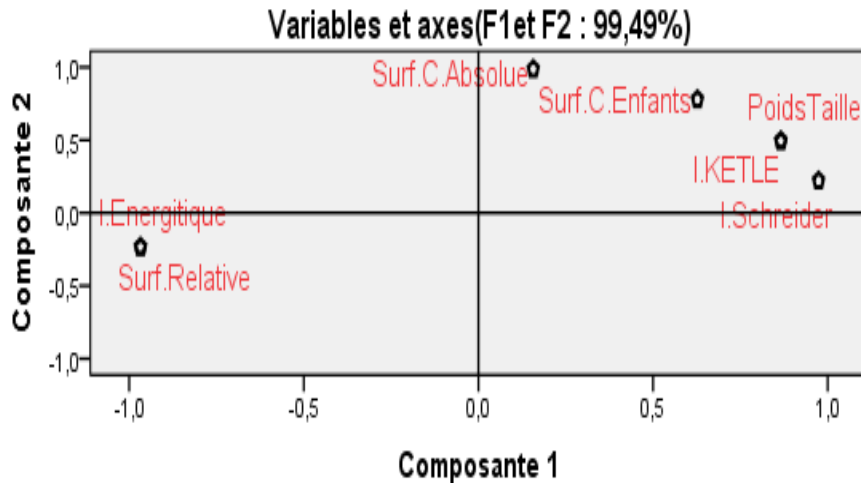


Figure 64. Tracé des corrélations des composantes principales avec les indices de développement physique des sujets de 12 ans.

Le tracé des corrélations n°56 : après rotation relative aux sujets de 12 ans est presque similaire dans la forme à celui des sujets de 11ans. OÙ, on observe que l'indice Shreider, Poids / Taille et l'indice de Ketlé sont fortement corrélés entre eux et à la fois bien représentés avec la première composante principale par effet taille. L'indice énergétique et la surface corporelle relative sont bien négativement représentées sur la première composante par effet forme. La deuxième composante principale est fortement corrélée avec la surface absolue ; mais modérément corrélée avec la surface corporelle pour enfants.

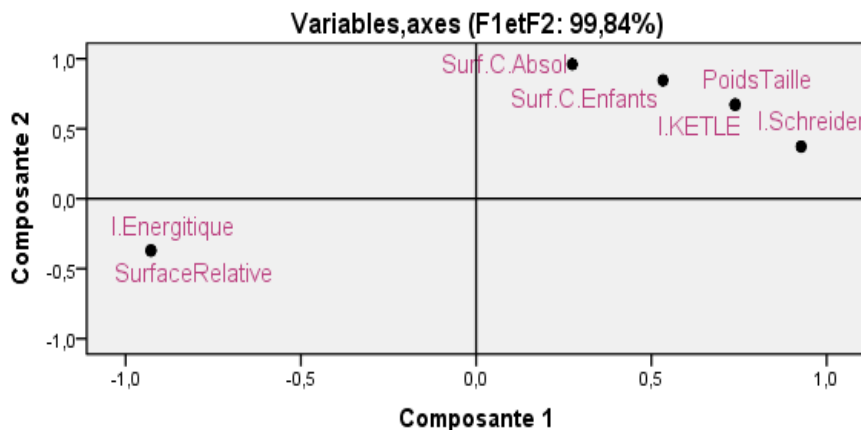


Figure 65. Tracé des corrélations des composantes principales avec les indices de développement physique des sujets de 13 ans.

Le tracé des corrélations des sujets de 13 ans (figure n° 65) : produit une redondance forte et positive entre l'indice Shreider avec le premier axe. Aussi, on observe une redondance complète entre ces deux variables. L'indice Poids / Taille et l'indice Ketlé et qui sont bien représentés sur le premier axe, cet ensemble de corrélation forme l'effet taille ;

toutefois, l'indice énergétique et la surface corporelle relative sont négativement corrélés avec la première composante par effet forme. L'indice anthropométrique de la surface absolue et la surface corporelle spéciale enfants sont représentés sur la deuxième composante.

En concluant que, si nous faisons ressortir les indices les plus représentatifs pour l'ensemble des trois tranches d'âge, afin de les présenter comme model applicable et dans le domaine de la détection des jeunes coureurs de demi-fond. La systématique s'appuie sur les résultats de la variance totale expliquée pour les trois groupes qui indiquent un taux de 71,74% chez les sujets de 11ans, 85,52% chez les sujets de 12 ans et un taux de 88,11% chez les 13 ans de la première composante, cela indique que celle-ci porte la majorité de l'information nécessaire.

A cet effet, les indices de développement physique les plus importants à travers cette étude sont : l'indice Shreider, l'indice Ketlé, la surface relative et l'indice énergétique.

IV.5 Analyse en composantes principales des somathotypes des sujets 11ans, 12ans et 13 ans :

Les conditions statistiques de réalisation de l'ACP :

La 1^{ère} condition est vérifié et favorable car la majorité des résultats des coefficients de corrélations entre les variables traitées et présentées en matrice de corrélation en forme de bi varié sont supérieures à 0,05 pour les trois groupes d'âge.

La 2^{ème} condition, relative à l'indice Kaiser-Meyer Olkin pour la mesure de la qualité d'échantillonnage : mesuré à 0,651 pour le groupe des 11ans, l'indice KMO est estimé à 0,531 chez le groupe des 12ans, tandis que chez les sujets de 13ans, il est de 0,579 qui est tout à fait > à 0,05 pour chaque groupe.

La 3^{ème} condition, consiste à la signification du test de sphéricité de Barthlett, qui est <0,05 pour les 03 groupes d'âge.

Tableau 58. Variance totale expliquée des 03 groupes

Valeurs propres initiales				
Age	Composante	Total	% de la variance	% cumulé
11 ans	1	2,22	74,06	74,06
	2	0,54	18,04	92,11
12 ans	1	1,53	50,43	50,43
	2	0,92	30,88	81,32
13 ans	1	1,96	65,47	65,47
	2	0,79	26,32	91,79

Le présent tableau (n°58) : résume le taux de la variance totale exprimée relative à l'analyse de la composante principale des trois types de somatotype ; où nous remarquons que la première et la deuxième composante principale constituent une variance de 92,11 % d'inertie nécessaire à résumer l'information totale que chez l'échantillon de 11 ans . Par contre, la première composante renferme un taux de 74,06% d'inertie. L'échantillon de 12 ans est caractérisé par une variance totale de la première et la deuxième composante évaluée à 81,32%. Tandis que, la première composante porte la moitié de l'information estimée à 50,43% de la variance exprimée. La variance totale des sujets de 13 ans s'avère aussi, importante et exprime une valeur de 91,79%, pour le premier et le deuxième facteur. Toutefois, le premier facteur renferme seul plus que, la moitié de l'information du total de l'ACP (65,47%).

Tableau 59. Coefficients de corrélation des indices somatotypes avec les composantes principales des sujets, 11ans, 12ans et 13 ans.

	11 ans n=60		12 ans n=68		13ans n=70	
Variables	Composante1	Composante2	Composante1	Composante2	Composante1	Composante2
Ectomorphie	-0,93	-0,19	-0,86		-0,92	-0,14
Mésomorphie	0,82	0,43	0,81	0,19	0,91	0,17
Endomorphie	0,27	0,95		0,97	0,17	0,98

L'analyse factorielle entre le premier et le deuxième facteur et les trois indices de la constitution corporelle (tableau n°59), indique un mode semblable de type de corrélation pour les 03 groupes d'âge examinés.

L'ACP des sujets de 11 ans traduit une corrélation forte et négative de l'indice morphologique, Ectomorphe avec le premier facteur évaluée à $r=-0,93$, l'indice Mésomorphe est positivement relié aussi au premier facteur par un coefficient de $r=0,82$. Tandis que, l'indice Endomorphe est fortement corrélé au deuxième facteur par un coefficient de $r=0,95$.

L'ACP relative à l'échantillon de 12 ans dénote une corrélation négative de l'indice Ectomorphe avec le premier facteur par une tension négative de $r=-0,86$; aussi l'autre indice Mésomorphe est relié au même facteur par un coefficient de $r=0,81$. Par contre, l'indice Endomorphe est mesuré à une forte tension avec le deuxième facteur par un coefficient de $r=0,97$.

L'ACP des sujets de 13 ans est caractérisée par une corrélation négative entre la première composante et l'indice anthropométrique Endomorphe, évalué à $r=-0,92$. L'indice

Mésomorphe est relié aussi à la première composante principale, par un coefficient positif de $r=0,91$; l'indice Ectomorphe est relié à la deuxième composante par un coefficient très élevé évalué de $r=0,98$.

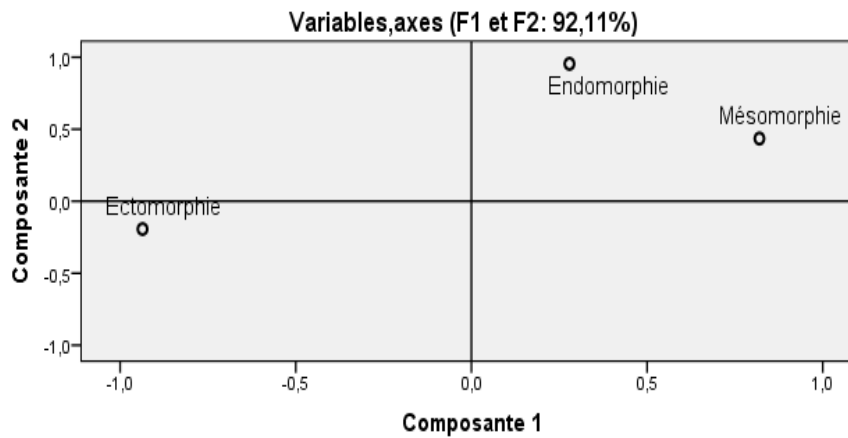


Figure 64. Tracé des corrélations des composantes principales avec les indices somatotypes des sujets de 11 ans.

Le tracé (figure n°64) : des corrélations entre les deux premiers facteurs et les trois types de constitution corporelle (somatotype), relative au groupe de sujets de 11 ans traduit une redondance positive et importante entre le premier facteur et l'indice Mésomorphe. Toutefois, l'indice Ectomorphe est fort négativement corrélé aussi au premier facteur qui constitue une relation réversible entre l'indice Mésomorphe et Ectomorphe, par contre l'indice Endomorphe est bien représenté sur le deuxième facteur.

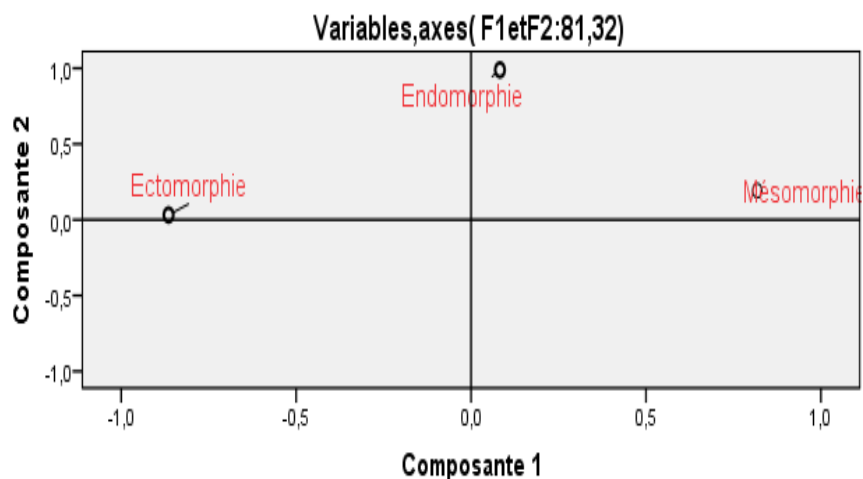


Figure 65. Tracé des corrélations des composantes principales avec les indices somatotypes des sujets de 12 ans.

Le tracé des corrélations n°65 : des sujets de 12 ans, prend presque le même mode de celui des sujets de 11 ans. Nous observons une représentation positive de l'indice

Mésomorphe sur la première composante ; Néanmoins, l'indice Ectomorphe est négativement représenté sur la deuxième composante principale formant une relation réversible avec l'indice d'Ectomorphie appelée aussi effet forme, l'Endomorphie est à son tour modérément positionné sur la deuxième composante principale.

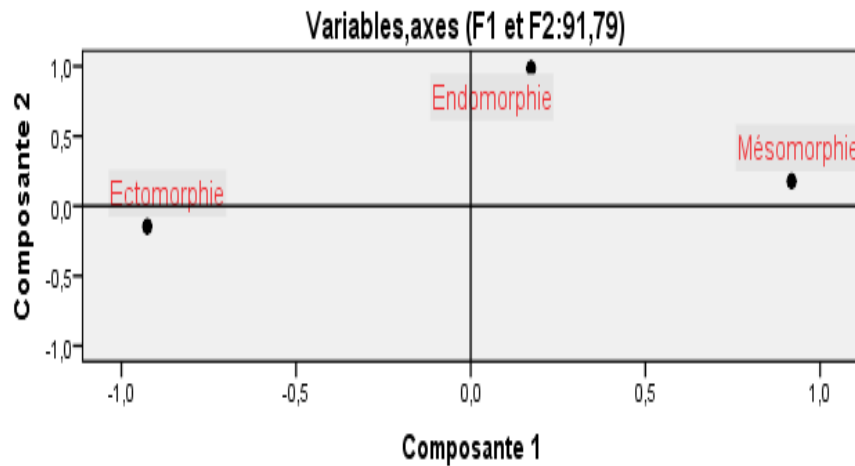


Figure 66 .Tracé des corrélations des composantes principales avec les indices somatotypes des sujets de 13 ans.

Le tracé des corrélations (figure n°66) : des 13 ans est semblable à celui des 12 ans et des 11 ans, selon le mode des corrélations. L'indice Mésomorphe est fort et positivement représenté sur le premier axe. Par contre, l'indice Ectomorphe est négativement représenté sur le même axe, ce qui traduit une relation réversible et aussi d'effet forme.

A l'issue, de cette approche d'étude de l'ACP des trois tranches d'âge, nous pourrions dire que les deux indices, Mésomorphe et Ectomorphe sont corrélés entre eux, par un lien statistique réversible et d'un effet forme sur les premiers facteurs ou composantes des trois tranches d'âge. Il semble, qu'ils sont les deux indices les plus valides et prouvés pour leur utilisation comme modèle employé dans la mission de détection des jeunes talents coureurs de distances de demi-fond.

Aussi ces deux paramètres sont bien représentés sur les premières composantes principales qui à leur tour donnent plus que les 50% des variances ou inerties pour les trois échantillons de notre étude.

IV.6 analyse en composantes principales des tests physiques des sujets, 11ans, 12ans et 13 ans :

Les conditions de réalisation de l'ACP

La 1^{ère} condition est vérifiée et favorable car la majorité des résultats des coefficients de corrélations entre les variables traitées et présentées en matrice de corrélation en forme de bi varié sont $> 0,05$ pour les trois groupes d'âge.

La 2^{ème} condition, relative à l'indice Kaiser-Meyer Olkin pour la mesure de la qualité d'échantillonnage : mesuré à 0,505 pour le groupe des 11ans, l'indice KMO est estimé à 0,504 chez le groupe des 12ans, tandis que chez les sujets de 13ans, il est de 0,495 qui est tout à fait $> 0,05$ pour chaque groupe.

La 3^{ème} condition, consiste à la signification du test de sphéricité de Barthlett, qui est $< 0,05$ pour les 03 groupes d'âge.

Tableau 60. Variance totale expliquée des 03 groupes

Valeurs propres initiales				
Age	Composante	Total	% de la variance	% cumulé
11 ans	1	1,99	66,57	66,57
	2	0,97	32,54	99,11
12 ans	1	2,09	69,92	69,92
	2	0,88	29,61	99,54
13 ans	1	1,95	65,27	65,27
	2	0,99	33,28	98,55

Le tableau n° 60 : traduit la variance totale exprimée par l'analyse en composante principale des trois groupes d'âge ; dont nous remarquons que le premier et le deuxième facteur des trois groupes de sujets examinés portent presque la totalité de l'inertie ; concomitamment à cela, nous observons que le deuxième facteur est évalué, par un total de coefficient inférieur à la valeur 01. Ce qui traduit et donne l'avantage au premier facteur, d'exprimer ou de porter la totalité de l'information et de l'inertie. La variance propre initiale cumulée des sujets exprime un taux de 66,57% par le premier facteur. Par conséquent, les deux facteurs expriment un taux de 99,11% de variances. Les sujets de 12 ans expriment un taux de 69,92% par le premier facteur.

Tandis que, les deux facteurs décrivent 99,54% de la variance totale. Chez les sujets de 13 ans, le premier facteur exprime 65,27% de variance et un total de variance cumulée de 98,55% pour les deux facteurs extraits.

Tableau 61. Coefficients de corrélation des tests physiques avec les composantes principales des sujets 11ans, 12ans et 13 ans.

Variables	11 ans n=60		12 ans n=68		13 ans n=72	
	Composante1	Composante1	Composante1	Composante1	Composante1	Composante1
VO ₂ max	0,99		0,99	-0,1	0,98	
V.M.A	0,99		0,98	-0,14	0,98	
Test 1200m		0,99	-0,12	0,99		1,00

L'ACP suivant le tableau 61, décrit des coefficients de corrélations relatifs aux indices des tests physiques avec la première et la deuxième composante principale. Ou, nous remarquons l'existence de forte corrélation positive chez les sujets de 11 ans entre la première composante principale avec les deux indices de la consommation maximale d'oxygène exprimés par l'épreuve de VO₂ max et de la V.M.A indiqués par des coefficients de corrélations équivalent à $r=0,99$ pour les deux. Par contre la variable du test de 1200m est bien représentée sur le deuxième axe.

Le mode de corrélation issu, à partir de l'ACP des sujets de 12 ans est semblable à celui des sujets de 11 ans ; du fait que, nous observons des fortes corrélations positives entre la première composante principale et les deux indices respectifs :

Le VO₂max estimé à $r=0,99$ et la V.M.A à $r=0,98$, par contre le test de 1200m est bien corrélé au deuxième composante principale.

L'ACP des sujets de 13 ans présente des corrélations aussi fortes et positives entre le premier facteur et les deux variables, la V.M.A et le VO₂max par un coefficient équivalent à $r=0,98$ pour les deux ; contrairement le test de 1200m est corrélé fortement au deuxième facteur par un coefficient de $r=01,00$.

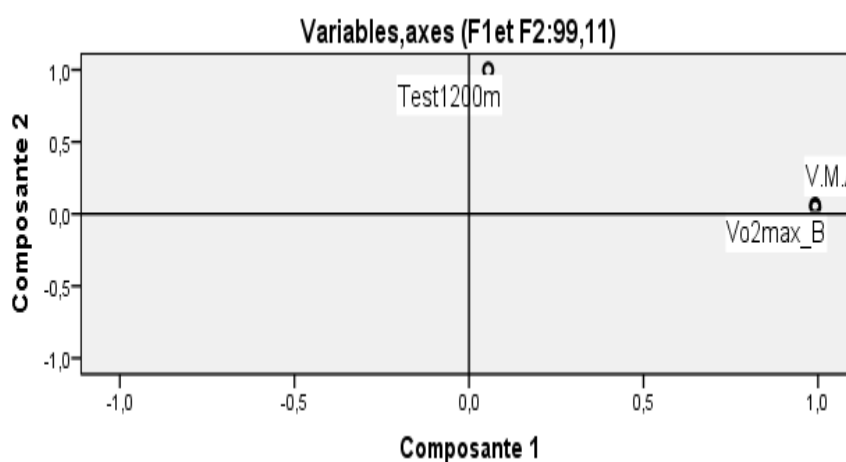


Figure 67. Tracé des corrélations des composantes principales avec les tests physiques des sujets de 11 ans.

Le tracé des corrélations (figure 67), relatif aux sujets de 11 ans et réalisé par méthode Varimax avec normalisation Kaiser présente une analyse de la composante principale caractérisée, par une corrélation complète entre les deux variables, VO₂max et la V.M.A. qui sont en redondance entre eux, ce qui fait que l'un représente l'autre et en même temps, Ils sont bien représentés sur le premier axe par effet taille ? et en comportant plus d'informations évaluée à une variance de 66,57% . Le test de course de 1200m est aussi bien représenté à son tour sur le deuxième axe.

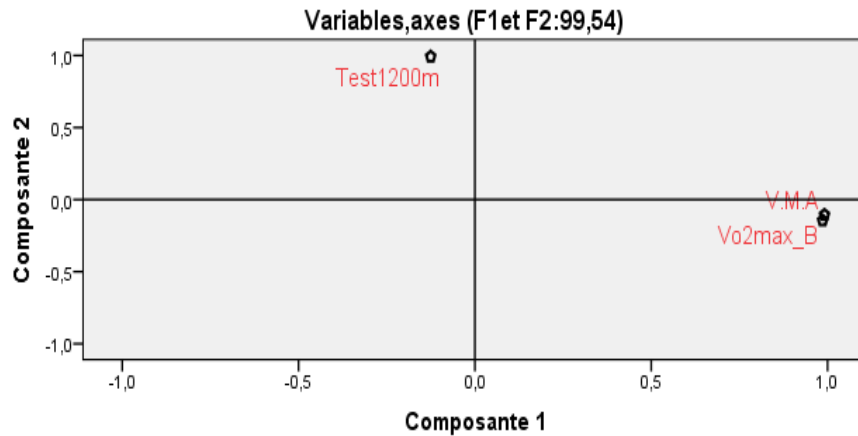


Figure 68. Tracé des corrélations des composantes principales avec les tests physiques des sujets de 12 ans.

La figure 68, dénote que les deux variables, VO_{2amx} et la V.M.A, sont fortement corrélées entre eux et bien représentées sur le premier axe, qui exprime un taux élevé de variance de 69,72% d'inertie. Par contre la variable du test de 1200m est bien représentée sur le deuxième facteur.

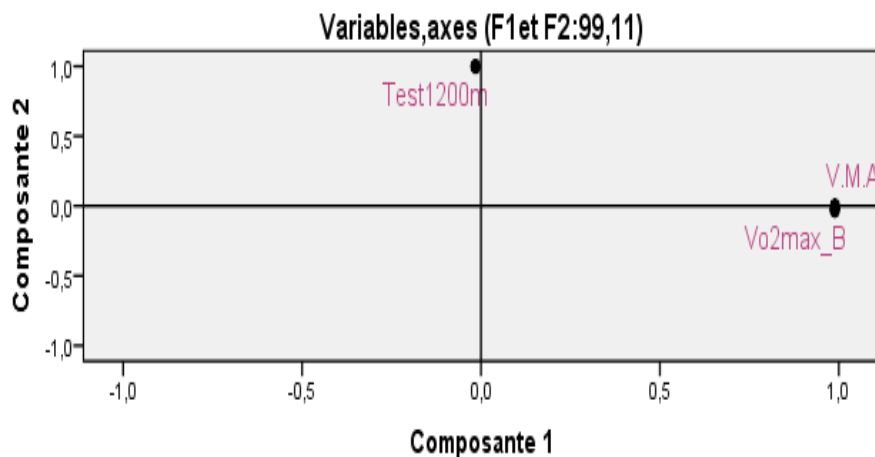


Figure 69. Tracé des corrélations des composantes principales avec les tests physiques des sujets de 13 ans.

La lecture du tracé n°69 ,de corrélation de l'ACP des sujets de 13 ans est semblable à celui des 12 ans et des 11 ans, où nous remarquons une corrélation complète entre le VO_{2max} et la V.M.A et qui sont bien représentés sur le premier axe par effet taille qui comporte un taux de variance évalué à 65,27% et pour dire que toute l'information est indiqué sur la première composante L'autre indice du test physique de la course de 1200m est à son tour bien représenté sur le deuxième axe.

A partir de ces informations, apportées par les trois analyses en composante principale relative, aux trois tranches d'âge de notre étude. Nous suggérons que, les indices de la consommation maximale d'oxygène qui pourront utiliser comme critère de détection des jeunes talents coureurs de demi-fond, cibler par l'indice relative de la consommation maximale d'oxygène ($VO_2\text{max}$) et la valeur maximale aérobie (V.M.A).

IV.7 Synthèse des résultats des corrélations des indices anthropométriques de chaque tranche d'âge, 11 ans, 12 ans et 13 ans, en ACP, Par méthode Varimax -Kaiser

Résultats des corrélations entre les longueurs corporels avec les composantes principales

Sujets	Variabes	1 ^{ere} composante Coefficient corrélacion	Variabes	2 ^{eme} composante Coefficient corrélacion
11 ans	<u>Stature</u>	0,91	L.M.I	0,95
	<u>Taille assis</u>	0,91	L. Cuisse	0,91
	<u>L .Tronc</u>	0,86		
12 ans	<u>L.M.I</u>	0,91	Stature	0,75
	<u>L. Cuisse</u>	0,95	Taille assis	0,92
13 ans	Stature	0,79	Taille assis	0,86
	<u>L.M.I</u>	0,96	L. Tronc	0,89
	<u>L. Cuisse</u>	0,91		

Résultats des corrélats entre les périmètres (circonférences) avec les composantes principales

Sujets	Variabes	1 ^{ere} composante Coefficient corrélacion	Variabes	2 ^{eme} composante Coefficient corrélacion
11 ans	<u>Abdomen</u>	0,84	Jambe	0,91
	<u>Avant-bras</u>	0,81	Cuisse	0,82
	Thorax repos	0,76		
12 ans	<u>Thorax repos</u>	0,76	Avant-bras	0,93
	<u>L .Cuisse</u>	0,76		
13 ans	Abdomen	0,83	Bassin	0,94
	<u>Thorax repos</u>	0,79		
	<u>Bras décontract</u>	0,77		

Résultats des corrélats entre les composants du poids du corps avec les composantes principales

Sujets	Variabes	1 ^{ere} composante Coefficient corrélacion	Variabes	2 ^{eme} Composante Coefficients corrélacion
11 ans	<u>L.B.W</u>	0,94	C. Adipeux	0,89
	<u>C. Osseux</u>	0,83	Fat Weight	0,88
	C. Musculaire	0,7		
12 ans	<u>C. Adipeux</u>	0,92	C. Musculaire	0,92
	<u>Fat Weight</u>	0,94		
13 ans	<u>L.B.Weight</u>	0,94	C. Adipeux	0,93
	C. Osseux	0,74	Fat Weight	0,96
	<u>C. Musculaire</u>	0,92		

Résultats des corrélats entre les composants du poids du corps avec les indices de développement physique

Sujets	Variables	1 ^{ère} composante Coefficient corrélation	Variables	2 ^{ème} Composante Coefficients corrélation
11 ans	<u>Indice Scheider</u>	0,98	Surface Absolue	0,99
	Indice Energétique	-0,97	Surface Enfants	0,87
	Surface Relative	-0,97		
	<u>Poids/Taille</u>	0,79		
	<u>Indice Ketlé</u>	0,79		
12 ans	<u>I. Scheider</u>	0,97	Surface Absolue	0,99
	Indice énergétique	-0,96	Surface Enfants	0,78
	Surface Relative	-0,95		
	<u>Poids/Taille</u>	0,86		
	<u>Indice Ketlé</u>	0,96		
13 ans	<u>Indice Scheider</u>	0,96	Surface Absolue	0,96
	<u>Indice énergétique</u>	-0,92	Surface Enfants	0,84
	<u>Surface Relative</u>	-0,92		

Résultats des corrélats entre les indices somatotypes avec les composantes principales

Sujets	Variables	1 ^{ère} composante Coefficient corrélation	Variables	2 ^{ème} Composante Coefficients corrélation
11 ans	Ectomorphe	-0,93	Endomorphe	0,96
	Mésomorphe	0,82		
12 ans	Ectomorphe	-0,86	Endomorphe	0,97
	Mésomorphe	0,81		
13 ans	Ectomorphe	-0,92	Endomorphe	0,98
	Mésomorphe	0,91		

IV.8 Discussion :

La corrélation des longueurs corporelles des trois groupes d'âge, issue de l'analyse multifactorielle indique une différence partielle dans les types de corrélations des longueurs avec les facteurs. A retenir que ; la taille, la taille assis, la longueur du membre inférieur et la longueur de la cuisse demeurent tous importantes pour les trois groupes d'âge. Cela est dû à, l'accroissement statural au cours de cette période.

Les modèles de Butler et al., 1989 ; Hauspie et Chrzastek-Spruch, 1993 montrent que la vitesse de croissance de la stature est caractérisée par une période d'accroissement rapide ; néanmoins, décélérant durant les deux premières années de la croissance postnatale ; elle est suivie d'une période de vitesse de croissance staturale plus au moins constante ; parfois,

interrompue par un ou plusieurs petits pics de croissance pré pubertaire . Cette période est suivie par période pubertaire ou d'adolescence caractérisée par la présence d'un pic important de croissance pubertaire. Aussi, l'évolution séculaire de la taille est essentiellement liée à celle de la longueur des membres inférieurs (Tanner et al., Tanner, 1990). A partir de cela, nous pourrions dire que les segments longitudinaux importants au cours de cette période d'âge, propices et bénéfiques d'être conçus à l'aspect de la détection des jeunes talents en course de demi-fond, sont la taille, la taille assis, la longueur du membre inférieur.

Nos commentaires accordés à l'explication systématique de l'analyse en composante principale des circonférences corporelles traitées et examinées pour les trois groupes d'âges ; afin, de faire ressortir les paramètres les plus importants. Ce qui ressort à partir de l'analyse et le traitement des trois parties. Nous est utile de définir que la circonférence du thorax au repos, la circonférence du bras, la circonférence de la poitrine et la circonférence de la cuisse portent une importance pour trois groupes de sujets étudiés.

Ce rythme d'accroissement musculaire en longueur est peut être au changement du poids, des plis cutanés et des circonférences corporelles ; tel édité par : Liestol et Rosenberg, 1995 ; Susanne et al., 2001. Ou bien que nos sujets n'ont pas encore atteint leur croissance maximale, et qu'ils sont un statut pré pubères, et que selon, Sprynarova.S ; et Parizkova.J., (1977) ; dans leur étude ont rapporté que les sujets âgés de moins de 13,25 ans formaient le groupe pré pubère au sens de la maturation somatique (AVM1).

L'analyse en composante principale des composants corporels représentés par : L'indice Lean Body Weight et le composant musculaire (masse maigre) ; le Fat Weight et le composant adipeux (la masse grasse) et le composant osseux. La lecture des résultats expriment que le composant musculaire et l'indice Lean Body Weight sont en redondance complété et corrélé au premier facteur pour les 11ans et les 13ans. Ceux des 12 ans sont corrélés au deuxième facteur .Ce qui, indique biologiquement qu'à cette période d'âge, pré pubertaire ; il n'est pas possible de déterminer si une hypertrophie musculaire significative due à l'entraînement se produit en plus de celle amenées par le processus même de la croissance (Malina, 1998).

Par contre, le composant osseux est bien représenté pour les trois groupes d'âge, on conclut que tant le renforcement de la structure interne de l'os que son hypertrophie nécessitant un certain niveau de stimulation mécanique préalable, qui se produit pendant l'activité physique, telle la course à pied pratiquée par notre population d'étude Raudsepp et Jurimae T., (1999) ; ce qui explique ce résultat. L'indice Fat Weight et le composant adipeux par la méthode *Mateika* sont bien représentés sur la première et la deuxième composante,

qui est peut être due à l'influence de l'exercice et la pratique sportive par notre population ; que selon Malina, 1998, (Bariskova 1977), ont montré que chez les enfants de 13 à 18 ans, se produisent des changements de la quantité de graisse corporelle au niveau de l'entraînement. La diminution de la graisse due à un entraînement sportif provoque aussi de la distribution de la graisse après une période d'entraînement intense de 15 à 20 semaines, la diminution de la graisse chez les garçons est plus élevée au tronc qu'aux extrémités ; à retenir que ces indices anthropométriques sont très utile d'être utilisé comme modèle d'identification des jeunes talents coureurs de distances de demi-fond.

L'étude en ACP des indices de développement physique représentés par : l'indice Shreider, l'indice de la dépense énergétique, l'indice Poids/Taille, la surface relative, l'indice Ketlé sont en corrélation avec la première composante pour les trois tranches d'âge ; en revanche la surface absolue et la surface spéciale enfants (Malina 2003) sont corrélées avec la deuxième composante principale pour les trois groupes d'âge aussi.

L'indice énergétique et la surface relative sont en régression négative par rapport aux autres indices ; une ressemblance presque totale dans le mode et le type d'ACP concernant les trois âges traduit un rythme de croissance unique et des caractéristiques de développement physique semblables pour cette population.

Sur le plan biologique, nous déduisons qu'ils se trouvent en période pré pubertaire ; et que ce rapprochement peut être expliqué par le fait que ces enfants sportifs n'ont pas encore atteint le stade où la taille est en vélocité maximale (HVM). A cette période d'âge, la taille est marquée parfois par un ou plusieurs petits pics de croissance pré-pubertaire (Hauspie, 2003), également la taille est plus souvent élevée durant la période pubertaire, qui représente 15 à 20% de la taille atteinte à l'âge adulte (Eveleth et Tanner, .1990).

Ces indices sont très facile à appliquer sur un très grand nombre de sujets et reflètent des indications Anthropométriques très fiables, dont nous les proposons l'œuvre technique de la détection des jeunes talents, coureurs de distances de demi-fond ; car ils portent les résultats similaires pour les trois périodes d'âges.

Concernant le somathotype, nous constatons les trois tranches d'âge portent la classification identique qui est Mésomorphe-Endomorphe-Ectomorphe ; l'ectomorphe est négativement lié au Mésomorphe. Une stabilité de développement de ces indices au cours de cette période d'âge caractérisée biologiquement par une stabilité de croissance. En se référant à l'étude et les données longitudinales recueillies chez des enfants et adolescents

non-athlètes, il a été permis de constater que le somatotype est relativement stable durant la période de croissance (Castro L.C. 2003). Vers l'âge de 13 ans, les garçons peuvent connaître certaines variations au niveau de la composante mésomorphe (mésomorphique connaît un sursaut vers l'âge de 13 ans ; concomitamment Malina et Bouchard, 1991). Dont les propositions comme indices de détection des jeunes talents sportifs.

La capacité de rendement physiologique aérobie déterminant la performance dans les épreuves de demi-fond, expliquée par l'ACP pour les trois épreuves motrices utilisées dans notre recherche, nous amène à dire que les trois groupes d'âge ont le même mode et le même type de redondance avec les axes ou facteurs, et portent la même inertie ou information ; cela relève une importance particulière de ces qualités à cette période d'âge. A prédire que la consommation maximale d'oxygène et la vitesse d'inertie du $VO_2\text{max}$ est tout à fait stable et confirmée par les travaux de (Barstow et Sheuermann, 2006) : Fawkner et Armstrong (2004a,b). A conclure que ces de bons indicateurs physiologiques de prédiction de la performance chez les jeunes talents coureurs de distance de demi-fond.

IV.9 Conclusion partielle :

En conclusion, les résultats de la troisième partie de notre étude, consacrée à vérifier l'existence de relations statistiques entre les variables anthropométriques de l'échantillon de notre étude, par groupe d'âge (11ans, 12ans, 13ans), comme analyse d'une étude transversale. Dans le but, d'examiner et mettre en évidence les paramètres morphologiques qui ont une forte corrélation avec les meilleurs axes ou composantes, en même temps les variables, qui sont en redondances entre eux ; c'est-à-dire qui portent la même inertie ou information.

Les résultats des corrélats des variables anthropométriques (paramètres totaux, les longueurs corporelles, les périmètres corporels, les composants du poids du corps, les indices de développement physiques, les indices somatotypes, en plus les tests physiques) en ACP, donnent un nombre de corrélations important issue de celle-ci.

Cela affirme que notre hypothèse préalablement énoncée à ce sujet, concernant la relation statistique des paramètres qui seront utilisés dans le domaine de la détection et l'identification des jeunes talents de la tranche d'âge (11, 12, 13ans), coureurs des distances de demi-fond. Ainsi dans la perspective d'autres études à traiter la continuité du sujet ou d'aborder ce que nous n'avons pas traité.

V. Synthèse générale :

A l'issue de cette étude, et suite aux résultats obtenus à partir des trois expérimentations aux sujets de la recherche des indices de la détection et l'identification des jeunes talents coureurs de distances de demi-fond. Et à partir d'une exploitation des corrélats entre paramètres morphologiques et fonctionnels et entre paramètres morphologiques. Nous résumons et présentons en synthèse les paramètres les plus représentés et apparaissent importants dans les résultats des trois parties expérimentales consacrées à cet objectif comme modèle ou référence systématique et métrologiques, afin, d'être utiles et utilisé par l'ensemble des entraîneurs dans la mission et la tâche de la détection des jeunes talents, algériens (11,12 , 13 ans), coureurs des distances de demi-fond présenté sus dessous :

Les paramètres morfo- fonctionnels en tant qu' indices d'identification des jeunes talents, algériens, (11, 12,13 ans), coureurs de demi-fond :

Paramètres totaux

Age, Poids, Taille, VO₂max, VMA

Les points anthropométriques

Acromial, Supra sternal, Radial, Epine iliaque, Tibial, VO₂max, VMA, 1200m

Les diamètres corporels

Bi acromial, Bicrétal, VO₂max, VMA

Les circonférences corporelles

Thorax repos, Bras décontracté, L'abdomen, Bassin, Cuisse, Jambe, VO₂max, VMA

Les longueurs corporelles

Stature, La taille assis, Longueur du tronc, LMS, L. Cuisse, L. JAMBE. VO₂max, VMA, 1200m.

Les proportions corporelles

VMA, VO₂max, DBA/T*100, LMI/T*100, LT/T*100

Les composants du poids du corps

VMA, VO₂max, 1200m, Composant Musculaire, Composant Osseux, Lean Body Weight, Indice % Fat (Peterson 2003), Indice la Sum Σ des 09 plis cutanés.

Indice de croissance

Seuil de maturité

Les indices Somathotypes

VMA, VO₂ max, Mésomorphe, Ectomorphe

VI. Conclusion générale et recommandations :

L'utilité de notre travail de recherche était orientée à l'étude du côté morphologique et fonctionnel des jeunes enfants, algériens (11, 12,13 ans), pratiquants les courses de demi-fond ; par utilisation d'un examen statistique corrélationnel, Bivarié et multifonctionnel pour en faire ressortir à partir des paramètres moteurs et anthropométriques des indices, qui font servir, comme indices de la détection, l'identification et la prédiction de la performance chez ces jeunes talents.

L'analyse corrélatrice des résultats de la première étude par méthode (Bivariée), établie entre les indices moteurs et anthropométriques produit un nombre important de paramètres exergues, qui se ressemblent à ceux de certaines études. Dont, nous les considérons comme un résultat objectif et systématique, d'être utilisé en tant que indices de détection des jeunes talents. La deuxième étude expérimentale comporte une analyse en composante principale (multidimensionnelle), entre les mêmes indices moteurs et anthropométriques, traités dans la première partie ; examinée sur l'échantillon général. Il en résulte l'existence aussi, d'un nombre important de résultat de corrélats, par rapport aux facteurs de corrélations ou en redondance.

Ce résultat faisant un avantage, pour un support d'ordre technique et facile à l'appliquer dans les opérations de détection des jeunes talents, en tant que, indices spécifiques. La troisième étude expérimentale réalisée par le biais aussi de l'ACP, mais cette fois ci, comportant seulement l'examen statistique des paramètres morphologiques et anthropométriques, relatifs à chaque tranche d'âge, traitée séparément de notre échantillon, sous forme d'une étude transversale.

L'analyse finale, pour faire ressortir les indices importants pour chaque période d'âge, et une analyse simultanée. Afin de cerner les paramètres anthropométriques spécifiques à chaque âge ; sous l'alternance et suivie des manifestations de croissance et de développement.

A cet effet, nous remarquons qu'il existe un nombre important de corrélation avec les axes et en redondances entre les variables morphologiques ; où nous les suggérons en tant qu'indices d'identification des jeunes talents, algériens (11,12 et 13ans), coureurs des distances de demi-fond.

A la fin, nous soulignons que notre hypothèse générale, préalablement énoncée est tout à fait affirmée à ce sujet. En laissant un le choix et la perspective s'inscrivant dans la continuité ou le prolongement d'aborder d'autres alternatives systématique de trouver des solutions aux soucis et problèmes de la détection et l'identification des jeunes talent en athlétisme ou d'autre spécialités sportives.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE :

- Abbott, A., Button, C., Pepping, GJ & Collins, D. (2005).** Unnatural selection : talent Identification and development in sport, *Nonlinear Dynamics, Psychology & LifeSciences*, vol 9, pp.61–88.
- Arlot, ME., Sornay-Rendu, E., Garnero, P., Vey-Marty, B & Delmas, PD.(1997).** Apparent pre- and postmenopausal bone loss evaluated by DXA at different skeletal sites in women: the OFELY cohort. *J Bone Miner Res*, vol12, pp. 683–690.
- Armstrong, N., Welsman, JR & Kirby B. (1998).** Peak oxygen reuptake and maturation in 12 years old. *Med. Sci. Sports ExeC*, vol 30, pp.165 – 169.
- Armstrong, N &Welsman, JR. (2001).** Peak oxygen uptake in relation to growth and maturation in 11–17 year old humans, *European Journal of Applied Physiology*, vol 85, pp.546–551.
- Armstong, N & Fawkner, SG. (2003).** Réponse cinétique de l'absorption d'oxygène à l'exercice chez les enfants, *Médecine du sport*, vol 33, pp.651–669.
- Armstrong. N., barker. A.R., Fulford. J., Welford. D., Welsman. J.R & Williams, C.A. (2006).** Kinetics of muscle phosphocreatine and pulmonary oxygen uptake during moderate intensity exercise in children. In: *Proceedings of the 11th Annual Congress of the European College of Sport Sciences*, edited by Hoppeler. H., Reilly. T., Tsolakidis. E., Gfeller. L., Klossner. S: Sportverlag Strauss, pp. 443.
- Armstrong, N.,Balding,J., Gentle, P.,Williams,J & Brian Kirby.,B.(1990).** Peak Oxygen Uptake and Physical Activity in I I - to 16-Year-Olds. *Pediatric Exercise Science*, vol2, pp.349-358.
- Astrand,PO. (1952).** Experimental studies of physical working capacity in relation to sex and age. Copenhagen (Danemark): Munksgaad.
- Bailey, R., Stephan, P et Pate, R, (1991).**Faisabilité d'améliorer l'économie de fonctionnement,Médecine du sport, vol 12, pp.228–236.
- Bailey, DA & MC Culloch, RG. (1992).** Osteoporosis: are there childhood antecedents for an adult health Problems, *Canadian Journal Pediatr*, vol 5, pp.130–134.
- Bailey, DA & Kay, MC. (1999).**Une étude longitudinale de six ans sur la relation entre l'activité physique et l'accumulation de minéraux osseux chez les enfants en pleine croissance : étude sur l'accroissement des minéraux osseux de l'Université de la Saskatchewan, *Journal of Bone and mineral research*, vol 14(10), pp. 1672-1679.
- Bailey, DA., Martin, AD., Mckay, HA., Whiting, S & Mirwald, RL. (2000).** Calcium accretion in girls and boys during puberty: a longitudinal analysis. *Journal Bone Miner Res*, vol15, pp. 2245–2250.
- Barstow, TJ& Mole, PA. (1991).**Caractéristiques linéaires et non linéaires de la cinétique d'absorption d'oxygène pendant un exercice intense, *Journal américain of applied physiology*, vol74(6), pp.2099-2106.
- Barstow, TJ & Mole, D. (1991).**Relation entre la puissance critique humaine et la consommation d'oxygène à différentes fréquences de pédalage, *Experimetal physiology*, vol 91(3), pp, 483-646.

- Barstow, T.J., Andrew, AM., Nguyen, PH & Casaburi, R. (1993).** Influence of Muscle Fibre Type and Fitness on the Oxygen Uptake/Power Output Slope During Incremental Exercise in Humans, *Experimental physiology*, Vol 85(1), pp.109-116.
- Barstow, T.J. (1994).** Caractérisation de la cinétique VO₂ lors d'un exercice intense, *Médecine and Science in Sports and Exercice*, vol 26(11), pp.1327-1334.
- Barstow, T.J., Andrew, M., Nguyen, HJ & Casaburi, R. (1996).** Influence du type de fibre musculaire et de la fréquence des pédales sur la cinétique d'absorption d'oxygène lors d'un exercice intense, *journal americain of applied physiology*, vol 81(4), pp. 1642-1650.
- Barstow, T.J., Andrew M., JH, Nguyen, HJ et Casaburi, R. (2000).** Influence of Muscle Fibre Type and Fitness on the Oxygen Uptake/Power Output Slope During Incremental Exercise In : Humans, *Revue Experimental Physiology*, Vol 85,(1), pp. 109-116.
- Barstow, T.J & Scheuermann, B.W. (2006).** Effects of maturation and aging on VO₂ kinetics. In: *Oxygen Uptake Kinetics in Sport, Exercise and Medicine*, edited by Jones, A.M. and Poole, D.C. London, Routledge, pp.332–352.
- Berg, A. & Keul, J. (1998).** Biochemical changes during exercise in children. In: *Young Athletes*, edited by Malina, R.M. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 61–78.
- Bergh, V., Sjodin, B., Forsberg, A., & Svedenhag, J. (1991).** The relationship between body mass and oxygen uptake during running in humans. *Med. and Sciences in Sports and Exer*, vol 23, pp. 205-211.
- Berthoin, S., Gerbeaux, M., Turpin, E., Guerrin, F., Lensel .G., Orbeil, G & Vandendorpe. (1984).** Comparaison de deux essais sur le terrain pour estimer la vitesse l'aérobie maximale, *journal des sciences des sports*, vol 12(4), pp. 352-362.
- Berthon, P., Dabonneville, M., Fellmann, N., Bedu & Chamoux, N. (1997).** vitesse aérobie maximale mesurée par le test de course sur le terrain de 5 min sur deux groupes de niveau de forme physique différents. *Archives de physiologie et biochimie*, Vol 105(7).
- Beunen, G., Malina, R., Lefevre, HJ., Claessens, A & Renson R. (1994).** Size, fatness and relative fat distribution of males contrasting maturity status during adolescence and as adults. *Int J Obesity*, vol, 18, pp. 670-678.
- Billat, V & Koralsztein, JP. (1996).** Signification de la vitesse à $\dot{V}O_{2max}$ et du temps d'épuisement à cette vitesse, *Midecine du sport*, vol 22, pp.90-108.
- Billat, V. (1998).** *Physiologie et méthodologie de l'entraînement*. Paris, Bruxelles : DeBoeck Université.
- Billat, V. (2002a).** Effect of Training on the Physiological Factors of Performance in Elite Marathon Runners (Males and Females), *Internationnal Journal Sports Med*, vol 23, pp. 336–341.
- Billat, V. (2002b).** Effet de l'entraînement chez l'homme sur la cinétique d'absorption d'oxygène pendant et sans transitoire après des courses d'intensité épuisante sévère, *Journal européen de physiologie appliquée*, vol 87, pp.496–505.
- Bloom, BS. (1985).** Generalization about talent developement .In Bloom, SB. (Eds.) : *Developing talent in young people*. New york : Balentine Books, pp.507-509.
- Bockn, RD & Thissen, DM (1980).** Statistical problems of fitting individual growth curves. In : *Human Physical Growth and Maturation*. Johnston FE ., Roche AF., SUSANNE, C (eds). Plenum Press, New York et Londres, pp. 265-290.

- Bogin, B & MC Vean, RB. (1984).** Growth status of non-agrarian, semiurban living Indians in Guatemala. *Hum Biol*, vol 56, pp.527-538.
- Boisseau, N & Delmarche, P. (2000).** Metabolic and hormonal responses to exercise in children and adolescents, *journal sports medicine*, vol 30, pp.405–422.
- Bouchard, C. 1986.** Genetics of aerobic power and capacity, In Malina, RM et Boucard, C,(eds), *Sport and Human Genetics*, Champagn, In : *Human Kenetics*, pp.59-88.
- Bounak, (1931).** Cours morphologie du sport INS/STS, Dely Ibrahim, Alger.
- Brandon, LJ. (1995).** Facteurs physiologiques associés à la performance de course de moyenne distance, *Sports Medecine*, vol 19 (4), pp. 268-277.
- Butler, GE., Mckie, M & Ratcliffe, SG. (1988).** An analysis of the phases of mid-childhood growth by Development synchronisation of growth spurts. In: *Auxology 88, Perspectives in the Science of Growth*, Tanner, JM: (ed). Smith-Gordon et Comp. Ltd., Londres, 77-84, pp. 609-616.
- Byard, PJ., Guo, S&, Roche AF. (1993).** Family resemblance for Preece-Baines growth curve parameters in the Fels Longitudinal Growth Study. *Am J Hum Biol*, vol 5.pp. 151-157.
- Carminés, EG & Zeller RA. (1988).** Reliability and validity assessment. London : Sage publications, Beverly Hills.
- Carter, J., Mirwald, EL., Heath-Roll, RL & Bailey, D. A.(1997).** Somatotypes of 7- to 16-year-old boys in Saskatchewan. Canada: *Am. J. Hum. Biol.* vol 9, p. 257.
- Carter, H & Jones,AM. (2000).** Cinétique d'absorption d'oxygène dans la course sur tapis roulant et l'ergométrie du vélo : une comparaison. *Journal americain of applied physiology*, vol 89(3), pp.899-907.
- Carter, J. EL. & Ackland, TR. (2008).** Somatotype in sport. In: (T R. Ackland, BC. Elliot and J. Bloomfield, eds), *Applied Anatomy and Biomechanics in Sport: 2nd Edition*. Human Kinetics; Champaign.
- Castro, LC (2003).** Morphology and sports performance in children aged 10–13 years: identification of different levels of motor skills. In: (T. Reilly and M. Marfell-Jones, eds).London: *Kinanthropometry VIII*. pp. 93–96.
- Cazorla, G., Léger L & Marini JF. (1984).** Les épreuves d'effort en psychologie. Evaluation de la valeur physique : Insep-Publication. Paris, pp.96-109.
- Ceri, W., Franck, N., Nuthal, E& Williams ,C.(2000).** Le test de la navette intermittente de Loughborough : un test sur le terrain qui simule le modèle d'activité du football, *Journal of Sports Sciences*, vol 18, pp. 97-104.
- Chumlea, WC. , Schubert. CM. Roche, AF. , Kulin, HE& Lee, PA. (2003).**Age at menarche and racial comparisons in US girls. *Pediatrics*, vol 111, pp. 110-113.
- Cureton, KJ., Baumgartner, TA ., MCmanis , BG., (1991).** Adjustment of 1-mile run/walk test scores for skinfold thickness in youth. *Pediatric Exercise Science*. Vol 3, pp.152-167.
- Chronbakh, Lee J & Shavelson, Richard J. (1965).** Coefficients alpha pour les tests parallèles stratifiés, *British Journal of Psychology statistique*, vol 16, pp. 137 – 163.
- Christophe, H. (1996).** Variabilité du coût énergétique de la course à pied à l'issue d'un triathlon et d'un marathon, *Revue internationale de médecine du sport*, vol 23.

- Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz, WH. (2000).** Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide : international survey. *British Medical Journal*, vol, 320, pp.1–6.
- Conley, K & Krahenbuhl, B. (1980).** Économie de course et performances de course de fond d'athlètes hautement entraînés, *Exercice sportif Med Sci canada*, vol 12 (5), pp. 357-360.
- Costill, D., Thomason, H & Roberts, E. (1973).** Utilisation fractionnée de la capacité aérobie pendant la course à pied, *Médecine et science dans le sport*, vol 5, pp.248–252.
- Craig , AP & Morgan, L. (1998).** Prédiction de la performance de l'ergomètre d'aviron d'écolier élite à 2000 m à partir de variables métaboliques, anthropométriques et de force, *Journal des sciences de sports*, vol 16(8), pp.749-754.
- Crielaard, JM., Ledent,PH. & Gros, JM. (1986).** Pirnay Evaluation de la capacité anaérobie alactique .Mise au point d'un test, *medecine du sport*, vol 60, pp. 66-71.
- Cureton, KJ., Baumgartner, TA & MCmanis BG. (1991).** Adjustment of 1-mile run/walk test scores for skinfold thickness in youth. *Pediatric Exercise Science*, vol 3, pp.152-167.
- Daniels, G. (1985).** Le point de vue d'un physiologiste sur l'économie courante, *Medecine ScienceSports Exercice*, vol 17, pp. 332-338.
- Daniels, S. (1995).** Variation in aerobic demand of running among trained and untrained subjects, *Exercice sportif Med Sci canada*. Vol 27(3), pp. 404-409.
- Davies, CT, Barres, C & Godfrey, S. (1972).** Body composition and maximal exercise Performance in children, *Human, Biological*, vol 44, pp. 195-214.
- Deason, j., Powers, Sk., Ayers , D & Stuart, MK. (1991).** Physiological correlate to 800m race performance, *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, vol 01 (4), pp.499-504.
- Di-Pranperro, C. (1981).** Energétique de l'exercice musculaire, *Physiologie, biochimie et pharmacologie*, Vol 89, pp.143-222.
- DI-Prampero, C., Cappeli, C., Pogliaro,P., Antonnito ,G., Girardi, M., Zamparo ,P & Soule, RG.(1993).** Energétique des meilleures performances des courses de demi-fond, *Journal of applied physiology americain*, vol 74(5), p. 2318.
- Donald,MC & Kontulainen ,HM (2005).**La modification de la densité osseuse corticale et sa distribution différent entre les garçons et les filles pendant la puberté, *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, vol 91(7), pp.2555–2561.
- Ebling, FJ. (2005).**The neuroendocrine timing of puberty. *Reproduction*, 129, p. 675-683.
- Eveleth, PB & Tanner JM. (1990).** Worldwide variation in human growth. Cambridge (USA): two d'edition University Press, p.397.
- Fleuridas, C. (1998).** La pratique sportive de haut niveau. Mémonto de l'éducateur sportif. Ed : INSEP – Publications. Paris, 486.4.
- Fournier, M., Ricci, J., Fergusson, AM & Monpetit.RP,(1982).** Skeletal muscle adaptation in children Boys, sprint and endurance training. *Med. Scie .Sport exercice. Eur. J. Physio*, S14, pp. 453- 456.
- Ellery, PJ. (1992).** The relationship between gross motor skill performance and skinfold thickness, physical activity instruction, age, gender, and parental income in pre-school age children (motor development), *Dissertation Abstracts International*, vol 52 (09A).

- Erikson, BO., Golnick, PD & Saltin, B. (1971).**l'effet de l'entraînement sportif sur les activités enzymatiques musculaire et la constitution des fibres musculaire chez les garçons 11 ans, Acta, Paed Belg, vol 28 supp, pp. 245- 252.
- Erikson, BO. (1973).** l'effet de deux types d'exercices maximaux sur le taux de plasma de l'hormone de croissance chez les garçons de 13 ans, Acta Ped, Belge, vol 28,p. 218.
- Eriksson, BO & Saltin, B. (1974).** Muscle metabolism during exercise in boys aged 11 to 16 years compared to adults, Acta Paediatr. Belgica, S 257, p. 28.
- Erikson, BO. (1974).**L'effet de deux types d'exercices maximaux sur le taux de plasma de l'hormone de croissance chez les garçons de 13 ans, Acta Ped, vol 28,p. 218.
- Eriksson, BO. (1974).**Absorption maximale d'oxygène pendant la natation et la course par les nageurs d'élite, journal americain of applied physiology, vol 36(6), pp.711-722.
- Espanshade, A. (1963).**Restudy of relashionship between physical performance of school children and age, height, and weight. Res .Quart, vol 34, pp.144-153.
- Eveleth, PB & Tanner JM.(1990).** Worldwide variation in human growth : 2d edition. Cambridge University Press, Cambridge, p. 397.
- Fawkner, SG & Armstrong, N. (2004 a,b).** Sex differences in the oxygen uptake kinetic response to heavy intensity exercise in prepubertal children. European Journal of Applied Physiology, vol 93, pp. 210–216.
- Fawkner,SG. , Armstrong ,N., Christopher, R., Joanne ,P., Welsman ,R.,&Samantha, G.(2010).**Cinétique de consommation d'oxygène chez les enfants et les adultes après le début d'un exercice d'intensité modérée, journal sport sciences, vol 9, pp. 319-326.
- Felipe, GM., Ahlan BL ., Marina, CH., Ricardo TQ., Carine C., Carlos EG & Humberto MC.(2021).**Caractéristiques multidimensionnelles des jeunes joueurs de volleyball brésiliens : une analyse bayésienne à plusieurs niveaux. Journal. pone. 0250953 .eCollection. vol 16(4).
- Fischbein, S. (1977).** Intra-pair similarity in physical growth of monozygotic and of dizygotic twins during puberty. Ann Hum Biol, vol 4, pp. 417-430.
- Foster, S.,Stephen, B., Seidman , K & Brian L. (1978).**Une généralisation théorique des graphes du concept de clique, Journal de sociologie mathématique, vol 45, n°1.
- Foster, GE. (1983).** Sex Differences in Respiratory Exercise Physiolog Sports Medicine, vol 34, pp. 567–579.
- Frisch RE, & Revelle, R. (1971).** Height and weight at menarche and hypothesis of menarche. Arch Dis Child, vol 46, pp. 695-701.
- Gabbet, TJ. (2005).** A comparison of physiologicaland anthropometric characteristics among playing positions in junior rugby league players. British Journal of Sports Medicine, vol 39, pp 675–680.
- Gaesser, GA & Poole, DC. (1996)** La composante lente de lacinétique d'absorption d'oxygène chez l'homme, Revues des Sciences de l'Exercice et du Sport, vol 24 (1),pp.35-70.
- Gasser, T., Sheehy A ., MolinarI L & Largo, R. (2001).** Growth of early and late maturers. Ann Hum Biol, vol 28, pp. 328-336.
- Goetghebuer, G. (2003).** Une VO₂ ça trompe énormément : In Sport et Vie, n°76.

- Golden MHN. (1998).** Catch-up growth in height. In : The Cambridge Encyclopedia of Human Growth and Development. Ulijaszek SJ, Johnston FE, Preece MA (eds). Cambridge University Press, Cambridge, pp. 346-347.
- Gregory, DW., Plyley, M., Thomas .S. , Goodman, L & Duffin, J. (2001).** Effets de l'entraînement musculaire inspiratoire et expiratoire simultané sur les performances respiratoires et à l'exercice chez les nageurs de compétition Journal européen de physiologie appliquée, vol 94, pp.527-540.
- Godin, G & Shephard, RJ. (1986).** A simple method to assess exercise behaviour in community. Can, J, appl sport Sci, vol 10, pp.141-146.
- Gross, EA & Gasciani, JA. (1962).** The value of age, height, and Weight as a classification device for secondary school students in the seven AAHPER youth tests .Res Quart, vol 33, pp. 51-58.
- Guo Y, Shen H, Xiao P, Xiong DH, Yang TL. (2006a).** Genomewide linkage scan for quantitative trait loci underlying variation in age at menarche. J Clin Endocrinol Metab, vol 91, pp. 1009-1014.
- Gustav, B., Jakšić.D & Katić, R. (2009).** Tendence des relations entre les caractéristiques morphologiques et les capacités motrices chez les enfants d'âge préscolaire, Revue Colligium anthropologicum serbie, vol 33 (2), pp. 373-385.
- Haubenstricker, JL., Branta, CF & Seefeldt, VD.(1993).** Standard of performance for throwing and catching. Paper presented at the annual Conference of the north of American society of psychology of sport and physical activity. East lansing.
- Hauspie RC. , Das, SR., Preece, MA. & Tanner, JM. (1980).** A longitudinal study of the growth in height of boys and girls of West Bengal (India) aged six months to 20 years. Ann Hum Biol , vol 7, pp.429-441,
- Hauspie, RC., Bergman, P., Bielicki T & Susanne C. (1994).** Genetic variance in the pattern of the growth curve for height: a longitudinal analysis of male twins. Ann Hum Biol, vol 21, pp. 347-362.
- Hauspie RC, Wachholder A.** Clinical standards for growth velocity in height of Belgian boys and girls, aged 2 to 18 years. Int J Anthropol 1986, 1 : 327-338.
- Hauspie, R., Das, SR., Preece, MA. Tanner, JM & Susanne, C.(1985).** Decomposition of sexual dimorphism in adult size of height, sitting height, shoulder width and hip width in a British and West Bengal sample. In: Human Sexual Dimorphism. Ghesquire, J., Martin, RD., Newcombe., F. Londres et Philadelphie: (eds). Taylor & Francis, pp. 207-215.
- Hauspie, RC. , Lindgren, G ., Tanner JM & Chrzastek-Spruch, H. (1991).** Modelling individual and average human growth data from childhood to adulthood. In : Problems and Methods in Longitudinal Research - Stability and Change. Magnusson D, Bergman,LR., Törestad, B (eds). Cambridge University Press, Cambridge, pp. 28-46.
- Hauspie, RC & Chrzastek-Spruch, H. (1993).** The analysis of individual and average growth curves : some methodological aspects. In : Kinanthropometry IV. Duquet W, Day Jap (eds). E&FN Spon, Londres, pp.68-83.
- Hauspie, R., Vercautere, NM & Susanne, C.. (1996).** Secular changes in growth. Horm Res, vol 45, pp.817.
- Hauspie, R ., Vercauteren , M & Susanne C. (1997).** Secular changes in growth and maturation : an update. Acta Paediatr Suppl, vol 423, pp. 20-27.

- Hauspie, RC. (2003).** Croissance et développement. In : Anthropologie biologique. Evolution et biologie humaine. Susanne C, Rebato E, Chiarelli B. Bruxelles (Belgique) : (eds). De Boeck, pp. 475-486.
- Harre, D. (1982) Trainingslehre, Berlin: Sportverglas Hebbenlinck, M., & Postma, J.W.(1963).** Anthropometric measurement, somatotype rating and certain motor fitness tests of physical education majors in South Africa. Res.Quart, vol , 34, pp.327-334.
- Hensley, LD., East WB & Stillwell JL. (1982).**Body fatness and motor performance during adolescence. Research Quarterly for Exercise and Sport, vol 53, pp.133-140.
- Hermansen, L& Medbo, JI. (1984).** L'importance relative des processus aérobie et anaérobies pendant un exercice maximal de courte durée, Bale Karger, (eds): Medecine sport science, vol 17, pp.56-67.
- Hill, L. (1999).**Hyperhydratation intracellulaire induite par une course d'endurance de 7 jours, Journal européen de physiologie appliquée et physiologie du travail, vol 80, pp.353–359.
- Hill, L. (1999).**Hyperhydratation intracellulaire induite par une course d'endurance de 7 jours, Journal européen de physiologie appliquée et physiologie du travail, vol 80, pp.353–359.
- Hughson, RL., O'leary, DD. Betik , AC&Hebestreit,H.(2000).**Cinétique de la consommation d'oxygène au début de l'exercice près ou au-dessus de la consommation maximale d'oxygène, Journal Americain of Applied Aphysiology, Vol 88(5), pp.1812-1819.
- Hui, SL & Johnston, C. (1985).**Bone mass in normal children and young adults, Growth, vol 49, pp. 34–43.
- Ikai, M& Ikuta,K. (1970).** A study on the anaerobic work by means of mechanical power, blood lactate, and oxygen debt, Japanese Journal of Physical Fitness and sports midicine, vol 22, (1), p.1.
- Jansson, E. (1996).** Age-related fiber type changes in human skeletal muscle. In: Biochemistry of Exercise IX edited by Maughan, R.J. and Shirreffs, S.M. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 297-307.
- Jackson A. S., Pollock M. L & Ward, A. (1980).** Generalized equations for predicting body density of women. Medicine and Science in Sports and Exercise, vol 12, pp.175–182.
- Jacobs, PA. (1982). Principes en ergométrie et leurs implications dans la pratique sportive, Médecine du sport, vol1, pp.1–5.
- Jolicoeur, P., Pontier, J & Abidi, H. (1992).** Asymptotic models for the longitudinal Growth of Human Stature. Am J Hum Biol, vol 4, pp.461-468.
- Jousselin, N & Legros, S. (1990).**Exploration du métabolisme énergétique chez le sportif de haut niveau : métabolisme aérobie, résultats par sport. Institut national du sport et de l'éducation physique, Vol 5, pp.203-213.
- Jurimaë ,T.(2001).**Influence of anthropometric variables to the wholebody resistance in pre-adolescence chlidren, in body composition assesement in childrens and adolescence. new york (usa) : medical and sport science.
- Kaprio , J ., Rimpela , A., Winter, T., Viken , RJ., Rimpela , M & Rose, RJ.(1995).** Common genetic influences on BMI and age at menarche. Hum Biol, vol 67, pp.739-753.
- Karlson,J. (1971).** Lactate and phosphogene concentrations in working muscle of maximal Lactate. Physiologica Scandinavica, sup, p.158.

- Kindermann,W., Simon,G & Keul,J.(1997).** L'importance de la transition aérobie-anaérobie pour la détermination des intensités de charge de travail pendant l'entraînement d'endurance,Journal européen de physiologie appliquée et physiologie du travail. Vol 42, pp.25–34.
- Kovar, R. (1981).** Human in variation and motor Habilities its Genetics analytis, Prague Tcsv : Charles University.
- Koziel, SK., Hauspie, RC & Susanne C. (1995).** Sex differences in height and sitting height in the Belgian population. Int J Anthropol, vol 10, pp.241-247.
- Krall, A & Dawson-hughes, B. (1993). Heritable and life-style determinants of bone mineral density, Journal Bone Miner Res, vol 8, pp.1-9.
- Krstevska-Konstantinova, M., Chartier, C., Craen, M., Du Caju, M & Heinrichs, C. (2001).**Sexual precocity after immigration from developing countries to Belgium: evidence of previous exposure organochlorine pesticides. Hum Reprod, vol 16.pp. 1020-1026.
- Kuh, DL., Power,C & Rogers, B. (1990).** Secular trends in social class and sex differences in adult height, International Journal Epidemiologic, vol 20, pp.1001-1009.
- Lacour ,JR. (1990).**Concentrations de lactate sanguin post-compétition comme indicateurs de la dépense énergétique anaérobie pendant les courses de 400 m et 800 m,Journal Européen de Physiologie Appliquée et Physiologie du Travail, vol 61, pp.172–176.
- Lacour, J., Georges, D., Alain, B.,&Bourdin, M. (1998).**Le model de masse à resort et le coût énergétique de la course sur tapis roulant,Journal Européen de Physiologie Appliquée et Physiologie du Travail, Vol 7, pp.257-263.
- Lacour. JR. (1998).** Biologie de l'exercice musculaire, Paris : Masson.
- Largo, RH., Gasser, TH., Prader, A., Stützle, W & Huber, PJ. (1975).** Analysis of the adolescent growth spurt using smoothing spline functions. Ann Hum Biol, vol 5, pp. 421-434.
- Largo, RH & Prader, A. (1983).** Pubertal development in Swiss boys. Helv Paediat Acta, vol 8, pp.211-228.
- Leger, L & Cazorla G. (2006).** La capacité aérobie, son évaluation et son développement chez l'enfant et chez l'adolescent, cours de la faculté des sciences du sport : évaluation et préparation Physique Bordeaux.
- Léone,M & Larivière, G. (1998).** Anthropometric and biomotor characteristics of elite adolescent male athletes competing in four different sports, Sport &Sciences, vol13 (1), pp. 26-33.
- Leveque, JM. (2002).**Effect of Paddling Cadence on Time to Exhaustion and VO₂ Kinetics at the Intensity Associated With VO₂max in Elite White-Water Kayakers, Canadian Journal of Applied Physiology, Vol 26 (6), pp.152-160.
- Liestol, K & Rosenberg, M. (1995).** Height, weight and menarcheal age of schoolgirls in Oslo - an update. Ann Hum Biol, vol 22, pp.199-205.
- Lindgren, G. (1996).** Pubertal Stages 1980 of Stockholm schoolchildren. Acta Paediatr, vol 85, pp.1365-1367.
- Loesch, DZ., Hopper, JL., Rogucka, E & Ruggins, R. (1995).** Timing and genetic rapport between growth in skeletal maturity and height around puberty: similarities and differences between girls and boys. Americain Journal Human Genetic, vol 56, pp.753-759.

- Lohman, TG., Roche, AF & Martorell, R. (1988).** Anthropometric standardization reference manual. USA : Human Kinetics, Champaign, IL.
- Lohman, TG. (1998).** Assessment of body composition in children. *Ped. Exer. Science*, vol 1, pp.19-30.
- Malina, RM. (1975).** Anthropometric correlates of strength and motor performance, *Exercise Sport Sci. Rev*, 3, pp. 249-261.
- Malina, RM & Bouchard, C. (1986).** Sport and Human Genetics, Champaign, In : Human Kinetics, pp.59-99.
- Malina, RM & Bouchard, C. (1991a).** Growth, maturation and physical activity. In : Kinetics, Champaign, IL: Montréal.
- Malina, RM & Bouchard, C. (1991b)** Genetic regulation of growth, maturation, and performance. In: *Growth, Maturation, and Physical Activity*, chap. 19, pp. 305-328.
- Malina, RM., Beunen, GP., Claessens, AL., Lefevre, J., Eynde, BV., Renson, R., Vanreusel, B & Simmons, J. (1995).** Fatness and physical fitness of girls 7-17 years. *Obesity Research*, vol 3, pp.221-231.
- Malina, R. M. (1998).** Physical activity: relationship to growth, maturation, and physical fitness, in *Physical Activity, Fitness, and Health*, Bouchard, C., Shephard, R. J., Eds: Human Kinetics, Champaign, p. 918.
- Manasco, PK., Umbach, DM., Muly, SM., Godwin, DC & Negro-Vilar, A. (1995).** Ontogeny of gonadotropin, testosterone, and inhibin secretion in normal boys through puberty based on overnight serial sampling. *J Clin Endocrinol Metab*, vol 80, pp. 2046-2052.
- Margaria, R., mangli, F., Cuttica, F & Cerretelli, P. (1965).** La cinétique de la consommation d'oxygène au début de l'exercice musculaire chez l'homme. London (U.K), édition : Ergonomie , vol 8(1).
- Margaria, R. (1966).** Évaluation de l'activité physique dans l'exercice maximal oxydatif et anaérobie, *Internationale Zeitschrift für angewandte Physiologie einschließlich Arbeitsphysiologie*, vol 22, pp.115-124.
- Mateigka, J.(1921).** The testing of physical efficiency. *American journal of physical anthropology*, vol 4.
- Matsudo, SM & Matsudo, VR. (1993).** Validity of self evaluation on determination of sexual maturation level. In : A.C Claessens, J. Lefevre and B. Vanden Eynde. Leuven. Institute of Physical Education (eds), *World Wide Variation In Physical Fitness*, pp. 106–109.
- Marshall, WA & Tanner, JM. (1969).** Variations in pattern of pubertal changes in girls. *Arch Dis Child*, 44, pp. 291-303.
- Marshall, WA & Tanner, JM. (1970).** Variations in the pattern of pubertal changes in boys. *Arch Dis Child*, vol 46, pp. 13-23.
- Marubini, E & Milani, S. (1969).** Approaches to the analysis of longitudinal data. In : *Human Growth - A comprehensive treatise*. FALKNER F, TANNER JM (eds). 2nd ed, Plenum Press, New York et Londres, pp. 79-94.
- McKenzie, TL., Sallis, JF., Broyles, SL., Zive, MM., Nader, PR., Berry, CC & Brennan JJ.(2002).** Childhood movement skills: predictors of physical activity in AngloAmerican and Mexican American adolescents? *Research Quarterly for Exercise and Sport*, vol 73, pp. 238-244.

- Mebdo, J., Mohne, AC., Tabata,T., Bahr ,R., Vaage ,O & Dejersted ,OM. (1988).** Capacité anaérobie déterminée par le déficit maximale accumulé en O₂, Journal américain de applied physiology, vol 64, pp.50-60.
- Meyer, JM., Eaves, LJ., Heath, AC & Martin,NG. (1991).** Estimating genetic influences on the age-at-menarche: a survival analysis approach. Am J Med Genet, 39, pp 148-154.
- Meyer, T. (2015).** Sleep and athletic performance : The effects of Sleep Loss on exercise performance, and Physiological and Cognitive Responses to Exercise, Sports Medicine, vol 45, pp.161–186.
- Mirwald, RL., Baxter-Jones, AD., Bailey, DA & Beunen, GP. (2001).** Assessing Maturation in Children And Fitness Testing , Gareth Stratton and Craig A. Williams , Chapter 22, pp.213-214 : édition, Routledge, Taylor & Francis Group, London and New York. In : Sport and exercise physiology Testing, Edited by Edward, M., Winter Andrew, M., Jones, RC., Richard Davison, Paul D. Bromley & Thomas H. Mercer (2007).
- Monod, H & Flandrois, R. (1997).** Physiologie du sport. Bases physiologiques des activités physiques et sportives. Paris : Masson, 4e édition.
- Montoye, HJ., Frantz, ME & Kozar, AJ. (1972).** The value of âge, height and weight in establishing standards of fitness for children. J.Sports.Med.Phys.Fitness. vol 12, p.174-179.
- Monyeki, MA., Koppes, LL., Kemper, HC., Monyeki, KD., Toriola, AL., Pienaar, AE & TWISK, JW. (2005).** Body composition and physical fitness of undernourished South African rural primary school children. European Journal of Clinical Nutrition. vol59, pp.877-883.
- Morgan, W., Philip, E., Gary, S & krahenbuhl, F. (1989).** Factors affecting running economy, Sports medicine, vol 7, pp. 310-330.
- Mul, D., Fredriks, M., Van buuren, S., Oosdijk, W., Verloove-Vanhorick, SP & Wit JM. (2001).** Pubertal development in the Netherlands 1965-1997. Pediatr Res, vol 50, pp. 479-486.
- Mueller, WH. (1968).** The genetics of size and shape in children and adults. In : Human Growth. Vol 3. In : Methodology, Ecological, Genetic, and Nutritional Effects on Growth. Falkner, F., Tanner, JM. (eds) : Plenum Press, New York et Londres, pp. 145-168.
- Norton, K & Olds, T.(1996).** Antropometrica. UNSW press.
- Olivier, G. (1971).** Morphologie et types humains : Paris, Vigot : 4^{ème} Edition.
- Okely, AD., Booth, ML & Chey, T.(2004).** Relationships between body composition and fundamental movement skills among children and adolescents. Research Quarterly for Exercise and Sport. Vol, 75, pp 238-247.
- Pacak, K & Palkovits, M.(2001).** Stressor specificity of central neuro endocrine responses: implication for stress-related disorders. Endocr Rev, vol 22, pp. 502-548.
- Parent, AS., Teilmann, G., Juul, A., Skakkebaek, NE., Toppari, J & Bourguignon, JP. (2003).** The timing of normal puberty and the age limits of sexual precocity : variations around the world, secular trends, and changes after migration. Endocrine Reviews, vol 24, pp. 668-693.
- Pate, RR. (1989).** Relationships between skinfold thickness and performance of health-related fitness test items. Research Quarterly for Exercise and Sport, vol 60, pp.183-189.

- Peterson, MJ., Czerwinski, SA & Siervogel, RM. (2003).** Development and validation of skinfold-thickness prediction equations with a compartment model. *American Journal of Clinical Nutrition*, vol 77, pp.1186–1191.
- Peronnet & Thibault. (1989).** Analyse mathématique des performances de courses et des records du monde de course à pied. *Journal of applied physiology américain*, vol 67.(1),p.453.
- Peterson, MJ., Czerwinski, SA & Siervogel R. M. (2003).** Development and validation of skinfold-thickness prediction equations with a compartment model. *American Journal of Clinical Nutrition*, vol 77, pp.1186–1191.
- Pejčić, A., Žvan, M & Krstulović, S. (2004).** Relationships between muscular strength anthropometric characteristics and motor abilities in children 11-12 years of age. *Kineziologija Slovenica*, vol10, pp.48-56.
- Pfitzinger, P & Freedson, P. (1997).** Blood lactate responses to exercise in children. Part 2. Lactate threshold. *Pediatric Exercise Science*, vol 9, pp.299–307.
- Platonov, VN. (1984).** Entrainement sportif théorie et méthodologie. Paris : Revue EPS.
- Poplawska, H., Dmitruk, A & Wilczewski, A. (2006).** Change in body adiposity in girls and boys from the rural areas of East Poland Over a time Span of 20 years. *Ann Hum Biol*, vol 33(1), pp.78-88.
- Preece, MA & Baines, MK. (1978).** A new family of mathematical models describing the human growth curve. *Ann Hum Biol*, 5, pp.1-24.
- Ratel, S., Lazaar, N., Williams, CA., Bedu , M. & Duche, P. (2003).** Age differences in human skeletal muscle fatigue during high intensity intermittent exercise, *Acta Paediatrica*, vol 92, pp.1248–1254.
- Raudsepp, L & Päll, P. (1999).** Physical growth and fatness as related to physical activity in preadolescent girls. *Collegium Antropologicum*, vol 23, pp.53-58.
- Raudsepp, L & Jürimäe, T. (1996).** Activité physique, condition physique et adiposité chez les filles prépubères, *science de l'exercice pédiatrique*, vol 8(3), pp. 259-267.
- Reindau,R.P., Welch,B.E.,Crisp,C.E.,Crowley,L.V.,Griffin.P.E.,&Brockett,J.E.(1958),** Relationships of body fat to motor fitness test scores .*Res Quart*, Vol 29, pp.200-203.
- Reilly, T.,Williams , AM., Nevill .U & Franks, U.(2000).** Une approche multidisciplinaire de l'identification des talents dans le football, *Journal Sport Science*, vol 18 (9), pp.695-702.
- Régnier,G., Salmela, JH & Russel, SJ. (1993).** Talent, detection and developpement in sport In : Singer, RN., Merphey, M et Tennant, KL. (eds), *Handbook of research of sport psychology*, New york : Macmilan , pp.290-313.
- Riché, D. (1998).** Les aventures de VO₂max et ses amis. In : *Sport et Vie (hors-série)*, n° 8, 30 ans de sciences du sport.
- Rosenberg, M. (1988).** Birth weight in three Norwegian cities 1860-1984. Secular trends and influencing factors. *Ann Hum Biol*, vol 15. pp 275-288.
- Rossiter, HB., Ward, SA., Doyle, VL., Howe, FA., Griffiths, JR. & Whipp, BJ. (1999).** Inferences from pulmonary oxygen uptake with respect to intramuscular (phosphocreatine, kinetics during moderate exercise in humans. *Journal American of applied Physiology*, vol 518, pp.921–932.

- Rothenbuhler, A., Fradin, D., Heath, S., Lefevre, H., Bouvattier, C. (2006).** Weight-adjusted genome scan analysis for mapping quantitative trait Loci for menarchal Age. *J Clin Endocrinol Metab*, vol 91, pp. 3534-3537.
- Saggese, G., Baroncell, GI & Bertelloni, S. (2002).** Puberty and bone development, *Best Pract Res Endocrinol Metabolism*, vol16, pp. 53-64.
- Saltin ,B.,Larsen,H., Terrados,N., Bangsbo,J., BakKim,T., Svedenhag, N &Rolf, CJ.(1995).**Capacité d'exercice aérobie au niveau de la mer et en altitude chez les coureurs kenyans, juniors et seniors par rapport aux coureurs scandinaves, *Scandinavian Journal of Medecine & Science in Sport*,Vol 5, n°4, pp. 209-222.
- Sharma, JC. (1983).** The genetic contribution to pubertal growth and development studies by longitudinal growth data on twins. *Ann Hum Biol*, vol10,pp.163-171.
- Siegel, S. (1958).** Nonparametric statistics for the behavioral sciences. McGraw-Hill, Ltd, Londres.
- Silventoinen, K.(2003).** Determinants of variation in adult body height. *J Biosoc Sci* , vol 35, pp.263-285.
- Siri, WE. (1961).** (1961).Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. In J. Brozek & A. Henschel (Eds.) *Techniques for Measuring Body Composition*. Washington : National Academy of Sciences National Research Council,pp. 223-224.
- Slemanda, CW. (1994).**Action sur le remodelage osseux en optimisant le capital osseux au cours de la croissance en ...in « Physical activity in older middle age men and reduced risk of stroke : the HonoluluHeart ... En ligne Johnston, CC., Miller, JZ., Slemanda, CW., Reister, TK., Huis, C. *revue-champ-psychosomatique*, vol 4, p.23.
- Sloboda, DM., Hart, R., Doherty, DA., Pennell, CE & Hickey, M.(2007).** Age at menarche: Influences of prenatal and postnatal growth. *J Clin Endocrinol Metab*, vol 92, pp. 46-50.
- Spencer, MR & Gastin, BP. (2001).**Interaction du système énergétique et contribution relative pendant un exercice maximal, *Médecine du sport*, vol 31, pp.725-727.
- Sprynarova, S& Parizkova, J. (1977).**La stabilité de différences interindividuelles des paramètres morphologiques et cardiorespiratoires chez les garçons. In : *Frontiers of Activity and Child Health*, Lavallee, H. and Shephard, R. J : Eds., Pelican, Quebec, p. 131.
- Stanner, SA., Bulmer, K., Andres, C., Lantseva, OE & Borodina, V. (1995).**Does malnutrition in utero determine diabetes and coronary heart disease in adulthood. Results from the Leningrad siege study, a cross sectional study. *BMJ*, 315, pp.1342-1349.
- Susanne, C & Bodzsar, E.(1998).** Patterns of secular change of growth and development. In : *Secular growth change in Europe*. Bodzsar, E., Susanne, C. (eds) : Eötvös Lorand Univ, Budapest.
- Susanne, C., Bodzsar, E., Bielicki, T., Hauspie, R & Hulanicka, B. (2001).** Changements séculaires de la croissance et du développement en Europe. www.didac.ehu.es/antropo.
- Susanne, C., Rebato, E & Chiarell, B. (2003).** Anthropologie biologique. Évolution et biologie humaine. Bruxelles (Belgique) : De Boeck Université, p.763.
- Tanner, JM., Whitehouse, RH., Marubini, E & Resele, LF. (1976).** The adolescent growth spurtof boys and girls of the Harpenden study. *Ann Hum Biol* , vol 3,pp.109-126.

- Tanner, JM.(1986).** Growth as a target-seeking function - catch-up and catch-down growth in Man, Vol 1. In: *Developmental Biology, Prenatal Growth*. Falkner F, Tanner JM: (eds). Plenum Press, New York & Londres, pp. 167-179.
- Tanner JM. (1990).** Growth as a mirror of conditions in society. In: *Growth as a mirror of conditions in society*. Lindgren, G. (ed). Stockholm Instit: Education Press, Stockholm, pp. 9-70.
- Taylor, W & Baranowski, T. (1991).** Physical activity, cardiovascular fitness, and adiposity in children. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, vol 62, pp. 157-163.
- Teilmann, G., Pedersen, CB., Skakkebaek, NE & Jensen, TK. (2006).** Increased risk of precocious puberty in internationally adopted children in Denmark. *Pediatrics*, 118, p. 391-399.
- Theintz, GE., Howald, H., Allemann, Y & Sizonenko, PC. (1989).** Growth and pubertal development of young female gymnasts and swimmers: a correlation with parental data. *Int J Sports med*, 10, pp. 87-91.
- Toivo, Jürimäe. (2000);** Source: Compiled from Jürimäe, T., et al., Influence of anthropometric variables to the wholebody resistance in pre-adolescent children, in *Body Composition Assessment in Children and Adolescents*, T. Jürimäe & AP. Hills, Eds., *Medical and Sport Science*, 44, Karger, pp. 61–70. With permission..
- Tokmakidis, SP., Kasambalis, A & Christodoulos, AD. (2006).** Fitness levels of Greek primary schoolchildren in relationship to overweight and obesity. *European Journal of Pediatrics*, vol165, pp. 867-874.
- Treloar, SA & Martin, NG. (1990).** Age at menarche as a fitness trait: nonadditive genetic variance detected in a large twin sample. *Am J Hum Genet*, 47, pp.137-148.
- Tuvemo, T., Cnattingius, S & Jonsson, B. (1999).** Prediction of male adult stature using anthropometric data at birth: a nationwide population-based study. *Pediatric Research*, vol 46, pp. 491-495.
- Van Praagh, E., Fellmann, N., Bedu, M., Falgariette, G & Coudert, J. (1990).** Gender difference in the relationship of anaerobic power output to body composition in children. *Pediatric Exercise Science*.
- Vladimir, L., Kazimierz, M., Przemyslaw, B & Ryszard Litkowycz. (2014).** Examen de la périodisation de l'entraînement sportif de Platonov. «Théorie générale et son application pratique » Kiev : littérature Olympique.*J Hum Kinet*, vol 44, pp.259-263
- Wachholder, A & Hauspie, RC. (1986).** Clinical standards for growth in height of Belgian boys and girls aged 2 to 18 years. *Int J Anthropol*, vol 1, pp. 339-348.
- Weineck, J. (1997).**L'apport maximum possible d'oxygène (% VO₂ max) auseuil anaérobie. Paris, Manuel du travail physiologie, edit : vigot
- Welsman, J.R., Armstrong, N., Winter, EM & Kirby, BJ. (1996).** Scaling peak VO₂ for differences in body size. *Med. Sci. Sports Exercise*, vol 28. pp.259-265.
- Vrijens, J., Pannier, J.L. & Bouckaert, J. (1982).** Physiological profile of competitive road cyclists. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, vol 22, pp.207-216.
- Wang Y. (2002).** Is obesity associated with early sexual maturation? A comparison of the association in American boys vs girls. *Pediatrics*, vol 110, pp. 903-910.
- Ward, WP& Ward, PC. (1996).** Infant birth weight and nutrition in industrializing Montreal, *Am Hist Rev*, vol 89, pp. 324-345.

Whipp , BJ., Rossiter ,HB., Quartier , SF., Doyle ,SA., Howe ,FA & Griffiths, JR.(1982).Inférences de l'absorption pulmonaire d'O₂ par rapport à la cinétique intramusculaire [phosphocréatine] lors d'un exercice modéré chez l'homme, the journal of physiology, vol 518(3), PP_921-932.

Wikipedia, (2020). [https : //fr.wikipedia.org/wiki/Demi-fond](https://fr.wikipedia.org/wiki/Demi-fond), 26/03/2020.

Wilmore. (1983). Body composition in sports and exercise : direction for future research. Indianapolis, M.S.S.E. n°1.

Wipp, BJ & Wesserman, K. (1970). Analyse informatique en ligne et affichage graphique respiration par respiration des tests de fonctionnement de l'exercice, Journal americain of applied physiology, vol1, pp.128-132

WIPP, BJ & SUSANNE AW (1990). Physiological determinants of pulmonary gaz exchange Kinetic during exercice, Medecine and sport in sport and exercice, vol 22(1).

Whipp, H. (2003). Effet des fluctuations inter-respiratoires sur la caractérisation de la cinétique des échanges gazeux à l'exercice, Journal Americain of Applied Ahysiology, vol 62.

Williams, C., Ceri, W., Nicholas,F& Nuttall,E. (1991). Le test de la navette intermittente de Loughborough : un test sur le terrain qui simule le modèle d'activité du football, Journal of Sport Science, vol 22, pp. 97-104.

ANNEXE :

Références des articles et ouvrages traduits de la langue anglaise à la langue française, que nous avons utilisé dans notre thèse :

- 1-Chiara, M., Bertolamin, O., Bertusco, M., Verlato, G & Zancarano, C. (2010). Anthropométrie et capacité motrices chez les enfants, 6-12 ans. *Journal of Human Sport & Exercise*, Vol 5, N° 2, pp. 265-279. University of Verona, Italy,
- 2- Quatrième étude : Palgi.Y., Gutin.B., Young.J& Alejandro.D. (2008). Facteurs physiologiques et anthropométriques sous-jacents aux performances d'endurance chez les enfants, *Inter Journal Sport Medecine*, 5(2), pp.67-73.
- 3- Relation entre les variables somatiques, l'activité physique, activité physique et la motricité fondamentale chez les garçons pré pubères. Institut de sport et de la pédagogie, Université de Tartu, Estonie, *Biologie du sport*, vol 34(4).
- 4- Armstrong, N & Welsman, JR. (2001). Peak oxygen uptake in relation to growth and maturation in 11–17 year old humans, *European Journal of Applied Physiology*, vol 85, pp.546–551.
- 5- Boisseau, N & Delmarche, P. (2000). Metabolic and hormonal responses to exercise in children and adolescents, *journal sports medicine*, vol 30, pp.405–422.
- 6- Armstrong. N., barker. A.R., Fulford. J., Welford. D., Welsman. J.R & Williams, C.A. (2006). Kinetics of muscle phosphocreatine and pulmonary oxygen uptake during moderate intensity exercise in children. In: *Proceedings of the 11th Annual Congress of the European College of Sport Sciences*, edited by Hoppeler. H., Reilly. T., Tsolakidis. E., Gfeller. L., Klossner. S: Sportverlag Strauss, pp. 443.
- 7-Armstrong, N, Fawcner, SG, 2003. Les 03 phases de l'augmentation de la cinétique du VO₂ pulmonaire en réponse d'un effort à quatre intensités différentes lors d'un exercice chez les enfants.
- 8-Fawcner , SG. , Armstrong ,N., Christopher, R., Joanne ,P., Welsman ,R.,&Samantha, G.(2010).Cinétique de consommation d'oxygène chez les enfants et les adultes après le début d'un exercice d'intensité modérée, *journal sport sciences*, vol 9, pp. 319-326.
- 9- Tanner JM. (1990). Growth as a mirror of conditions in society. In: *Growth as a mirror of conditions in society*. Lindgren, G. (ed). Stockholm Instit: Education Press, Stockholm, pp. 9-70.
- 10- Toivo, Jürimäe. (2001); Source: Compiled from Jürimäe, T., et al., Influence of anthropometric variables to the wholebody resistance in pre-adolescent children, in *Body Composition Assessment in Children and Adolescents*, T. Jürimäe & AP. Hills, Eds., *Medical and Sport Science*, 44, Karger, pp. 61–70. With permission.
- 11- Wang Y. (2002). Is obesity associated with early sexual maturation? A comparison of the association in American boys vs girls. *Pediatrics*, vol 110, pp. 903-910.
- 12- Bailey, DA & Kay, MC. (1999). Une étude longitudinale de six ans sur la relation entre l'activité physique et l'accumulation de minéraux osseux chez les enfants en pleine croissance : étude sur l'accroissement des minéraux osseux de l'Université de la Saskatchewan, *Journal of Bone and mineral research*, vol 14(10), pp. 1672-1679.

- 13- Bailey, DA., Martin, AD., McKay, HA., Whiting, S & Mirwald, RL.(2000). Calcium accretion in girls and boys during puberty: a longitudinal analysis. *Journal Bone Miner Res*, vol15, pp. 2245–2250.
- 14- Lohman, TG., Roche, AF& Martorell, R. (1988). *Anthropometric standardization reference manual*. USA : Human Kinetics, Champaign, IL.
- 15-Lohman, TG. (1998). Assessment of body composition in children. *Ped. Exer. Science*, vol 1, pp.19-30.
- 16-Malina, RM. (1975). Anthropometric correlates of strength and motor performance, *Exercise Sport Sci. Rev*, 3, pp. 249-261.
- 17-Malina, RM & Bouchard, C. (1986). *Sport and Human Genetics*, Champaign, In : Human Kinetics, pp.59-99.
- 18-Malina, RM & Bouchard, C. (1991a). Growth, maturation and physical activity. In: *Kinetics*, Champaign, IL: Montréal.
- 19- Pate, RR. (1989). Relationships between skinfold thickness and performance of health-related fitness test items. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, vol 60, pp.183-189.
- 20- Raudsepp, L & Jürimäe, T. (1996). Activité physique, condition physique et adiposité chez les filles prépubères, *science de l'exercice pédiatrique*, vol 8(3), pp. 259-267.
- 21- Raudsepp, L & Jürimäe, T. (1996). Activité physique, condition physique et adiposité chez les filles prépubères, *science de l'exercice pédiatrique*, vol 8(3), pp. 259-267.
- 22- Ratel, S., Lazaar, N., Williams, CA., Bedu, M. & Duche, P. (2003). Age differences in human skeletal muscle fatigue during high intensity intermittent exercise, *Acta Paediatrica*, vol 92, pp.1248–1254.
- 23- Sprynarova, S& Parizkova, J. (1977).La stabilité de différences interindividuelles des paramètres morphologiques et cardiorespiratoires chez les garçons. In : *Frontiers of Activity and Child Health*, Lavallee, H. and Shephard, R. J : Eds., Pelican, Quebec, p. 131
- 24- Susanne, C & Bodzsar, E. (1998). Patterns of secular change of growth and development. In : *Secular growth change in Europe*. Bodzsar, E., Susanne, C. (eds) : Eötvös Lorand Univ, Budapest.
- 25- Toivo, Jürimäe. (2001); Source: Compiled from Jürimäe, T., et al., Influence of anthropometric variables to the wholebody resistance in pre-adolescent children, in *Body Composition Assessment in Children and Adolescents*, T. Jürimäe & AP. Hills, Eds., *Medical and Sport Science*, 44, Karger, pp. 61–70. With permission.
- 26- Williams, C., Ceri, W., Nicholas, F& Nuttall,E. (1991). Le test de la navette intermittente de Loughborough: un test sur le terrain qui simule le modèle d'activité du football, *Journal of Sport Science*, vol 22, pp. 97-104.
- 27-Gutin.B., Young.J& Alejandro.D. (2008). Anthropometric and physiologic factors underling at the endurance performance in the childrens. *Inter Journal Sport Medecine*, 5(2), pp.67-73.

Publications:

Auteur: BERBAGUI Badreddine¹

1. Journal: Revue Développement des Ressources Humaines

TITRE DE L'ARTICLE : Les Indices de développement physique chez les enfants pré pubères, algériens et estoniens.

Résumé :

Objectif : Comparer les indices anthropométriques et de croissance entre les enfants estoniens et algériens de l'âge pré- pubère.

Méthodes : 103 enfants algériens, âgés ($11.43 \pm 0,9$ ans) scolarisés et pratiquant l'athlétisme comparés aux 104 enfants estoniens ($10.1 \pm 0,8$ ans) pour un examen de corrélation de 39 variables anthropométriques ; soit (variables des indices totaux ($n=03$), Plis cutanés (mm) ($n=08$), Circonférences ($n=10$), Longueurs ($n=07$), Diamètres distaux ($n=08$) et le somathotype ($n=03$) ; afin de vérifier si les enfants soumis aux différents facteurs intervenants sur les plans mésologiques et génotypiques ont une similitudes ou des divergences lors de la phase de croissance pré pubère.

Résultats : Nos résultats confirment qu'il n'y a pas de différence notable entre les variables anthropométriques des enfants algériens et estoniens et que le rythme de croissance durant la phase pré-pubère est très rapproché malgré la différence de vie, de nutrition et de gènes.

Mots-clés : Croissance ; Anthropométrie. Pré-pubère ; Algériens ; Estoniens.

Auteur: BERBAGUI Badreddine¹

2. Journal: Sport system journal. Journal scientifique international, publié par Université djelfa

TITRE DE L'ARTICLE : La détermination des indices de la détection des jeunes talents, demi-fondistes, algériens à partir de l'analyse en ACP, des paramètres morpho-fonctionnels.

Résumé :

Déterminer les indices de la détection des jeunes talents, ($12, 7 \pm 0, 8$ ans), en course de demi-fond, par l'analyse statistique (ACP), entre les caractères morpho-fonctionnels. Les indices morphologiques sont : poids / taille, Kaupe, Ketlé, Shreider, la dépense énergétique, la surface corporelle absolue, la surface corporelle relative, la surface spéciale enfants et l'indice Sheldon. Les tests fonctionnels sont : L'épreuve de course (Léger & Boucher), La VMA et la course de 1200m. Un traitement statistique (ACP), effectué entre ces variables, afin de définir la corrélation entre ces variables et avec les composantes principales. Nos résultats confirment l'existence de corrélation entre les variables morphologiques avec 1^{ère} composante. Les variables fonctionnelles sont corrélées au 2^{ème} axe, on conclut que les paramètres morpho-fonctionnels sont importants dans la détection des jeunes talents.

Mots clés : Morpho-fonctionnel ; détection ; jeunes talents ; ACP ; Demi-fond

الاسم اللقب: برباقي بدرالدين

السنة الجامعية: 2022/2021

تحت إشراف: أ/د ميموني توابتي نبيلة

Nature	LICENCE	MAGISTER	DOCTORAT X
--------	---------	----------	------------

العنوان: الإعدادات المرفووظائفية كمؤشرات لتحديد وتعريف بخصائص المواهب الشابة، الجزائريين (11،12،13 سنة)، عدائي المسافات النصف طويل.

ملخص:

الهدف الرئيسي من هذه الدراسة هو إعداد نموذج منهجي خاص بانتقاء وتعريف بخصائص المواهب الشابة الذي يكون مرتكز على الخصائص المرفووظائفية لدى عينة الشبان، العمر (11،12،13 سنة)، عدائي المسافات النصف الطويل، (العدد=198)، العمر ($12,07 \pm 0.8$ سنة)، وهذا لغرض تطوير مهمة انتقاء والكشف عن المواهب الشابة في الجزائر والعمل على التصدي لظاهرة ضياع هذه المواهب لضمان السيرورة والعناية بالنتيجة الرياضية. باستعمال استكشاف الاحصائي للقيم الانتروبومترية والحركية، اخذنا الجزء الأول من بحثنا وهو الفحص لتحديد العلاقة الإحصائية ثنائية التباين ما بين جميع المتغيرات المرفولوجية والحركية اين سجلت عدد =47 ارتباط إحصائي، والذي بدوره يحدد الإعدادات الخاصة بعملية استكشاف المواهب الشابة المتعلقة بهذا الغرض.

المحور الثاني من بحثنا يتمركز على البحث والكشف على العلاقة ما بين الإعدادات المرفووظائفية باستعمال الطريقة الإحصائية (CPA) متعددة الوظائف، اين تبين عبر النتائج وجود عدد كافي من الارتباطات الإحصائية وتكرارات إحصائية ما بين المتغيرات وما بين المتغير والمحور. والتي عددها =47، هذا الارتباط الإحصائي الذي يبين نمط العلاقة الموجودة ما بين مختلف الإعدادات والذي بدوره يعطي الأهمية والقيمة التي يكون استعمالها كمؤشر قوي في عمليات الكشف وتحديد خصائص المواهب الشابة لهذا الاختصاص الرياضي وهذه الفئة العمرية.

الجزء الثالث من دراستنا يتمحور على الكشف ومعاينة مؤشرات الانتقاء عن طريق (CPA) ما بين الإعدادات الانتروبومترية والمحاور المتعلقة بكل مرحلة عمرية، ولقد استنتجنا عدد هام من التباينات الإحصائية بين المتغيرات المرفولوجية ونمط التكرار الإحصائي بين المتغيرات والمحاور التي تعطي شرح منهجي لأهمية استعمال هذه المؤشرات في هذه العملية. لقد تبين ان معظم العلاقة الإحصائية الموجودة ما بين مختلف المؤشرات المرفولوجية والوظائفية والتي تتماشى مع العديد من الدراسات الأجنبية المتعلقة بتحديد وتعريف الخصائص المرفووظائفية عند الأطفال خلال هذه المرحلة العمرية أو عند الأطفال الرياضيين.

من جهة أخرى لحل هذا المشكل المدروس والخاص بعملية استكشاف وانتقاء المواهب الشابة في الجزائر او في جهة أخرى من العالم، يبقى المشكل المطروح اعداد الخبرة لهذه الدراسة من طرف العديد من الباحثين. وفي الأخير ومن خلال نتائج الدراسة وكذلك نتائج التباينات الإحصائية الهامة والموجودة من خلال الثلاث أجزاء الدراسة التجريبية هاته.

لقد قيمنا واستخرجنا جزء من الإعدادات المرفووظائفية ذات قيمة معتبرة تخص كل أجزاء الدراسة ونقوم بطرحها وتقديمها كنموذج للتعريف بخصائص المواهب الشابة لهذا الاختصاص الرياضي واستعمالها كقاعدة منهجية ومراجع للمدربين.

الافاق المتعلقة بهذه الدراسة هي ترك مجال لتداول الخبرة الخاصة بإعدادات استكشاف المواهب الشابة لفئات عمرية أخرى او لجنس اخر او اختصاص رياضي اخر...

الكلمات المفتاحية: المرفووظائفية-استكشاف-تعريف-المواهب الشابة-سباقات نصف الطويل-الأطفال-النمو.

Name and First Name : BERBAGUI Badreddine		Years : 2021-2022	
Promoter : Professor : Mme MIMOUNI TOUABTI Nabila			
Nature	LICENCE	MASTER	DOCTORAT x
Title : Morpho Functional parameters as an criterias in identification of young talent's, Algerians middle distance Runners (11, 12,13 years old).			
Abstact :			
<p>The objective of our study is to establish the model for the detection and identification of young talent's based on the Morphological and functional Characteritic's in the population of young runner's in middle dintances, (11, 12,13 years old), (n=198), (12,7±0,8 years), in order to improuve thr mission of sport's detection in Algeria and to protect the loss of young talent's and ensure the process of prediction's performance.</p> <p>By statistiac exploration of Anthropometric and motor data's ; the first part of our research examines the varied relashionship between the Morphological and Functional variables regestring a large number of correlations (n=47), wich determines the parameters in detection on young talents that we stadies. In our reseash the second axis also revolves around verification in the relashionships between Morpho-Functional parametres the multifunctional statistical method (PCA). Wich shows a large number of correlations and rundoncies between variables-variables and variables and factors (n=48), statistical link determines the nature and the mode of relashionship exeting between the paremetrs examined gives the advantage of being classied as indexes of identification of young talents in this sport for this category athlete's population. The second part of our study is articulate towars verification and search for the indexes for the detection through a corelational statical examination in PCA between the Anthropometrical and the factors specific to each age group of ours sample, in order to defini characteristics and to see the diference between the highlight indices for each age category.Its resulte a large number of correlates between the Morphological variables and the mode of rudondancy between the variables and the factors, wich present a systemetic explanation of the usefulness of this indices in an agreement with a several foreing stadies devoted to the difinition of the Morpho functional characteristics, either for the children at this age in sport.</p> <p>In other side the problem in identification of talents sport, it's concerning the detection a young talent in our country and elsewhere in the world, witch remains the problem of expertise posed by several authors, at the end of through a syntesis made from the results of most important correlates in the third of our experimatal part. We do out the most commonly represented the Morpho functional parameters and we present and propose them as systematic indices of identification in young talent's in this speciality and this age group to serve as a practice references to coatchs and scientifics.The perspectives of this study is to launch an alternative to the expertise of parameters of the detection of the talents in another category's age and sexe or in another sport given discipline.</p>			
Key Worlds : Morpho functional- Détection- Identification Young talents- Middle distance race- Boy-Growth.			

Nom & Prénom : BERBAGUI Badreddine		Année : 2021-2022	
Promoteur : Professeur : Mme MIMOUNI TOUABTI Nabila			
Nature	LICENCE	MASTER	DOCTORAT x
Titre : Les paramètres morpho -fonctionnels en tant qu'indices d'identification des jeunes talents, algériens (11, 12,13ans), coureurs des distances de demi-fond.			
Résumé :			
<p>L'objectif de notre étude est d'établir un modèle de détection et d'identification des jeunes talents basé sur les caractéristiques morphologiques et fonctionnelles chez la population des jeunes coureurs de demi-fond, (11, 12,13ans) : (n=198) ; (12,7±0,8 ans). En vue, d'améliorer la mission de la détection sportive en algérie et empêcher la déperdition des jeunes talents et d'assurer le processus de la prédiction de la performance.</p> <p>Par exploration statistique, des données d'investigation anthropométrique et motrice ; la première partie de notre recherche examine la relation Bi variée entre l'ensemble des variables morphologiques et fonctionnelles. A la fin, nous enregistrons un nombre important de corrélats (n=47), qui déterminent les paramètres de la détection des jeunes talents en question. Le deuxième axe de notre recherche s'articule aussi sur la vérification de la relation entre les paramètres morpho- fonctionnels par la méthode statistique Multidimensionnelle, (ACP). Dont, elle fait apparaître un nombre de corrélats important par ces corrélations et redondances entre variables-variables et entre variables et facteurs, (n=48). Le lien statistique détermine la nature et le mode de relation existant entre les paramètres examinés, qui donne l'avantage d'être classé, en tant qu'indices d'identification des jeunes talents pour cette discipline et pour cette catégorie de population de sportifs. Le troisième volet de notre étude s'achemine vers une vérification et à la recherche des indices de la détection à travers un examen statistique corrélationnel en ACP entre les paramètres Anthropométriques et les facteurs propres à chaque tranche d'âge de notre échantillon. Afin, de définir les caractéristiques et de voir la différence entre les indices exergues pour chaque catégorie d'âge. Il en ressort un nombre important de corrélats entre les variables morphologiques et un mode redondance entre les variables et les facteurs, qui présentent une explication systématique de l'utilité de ces indices dans cette opération en question. L'ensemble des liens statistiques trouvés entre les indices morphologiques et fonctionnels sont en concordance avec plusieurs études étrangères, consacrées au sujet de la définition des caractéristiques morpho- fonctionnelles, soit pour les enfants à cette période d'âge ou pour les enfants sportifs en général.</p> <p>En revanche, pour cerner le problème traité concernant la détection des jeunes talents dans notre pays et d'ailleurs dans le monde, qui demeure un problème d'expertise posé par plusieurs auteurs. A la fin et à travers une synthèse faite à partir des résultats des corrélats les plus importants dans les trois parties expérimentales de nos sujets. Nous faisons ressortir les paramètres morpho fonctionnels les plus représentés en commun, nous les présentons et les proposons comme indices d'identification des jeunes talents de cette spécialité et pour cette tranche d'âge pour servir de base de référence aux entraîneurs et aux scientifiques. Les perspectives de ce travail est de lancer une alternative à l'expertise des paramètres de la détection des talents à une autre catégorie d'âge et de sexe ou à une autre discipline sportive donnée.</p> <p>Mots Clés : Morpho fonctionnel- Détection- Identification Jeunes talents- Course de demi-Fond-Garçon-Croissance.</p>			