

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche scientifique

UNIVERSITE MENTOURI - CONSTANTINE

FACULTE DES SCIENCES HUMAINES ET SOCIALES

DEPARTEMENT DE L'EDUCATION PHYSIQUE ET SPORTIVE

Thèse pour l'obtention du
DIPLOME DE DOCTORAT ES SCIENCES

Option : Théorie et méthodologie
de l'Education physique et sportive

TITRE

***INCIDENCES DES PARAMETRES MORPHOLOGIQUES ET
PHYSIOLOGIQUES SUR LE DEVELOPPEMENT DES
QUALITES PHYSIQUES D'ENDURANCE ET DE FORCE-
VITESSE
chez les jeunes filles scolarisées à l'age de 9-12 de Constantine***

Sous la direction :

ABDELLAH BAHRI M.C

Présentée par :

Mme BAHRI Kenza

Composition du Jury :

Président : Pr. MECHICHE ALI

Université Mentouri - Constantine -

Rapporteur : Dr. BAHRI ABDELLAH

Université Mentouri - Constantine -

Membres examinateurs :

Pr. BOUKEBEB SALIM

Université Mentouri -Constantine-

Dr. BENDEHMEN M^{ED} NASERDDINE Université Mostaganem

Dr. KHIAT BELKACEM Université Oran

Année Universitaire 2010-2011

Ce travail est dédié...

A mon Père

Symbole de bonté, de droiture et d'honnêteté

A ma Mère

Qu'elle trouve dans ce travail le témoignage

De ma reconnaissance et de mon affection

*A mon époux
Pour son affection, sa compréhension
et ses encouragements*

A mes chers enfants Hadia et Ouassim

*A mes beaux-parents, en témoignage
de gratitude et de reconnaissance*

*A mes frères et sœurs
A toute la famille
A tous mes amis
Avec toute mon affection*

*A mon Directeur de thèse
Monsieur Abdallah Bahri M. C*

*Vos conseils judicieux, vos orientations précieuses
et votre soutien continu nous ont profondément aidé
pour la réalisation de ce travail.*

*Nous apprécions beaucoup votre grande contribution
pour les explorations fonctionnelles que vous menez
en vue de l'amélioration continue du Sport de
Performance en Algérie.*

*Votre disponibilité et vos qualités humaines à notre
Egard nous ont profondément touché.*

*Veillez croire, cher Professeur,
à notre grande affection et notre profonde reconnaissance.*

*A Monsieur le Docteur Bouarrata Abderrachid
pour ses précieux et judicieux conseils tout au long de
cette recherche. Qu'il retrouve dans ce travail l'expression
de ma profonde amitié et de ma reconnaissance.*

A Messieurs les membres du jury :

Le Professeur Mechiche Ali

Le Professeur Boukebel Salim

Le Docteur Bendehmane Nasr-eddine

Le Docteur Khiat Belkacem

Mes sincères remerciements pour avoir bien voulu

juger notre travail.

*A tout le personnel de l'Université, de la
Faculté*

*et du Département de l'Education
Physique et Sportive*

*A toute l'équipe médicale du Service de
l'Exploration Fonctionnelle Du C.H.U de
Constantine, pour leur contribution.*

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	03
PREMIER CHAPITRE : REVUE DE LA LITTERATURE	06
A – Importance des paramètres morphologiques et physiologiques pour la pratique sportive.....	07
B – Incidence de l'entraînement des qualités physiques d'endurance et de force-vitesse sur la performance sportive	12
1 – Facteurs de la capacité de performance sportive.....	0
2 – Structuration de l'entraînement du processus énergétique anaérobie et aérobie chez les enfants	0
C - Incidence de l'entraînement sur les caractéristiques morpho-fonctionnelles de la force-vitesse	14
D - Incidence de l'entraînement sur les caractéristiques morpho-fonctionnelles de l'endurance	18
DEUXIÈME CHAPITRE : METHODOLOGIE DE LA RECHERCHE	22
A - Hypothèse de la recherche	23
B - Objectifs de la recherche	23
C - Tâches de la recherche.....	24
D - Contenu expérimental.....	24
1 - Caractéristiques de l'échantillon	24
2 - Outils d'investigation.....	25
3 – Epreuve de VO2 max directe.....	25
4 – Estimation de la capacité anaérobie alactique	26
5 – Estimation des composants corporels.....	26
6 – Test d'Eurofit d'aptitude physique	27
7 – L'enquête – Le questionnaire.....	28
8 - Méthode de traitement statistique.....	28
9 - Méthode de l'analyse bibliographique	28
E - Organisation de la recherche	28
- Première phase : Identification de l'échantillon de la recherche et organisation des tests.....	29
- Deuxième phase : Organisation et formation d'équipe de travail pour la réalisation des tests	29

- Troisième phase : Codage et suivi de l'échantillon à examiner	29
- Quatrième phase : Traitement des données de recherche	30
- Cinquième phase : Rédaction de recherche	30
TROISIÈME CHAPITRE : PRÉSENTATION ET DISCUSSION DES RÉSULTATS DE LA RECHERCHE	31
A - Présentation des résultats de l'enquête.....	32
1 - Analyse du questionnaire	32
2 - Discussion	33
B - Présentation et discussion des résultats des paramètres morfo-fonctionnels...	35
1 - Paramètres morphologiques de la tranche d'âge 9–10 ans	35
2 - Paramètres physiologiques de la tranche d'âge 9-10 ans.....	36
3 - Paramètres morphologiques de la tranche d'âge 10-11 ans.....	36
4 - Paramètres physiologiques de la tranche d'âge 10-11 ans.....	36
5 - Paramètres morphologiques de la tranche d'âge 11-12 ans	36
6 - Paramètres physiologiques de la tranche d'âge 11 – 12 ans	37
C – Evolution des caractéristiques morphologiques aux différentes tranches d'âge pré-pubertaires	37
D – Evolution des caractéristiques physiologiques aux différentes tranches d'âge pré-pubertaires.....	39
E - Présentation et discussion des résultats des qualités physiques des jeunes Constantinoises aux différentes tranches d'âge	44
1 – Capacité physique d'endurance aux différents âges pré-pubertaires	44
2 - Capacité physique de Force-vitesse aux différents âges pré-pubertaires	44
3 – Capacité physique de vitesse aux différents âges pré-pubertaires.....	45
4 - Capacité physique de souplesse aux différents âges pré-pubertaires.....	46
5 – Evolution des caractéristiques physiques aux différents âges pré-pubertaires.....	46
F - Etude corrélative entre les différents paramètres de la recherche	51
1 - Corrélation Puissance maximale anaérobie alactique (PMANA) avec le poids maigre	51
2 - Corrélation consommation maximale d'oxygène (VO ₂ max) avec le poids maigre	52
3 - Corrélation de la PMANA avec la VO ₂ max	53
CONCLUSION	55
Index bibliographique	57
Annexes	66

INTRODUCTION

L'amélioration des résultats sportifs a été depuis longtemps conditionnée par la rationalisation du processus de préparation, obéissant au respect du développement multiforme du sportif « *par la construction des habiletés spécifiques qui seront la base de tout apprentissage.* » (P. Seners et col. 1999).

Ainsi la performance sportive passe inévitablement par la structuration de la préparation technique en relation avec la préparation physique du bas âge jusqu'à l'âge adulte. A ce niveau, les proportions accordées à chaque aspect d'entraînement restent déterminantes et conditionnent l'efficacité technico-tactique.

Le progrès considérable du sport, marqué par des mutations profondes du jeu, tant sur le plan offensif que défensif (observation du Basket-ball lors des Jeux Olympiques de Pékin, Chine 2008) caractérisé par des séquences ne dépassant pas les 15 secondes, des exécutions de tirs se situant à une moyenne de 2,5 secondes et un taux d'efficacité de plus de 60 %. Ces actions sont réalisées par des basketteurs ayant en moyenne une taille de plus de 2 mètres avec des indices morphologiques très développés en composante musculaire et osseuse et une masse grasse insignifiante.

Compte tenu des nouvelles exigences du jeu, il ressort la nécessité d'une révision du processus de la préparation par la mise en place d'un système de détection et d'entraînement conçu sur de réels indicateurs permettant une meilleure formation sur la base d'un contrôle systématique des objectifs et contenus de préparation des jeunes sportifs.

La croissance des enfants constitue une phase finale des mutations complexes tant physiologiques que morphologiques et anatomiques. Ce processus de transformations complexes commence par la mise en activité accrue du système hormonal suivi d'une série de modifications qui produiront à moyen terme un sujet transformé en taille, en poids, et sexuellement mature. Cette évolution implique des répercussions directes sur les possibilités d'efforts physiques des enfants et des adolescents. Ainsi les charges d'efforts appliquées ne doivent en aucun cas constituer une réduction quantitative de la capacité de

travail physique imposée aux adultes. D'ailleurs Claparède - cité par Weineck, J. 1992 -, conclut que « l'enfant n'est pas un adulte en miniature et sa mentalité n'est pas seulement quantitativement, mais aussi qualitativement différente de celle de l'adulte, si bien que l'enfant n'est pas plus petit, il est aussi différent. »

La détection d'un bon état morpho-fonctionnel est une prémisse pour une meilleure efficacité du rendement mécanique avec un bon développement des qualités physiques. Il offre une garantie certaine pour l'accession à la haute performance. Gürtler (H) 1982.

Il serait donc intéressant de mettre en relief, d'une part, le développement des paramètres morpho-fonctionnels de nos enfants et, d'autre part, d'analyser l'incidence de ces derniers sur l'amélioration des qualités physiques d'endurance et de Force-vitesse.

En effet, compte tenu de leur caractère génétique, la plupart des qualités morphologiques et certaines fonctionnelles sont difficilement entraînaibles. La possibilité de compensation des manques au niveau d'un facteur ou d'une qualité motrice de la préparation par le développement des autres, demeure réduite. Cela nous invite, dans le cadre de la prospection, à cibler, d'une part, les sujets qui présentent les meilleures prédispositions morpho-fonctionnelles, et d'autre part, à établir des protocoles de préparation conséquents sur des bases scientifiques. La spécialisation en temps voulu se produira aussi tard que nécessaire sur la base d'une construction de performance adaptée au développement individuel. Weinek, T.

L'étude de l'évolution des caractéristiques morpho-fonctionnelles au stade pubertaire constitue une base obligatoire pour l'orientation sportive, le suivi et la prédiction de la performance des enfants et des adolescents.

Du fait que peu de travaux algériens référenciés, relatifs à cet aspect son disponibles, l'objectif de cette étude est d'établir un ensemble de critères à partir d'une évaluation fonctionnelle rigoureuse, pour l'élaboration du protocole d'entraînement spécifique et même individualisé en rapport avec l'âge propice au développement des qualités physiques.

La nécessité d'une telle démarche est ressentie d'autant plus que l'entraînement moderne ne pourrait pas surmonter les effets limitants de

certaines défaillances décelées au niveau de certaines qualités acquises génétiquement, telles que les paramètres morphologiques et énergétiques que la préparation ne peut tout au plus améliorer que dans une proportion relativement limitée.

Premier chapitre

REVUE DE LA LITTÉRATURE

A – IMPORTANCE DES PARAMETRES MORPHOLOGIQUES ET PHYSIOLOGIQUES POUR LA PRATIQUE SPORTIVE

Le sport moderne observe cette dernière décennie de constantes modifications de son jeu devenu très intense avec sollicitation de tous les processus énergétiques, aérobie et anaérobie, pour l'exécution des actions de Force-vitesse et d'endurance.

Plusieurs études tendent à montrer une augmentation importante de l'intensité des actions de jeu, de leur fréquence, avec simultanément une évolution de la durée des efforts et une diminution des temps de pause. Estimés par Grosgeorge de l'ordre de 10 % il y a quelques années, il considère que les actions très intenses avoisinent aujourd'hui les 15 % du temps de jeu.

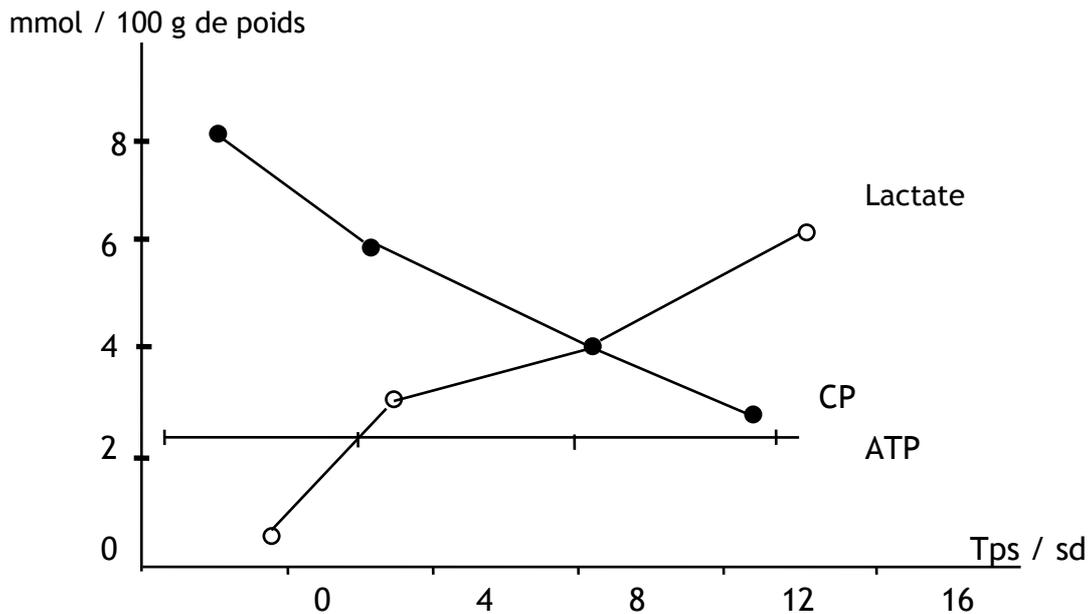
De son côté, Jean-Paul Chatard a observé, dans une étude sur des jeunes sportifs d'équipes nationales, d'énormes dispositions dans les actions de jeu exigeant la Force-vitesse.

Tableau n° 1 : Données obtenues sur des sportifs d'Equipes nationales (Italie, Hongrie, Finlande, Russie) selon Chatard, S.C., 1995

16	Squat Jump	Counter Mouvement Jump	Drop Jump
Basketteurs	39.8 cm	42.2cm	40.8cm

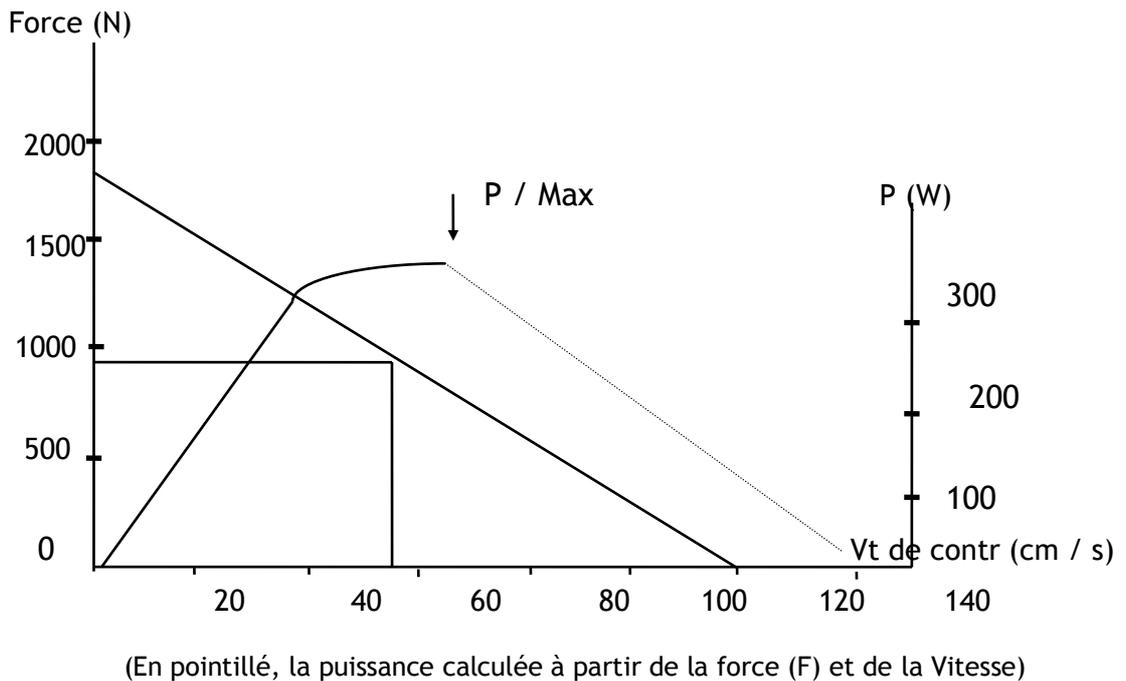
L'activité du sportif comporte un caractère répétitif variable. Les tâches motrices intenses de Force-vitesse se répètent maintes fois en différentes situations et engendrent des modifications énergétiques importantes au niveau musculaire, telles observées par BERGSTROM et coll

Figure n° 1 : Modification de la concentration d'ATP, CP et lactate dans le muscle à la suite de contractions maximales



Dans une autre étude de PERTUZON et BOUISSET sur la contraction maximale du biceps brachial, pour l'évaluation de la qualité Force-vitesse, les auteurs ont quantifié le rapport existant entre la Force et la Vitesse dans les mouvements monoarticulaires, polyarticulaires et cycliques, et ont conclu que la puissance du muscle pour les contractions non maximales est égale au produit de la Vitesse par la force exercée ; la puissance maximale n'est obtenue ni à vitesse, ni à force maximales, mais par des valeurs sous-maximales de ces deux grandeurs, de l'ordre de 35 %, comme le montre la figure ci-dessous illustrant les valeurs de Force en fonction de la vitesse.

Figure n° 2 : Diagramme Force-vitesse instantanée. Contraction maximale du biceps brachial, réalisée contre inerties différentes



VOLKOV (N.I.) note que l'exécution d'un travail en Force-vitesse exige une intensification maximale du processus anaérobie qui détermine l'état opérationnel des sportifs.

De ce fait, HERMANSEN fait ressortir que la puissance anaérobie alactique, qui détermine la puissance dans les exercices de type Force-vitesse, reste conditionnée par plusieurs facteurs :

- 1 / La grandeur des changements dans la concentration des phosphogènes (ATP / CP)
- 2 / La forte proportion des fibres dites rapides dans le muscle.

Aussi, FOX et MATHEW recommandent, sur le plan pratique, pour l'augmentation de la puissance anaérobie alactique, de réaliser des exercices ayant une influence directe :

- sur l'amélioration de la transmission nerveuse
- sur l'accroissement de la capacité des unités motrices rapides.

Il ressort, à travers la littérature, que l'activité du sportif dans les actions de Force-vitesse, dépend en majeure partie de la dynamique énergétique

anaérobie alactique. Cette dépendance, rendue nécessaire pour le maintien d'un haut niveau de jeu, reste aussi déterminante dans les acquisitions des procédés techniques et tactiques. En effet, SENERS et coll avancent que :

«Lors des acquisitions des connaissances, on doit permettre au sportif la construction des habiletés spécifiques qui seront la base de tout apprentissage.»

Les auteurs insistent aussi sur l'activité ayant pour objectif une dépense physique certaine, jeu de jambes et déplacements, permettant une concentration sur les aspects techniques et sur la motricité gestuelle.

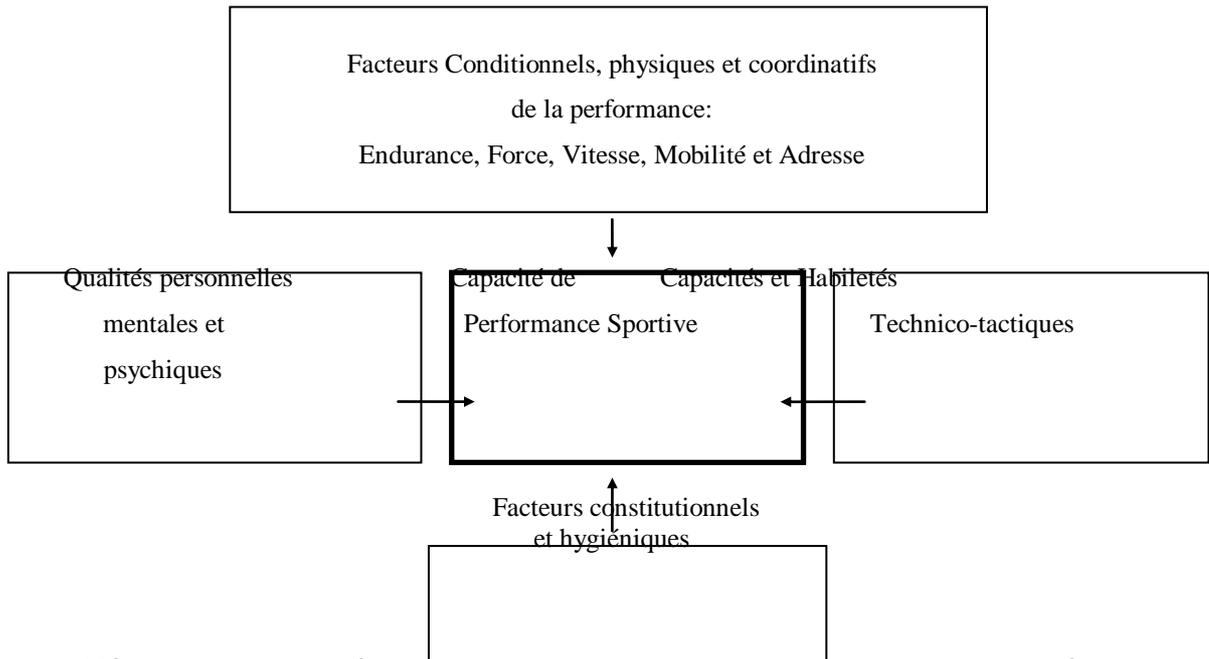
A partir des exigences énergétiques de la Force-vitesse pour le jeu, il ressort l'importance de la structuration dans un processus de préparation, conformément au schéma de sollicitations lors des compétitions. L'idée de mener un entraînement rigoureux en respectant les spécificités de jeu, permet un développement optimal de l'ensemble des facteurs de préparation et, plus particulièrement, la construction d'une base physique indispensable pour la formation technique et tactique.

B – INCIDENCE DE L'ENTRAÎNEMENT DES QUALITÉS PHYSIQUES D'ENDURANCE ET DE FORCE-VITESSE SUR LA PERFORMANCE SPORTIVE

Jurgen WEINECK a montré le rapport étroit entre les facteurs physiques et les capacités d'habiletés technico-tactiques. Il note par ailleurs que la capacité de performance sportive, en raison de sa composition multifactorielle, ne peut faire l'objet que d'un entraînement complexe. Seul le développement harmonieux de tous les facteurs déterminant la performance permet d'atteindre le haut niveau de préparation.

Parmi l'ensemble des facteurs, l'auteur accorde la priorité aux facteurs conditionnels, physiques et coordinatifs de la performance, comme présentés dans la figure suivante :

Figure n° 3 : Facteurs de la capacité de performance sportive



L'étude de la préparation multiforme en relation avec la préparation technique et tactique, de JOCH (cité par J. Weineck) montre l'importance de la formation générale de base des jeunes talents, et il indique qu'elle correspond à l'apprentissage d'habiletés et de combinaisons motrices simples, adaptées au stade de développement respectif, qui seront le "véhicule" de l'amélioration progressive des capacités coordinatives, d'équilibre et surtout de la différenciation musculaire.

HARRE (1979), tout en mettant en évidence la corrélation de l'apprentissage technique avec le développement physique de la Force-vitesse, propose les tranches d'âge favorables pour l'entraînement de la Force-vitesse et le perfectionnement de la technique.

Tableau n° 2 : Tranches d'âge d'entraînement de la technique et de la Force-vitesse

Aspect ou qualité	Techniques	Force-vitesse
- Début de l'entraînement de base	Entre 5 et 7 ans	Entre 8 et 10 ans
- Début du perfectionnement	Environ 10 ans	Environ 13 / 14 ans

De son côté, Henri LAMOUR insiste sur le caractère intensif de l'entraînement et affirme que « *dans toute formation, l'imposition d'effort est*

une nécessité absolue.» Dans la plupart des exercices sportifs, on trouve des efforts dynamiques ou isotoniques (déplacement osseux et articulaire) tels que le rapport procédé technique en relation avec la qualité physique Force-vitesse. L'auteur propose même, selon les sollicitations énergétiques, la durée d'exercice en fonction de la puissance et de la capacité :

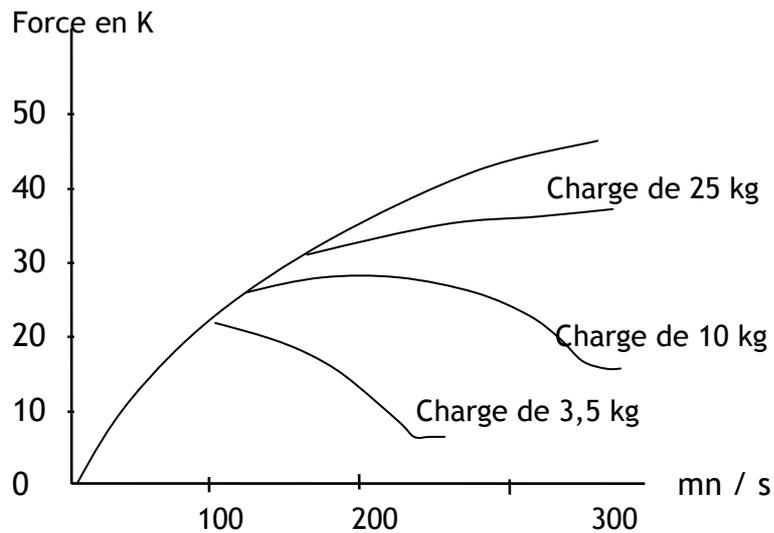
Tableau n° 3 : Durée d'exercice en fonction de la puissance et de la capacité, dans les processus énergétiques anaérobique alactique et anaérobique lactique

Système	Nature	Durée
Anaérobie alactique	Puissance	0 à 7 s
	Capacité	7 à 15 s
Anaérobie lactique	Puissance	15 à 45 s
	Capacité	45 s à 2 mn

Toutefois, pour obtenir un effet positif se répercutant sur l'efficacité des mouvements du sportif, la préparation de la Force-vitesse doit suivre un processus d'augmentation graduelle de la charge. Dans ce sens, BALANGER et coll (1989) confirment l'existence d'un rapport étroit entre la force maximum isométrique et la rapidité gestuelle.

Le degré de corrélation entre la Force maximale et la Rapidité gestuelle s'élève quand la charge s'accroît. Les auteurs constatent également que l'importance présentée par la force pour que la détente augmente à mesure que s'élève la charge à surmonter. Dans une flexion du coude avec un poids de 13 % du maximum, la vitesse d'élévation d'une charge dépend à 39 % de la force maximale ; ce pourcentage s'élève à 71 % si la charge soulevée est de 51 % du maximum, comme le montre la figure ci-dessous :

Figure n° 4 : Courbes Force-Temps selon différents niveaux de charge par contraction isométrique



Aussi, la vitesse des sportifs repose essentiellement sur la mobilité du système neuro-musculaire et les propriétés qu'ont les muscles à développer la force d'accomplir des actions de jeu dans un laps de temps bien déterminé.

Pour la pratique sportive, la vitesse trouve son expression dans les différentes formes de déplacement sur des intervalles réduits, dans des réactions motrices de tirs, de contres, de récupération et de démarrages.

SCHNABEL et THIEB (1993) (cité par J. Weineck) définissent la vitesse comme une capacité de la condition physique qui conditionne la performance en permettant d'exécuter, dans des conditions données, des actions motrices avec une intensité forte, voire maximale, dans le temps le plus bref.

Par contre, d'autres auteurs ne considèrent pas la vitesse comme une condition physique dans la mesure où elle repose sur les mécanismes énergétiques et dépend dans une large mesure des processus de commande du système nerveux central (Butel, Y., 1980).

Malgré son caractère génétique, nombreux sont les auteurs qui définissent la vitesse comme la capacité musculaire de développer la force, et insistent sur l'importance de l'entraînement de cette qualité durant l'enfance (Hollman et Hettinger, 1980).

C – INCIDENCE DE L'ENTRAÎNEMENT SUR LES CARACTERISTIQUES MORPHO-FONCTIONNELLES DE LA FORCE-VITESSE

L'effet de l'entraînement chez les jeunes sportifs, sur le processus anaérobique alactique, qui se traduit en pratique par la Force-vitesse, reste un phénomène difficilement mesurable compte tenu des multiples modifications de croissance, physiologiques et autres, qui s'opèrent à cette tranche d'âge et dont certaines interactions conditionnent favorablement le développement de cette qualité physique.

Afin de déterminer le développement de la Force-vitesse des jeunes sportifs, une majorité de chercheurs sont unanimes à dire que l'entraînement structuré engendre une augmentation de cette qualité physique. Par contre, d'autres considèrent que ce développement est simplement le résultat de l'amélioration de la fonction intra-musculaire des sportifs.

Les études pour l'évaluation de la qualité Force-vitesse des enfants scolaires de 10 à 14 ans, comparés à d'autres enfants scolaires ayant subi un entraînement d'athlétisme supplémentaire à raison de deux fois 90 mn par semaine pendant 6 mois, STORK (1986) met en évidence l'importance de la préparation athlétique, et il est parvenu aux résultats suivants

Tableau n° 4 : Performances de saut en longueur sans élan, des enfants (en cm)

Sexe \ Age	10 / 11 ans	11 / 12 ans	12 / 13 ans	13 / 14 ans

GARCONS	SPLA	172 ± 16	178 ± 14	186 ± 16	197 ± 22
	SP	151 ± 22	157 ± 21	168 ± 20	178 ± 23
FILLES	SPLA	167 ± 13	179 ± 16	188 ± 15	206 ± 17
	SP	151 ± 13	157 ± 18	162 ± 18	168 ± 20

(SP : Sport scolaire ;

SPLA : Sport scolaire et entraînement d'athlétisme supplémentaire)

De même CRASSELT et coll., déterminant la Force-vitesse des enfants et adolescents par le triple saut, ont démontré l'accroissement de cette qualité proportionnellement avec l'âge et sous l'effet d'un entraînement progressif.

Tableau n° 5 : Valeurs moyennes obtenus au triple saut sur un pied, par des enfants de 12 à 14 ans

Age	12 ans	13 ans	14 ans
Garçons (nombre)	3 093	3 030	2 940
Longueur (m)	4,80 ± 0,64	5,15 ± 0,69	5,53 ± 0,72

ERIKSSON (B.O), 1987; NEYENDORF (E.), 1996 ; PIRNAY (F.), 1992, ont montré que l'entraînement améliore sensiblement la force musculaire des enfants au stade pré-pubère. Dans une étude similaire de PFEIFER et FRANCIS (1986) réalisée sur un nombre important de jeunes pré-pubères, les auteurs ont constaté, après 9 semaines d'entraînement que l'amélioration de la Force-vitesse était bien marquée et plus grande chez les pré-pubères de 12-14 ans.

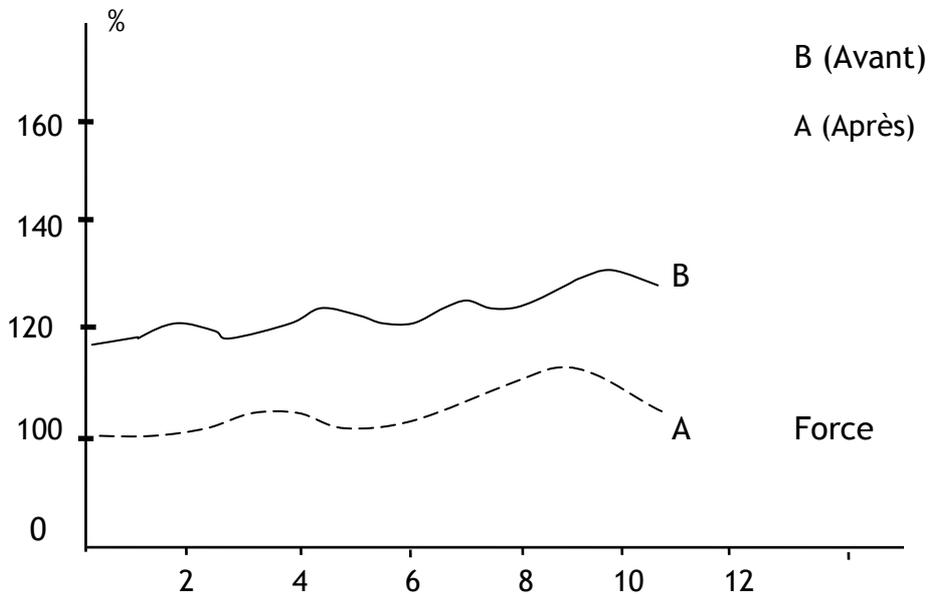
Cette conclusion est aussi confirmée par Mac DOUGALL et coll qui ont constaté, après un entraînement de musculation de 5 mois, une augmentation conséquente de 28 % par rapport à l'état initial de la qualité Force-vitesse .

Mesurant aussi l'effet de l'entraînement par le test de Wingate, GRODJNOVSKY (1980) pour l'évaluation du processus anaérobie de 50 garçons âgés de 11 à 13 ans, il a déterminé une augmentation de la performance de l'ordre de 4,5 à 5,3 %.

Pour DUTIL (1978), l'effet de l'entraînement sur l'augmentation musculaire se situe à environ 27 % de la masse corporelle totale, et seulement l'amélioration de la capacité coordinative neuro-musculaire qui peut améliorer sensiblement la masse musculaire.

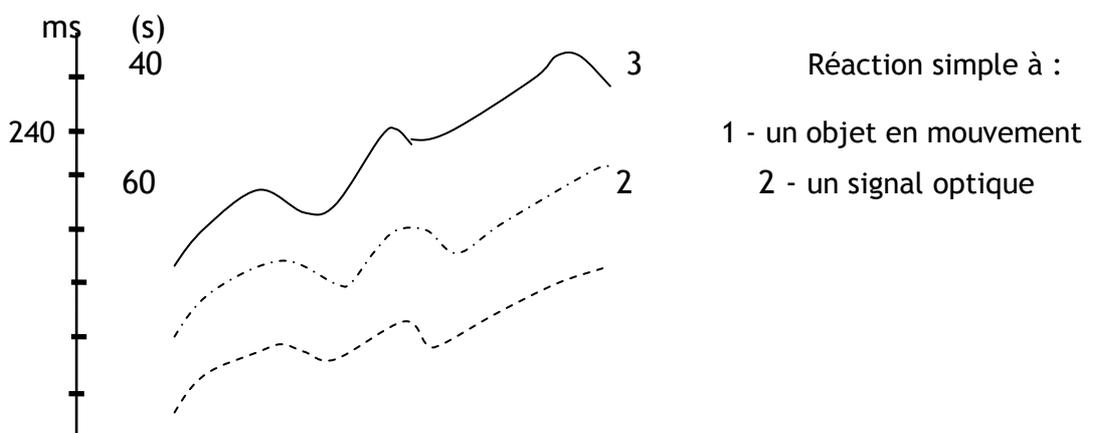
Etudiant les différents paramètres intervenant dans l'amélioration de la qualité Force-vitesse, KOMI (1986) a pu constater pendant 12 semaines d'entraînement de la force isométrique, une augmentation de cette dernière due à une amélioration de l'innervation intramusculaire.

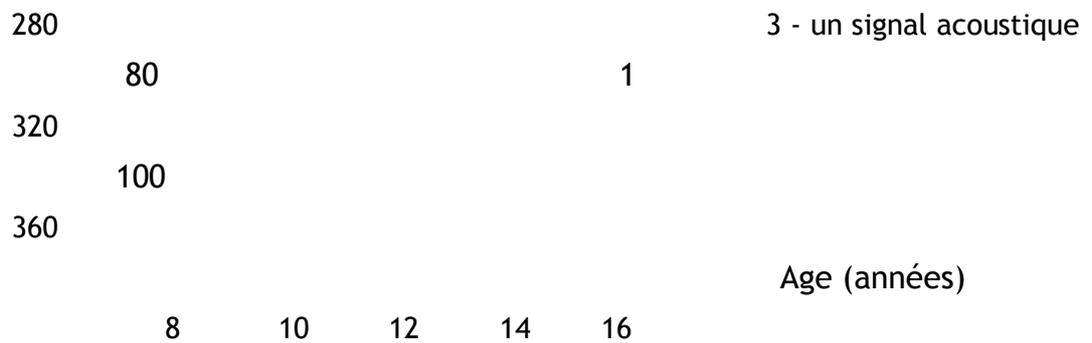
Figure n° 5 : Augmentation parallèle de la force et de l'innervation intramusculaire chez des garçons de 13 / 15 ans



Par ailleurs, VILKER (1987), cité également par J. Weineck, analysant l'effet du développement de la force sur la vitesse chez des jeunes sportifs de 8 à 16 ans, a constaté que le temps des différentes réactions de vitesse s'améliore plus fortement à cet âge pour atteindre un niveau maximum à l'âge de 16 ans.

Figure n° 6 : Amélioration des différentes formes de la vitesse de réaction





MERO et ses collaborateurs (1988) sont parvenus aux mêmes conclusions observées sur un groupe masculin de différentes disciplines. L'augmentation de la vitesse avoisine les 12,5 % par rapport au niveau de départ, qui reste, selon les auteurs, liée à une augmentation de la puissance anaérobie : la force.

ERIKSON et coll. ont montré l'importance du développement du processus Force-vitesse sur le métabolisme anaérobie. Leur résultat est confirmé par Van Praagh et aussi par GANT et coll. et ont démontré la capacité des jeunes sportifs pour les exercices de Force-vitesse sollicitant un tel métabolisme et recommandent des séquences d'exercices n'excédant pas les 10 secondes. Evaluant la qualité Force-vitesse avec l'accroissement de l'âge, HERTOIGH et coll. ont observé que cette puissance maximale anaérobie (P.A max) qui se manifeste par la Force-vitesse surtout explosive, augmente pendant la croissance pubertaire à partir de 14 ans, pour atteindre des seuils maximaux à l'âge de 18-22 ans.

Par contre, pour MERCIER et coll., en plus de la préparation et de l'entraînement, cette qualité physique reste tributaire de la masse musculaire et de la masse osseuse.

D – INCIDENCE DE L'ENTRAÎNEMENT SUR LES CARACTERISTIQUES MORPHO-FONCTIONNELLES DE L'ENDURANCE

L'étude de l'incidence de l'entraînement sur les caractéristiques morpho-fonctionnelles de l'endurance pose un certain nombre de problèmes techniques. Il est en effet délicat de dissocier la contribution relative due à l'entraînement, de celle inhérente au développement et à la croissance.

L'endurance est la capacité de maintenir un effort d'intensité faible à modérée, suivant le degré de préparation de l'individu, pendant un temps relativement long. D'un point de vue énergétique, l'endurance met en jeu la filière aérobie et se caractérise par un équilibre entre l'apport en oxygène et son utilisation au niveau des cellules (Steady state).

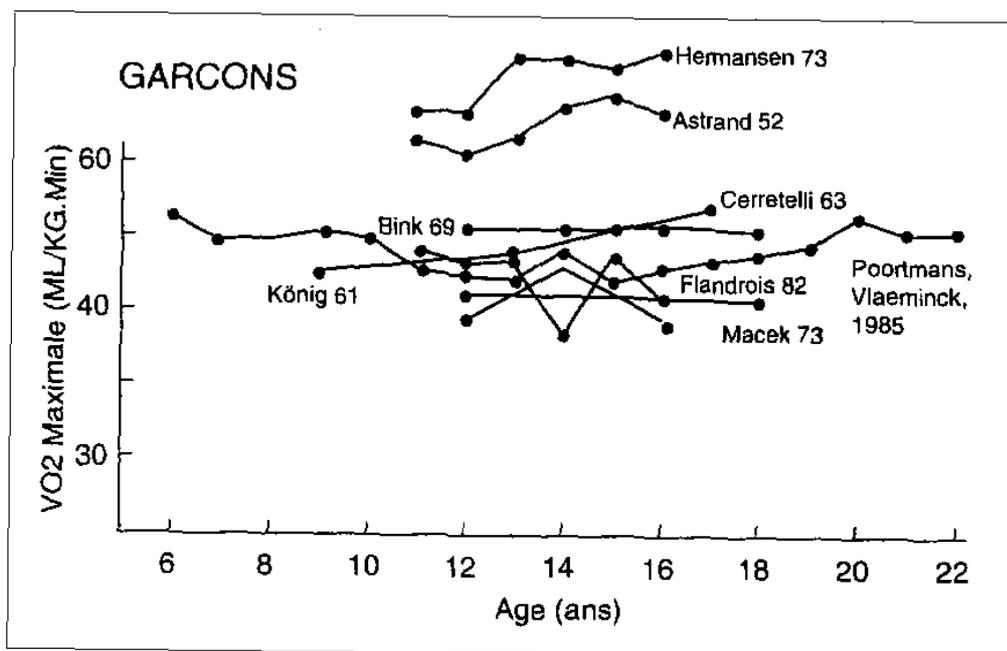
La puissance aérobie des enfants reste tributaire de plusieurs facteurs : la composition corporelle, l'activité physique pratiquée ainsi que la fonction cardiovasculaire.

Dans leur étude, AMSTRONG et WELSMAN (1994) ont pu observer une augmentation de 13 % à l'âge de 10 ans (1,49 l/mn) qui s'accroît jusqu'à 37 % à l'âge de 16 ans (2,24 l/mn). Ces derniers ont lié cette élévation à l'activité physique et à la concentration d'hémoglobine.

De leur côté, POORTMANS et coll. (1986) ont noté dans leur recherche liée à l'évolution du processus aérobie, une nette augmentation de 6 à 12 ans, comme indiqué dans la figure 7.

L'ensemble des auteurs est d'accord pour dire que, quel que soit l'âge de l'individu, ce type d'activité est le plus favorable.

Fig. n° 7 : Evolution de la VO₂ max pendant la croissance chez les garçons



Pour les systèmes cardio-circulatoire et respiratoire, l'endurance est certainement la pratique la plus couramment utilisée par les sportifs dans le cadre de leur préparation physique générale. Même s'il faut souligner que les autres qualités sont également importantes, l'endurance constitue encore pour beaucoup le baromètre de la condition physique. Des auteurs (Astrand et Rodahl 1980, Rieu 1988, Vrijens 1994), ont confirmé que la répétition régulière de cette activité influence favorablement les grandes fonctions de l'organisme, spécifiquement suivant la durée et l'intensité de l'effort.

Dans d'autres études, (Bar-Or 1983, Mirwald et al. 1981, Poortmans et al. 1986) ont tous observé une augmentation plus importante chez le sujet masculin au stade pubertaire qui est, en réalité, associée à l'accroissement plus marqué de la masse musculaire.

Ceci se traduit par une demande accrue en oxygène lors d'un effort intense. Afin d'atténuer l'influence des facteurs morphologiques, les auteurs ont pris l'habitude de normaliser la VO₂ max par rapport au poids corporel ou au poids maigre. Exprimée sous cette forme, il est intéressant de constater que la VO₂

max n'est pas réellement différente chez le garçon quel que soit l'âge et se situe à environ 50 ml.min.kg (fig. n° 7).

L'évolution et l'adaptation à l'entraînement, bien que peu nombreuses, les études menées dans ce domaine montrent que la majorité des ajustements rencontrés chez l'adulte se retrouvent également chez l'enfant pendant la croissance. C'est ainsi que, plus spécifiquement, il a été montré que le volume cardiaque, la capacité vitale et la PMA des garçons de 6 à 11 ans, engagés dans un programme d'entraînement aérobique de 6 à 32 mois, augmente davantage que chez une population témoin du même âge. Cet accroissement se chiffre après 32 mois, pour les enfants entraînés et non entraînés, respectivement à : 43% contre 36% pour le volume cardiaque, 58% contre 34% pour la capacité vitale et 55% contre 37% pour la PMA. Cependant, pour ce dernier paramètre, la différence entre les deux groupes n'est plus significative lorsque sa valeur est rapportée au poids corporel (Ekblom 1969).

Par contre, d'autres études plus récentes ont mis en évidence un effet d'entraînement sur la PMA exprimée en valeur relative. C'est notamment le cas de l'étude longitudinale menée par Kobayashi et al. (1978) chez les enfants de 10 à 18 ans et celle de Weber et al. (1976) réalisée chez des jumeaux monozygotes de trois catégories d'âges différentes (10, 13 et 16 ans). Dans cette dernière étude, les jumeaux de 10 et 16 ans, qui se sont entraînés pendant 6 semaines augmentent significativement leur PMA par rapport aux jumeaux de la même paire qui ont conservé leur activité quotidienne. De nombreux travaux utilisant une approche transversale débouchent sur les mêmes conclusions (Flandrois et al. 1982 ; Fleck et Kraemer 1987 ; Massicotte et Mc Nab 1974). Un argument supplémentaire est que l'interruption de l'entraînement induit une diminution de la PMA qui réaugmente dès la reprise de la pratique sportive (Flandrois et al. 1982 ; Knuttgen et Steendahl 1983). Pour autant que l'intensité d'effort soit suffisamment élevée, un accroissement de 10 à 20% de la VO_2 max est habituellement rapporté chez le jeune pré-pubère après une période d'entraînement ou d'endurance de 2 à 4 mois (Rowland 1992).

Tableau n° 6 : Exemples d'études ayant enregistré une amélioration de la performance lors d'une épreuve de course à pied en l'absence (0) ou en présence (+) d'une légère hausse (inférieure à 8,2 %) de la VO₂ max suite à un programme d'entraînement chez de jeunes sujets

Auteur	Age	Sexe	Type d'entraînement	VO ₂ max	Performance
Daniels et col. (1971)	10 - 15	M	Course (longues distances)	0	+
Bar-Or et col. (1973)	9 - 10	F + M	Course (intervalles courts)	0	+
Morcellin et col. (1973)	7 - 10	F + M	Course (longues distances)	0	+
Lussier et col. (1977)	8 - 12	F + M	Course (longues distances)	+	+
Yashida et col. (1980)	5	F + M	Course (intervalles longs)	0	+
Rotsein et col. (1986)	10 - 11	M	Course (intervalles courts et longs)	+	+

La constatation de progrès lors d'épreuves de terrain sans modification de la PMA (tableau n° 6) a conduit certains chercheurs à expliquer le meilleur rendement énergétique par une amélioration de l'économie de course suite à l'entraînement (Krahenbühl et Williams 1992), et à déterminer la période la plus favorable pour le développement de la capacité physique d'endurance.

– Période favorable au développement de la capacité physique d'endurance

Divers travaux ont recherché la période la plus propice au développement du métabolisme aérobie. Si les avis sont assez partagés, c'est probablement parce que les auteurs se sont référés à l'âge chronologique. Sur la base de l'âge biologique des individus (Koboyashi et al. 1978) ont pu montrer que si l'on exprime l'évolution de la VO₂ max par rapport à la phase de croissance rapide, l'effet optimal d'entraînement se situe autour du pic de croissance, soit en pleine poussée pubertaire. Les données expérimentales publiées par Mirwald et al. (1981) et Mercier (1983) sont cohérentes avec cette conclusion. De leur côté, (Astrand et Rodahl 1980) ont conclu leurs travaux comme suit :

« La pratique de l'endurance se justifie à tout âge et il convient de débiter précocement cette activité puisqu'elle constitue la base de la condition physique et de la santé en général. Il est toutefois impératif de rester dans des limites de contraintes mécaniques et thermiques raisonnables. »

Deuxième chapitre

MÉTHODOLOGIE DE LA RECHERCHE

Les mutations profondes engendrées par les tendances des Jeux sportifs, sont caractérisées par des séquences ne dépassant pas 15 secondes avec des exécutions tant sur le plan offensif que défensif se situant à une moyenne de 2,5 secondes. Ces actions sont réalisées par des athlètes disposant d'un niveau d'aptitude de paramètres physiologiques et morphologiques très importants.

Ces paramètres physiologiques et morphologiques ont des implications directes dans l'accomplissement de toute action sportive et dont l'agencement précis avec les aptitudes d'endurance et de Force-vitesse déterminent le "Potentiel de la performance" (Unnithan, V.B., 1995).

A – Hypothèse de la recherche

1. L'amélioration des aptitudes physiques d'endurance et de Force-vitesse dépend indéniablement du niveau de développement des paramètres physiologiques et morphologiques des sportifs.
2. La structuration de la qualité d'endurance et de Force-vitesse dans un processus de préparation doit, au préalable, prendre en considération le niveau de développement des paramètres physiologiques et morphologiques des sportifs.

B – Objectifs de la recherche

Les principaux objectifs de notre recherche consistent à :

1. Déterminer le développement des paramètres physiologiques et morphologiques des jeunes filles scolarisées.
2. Déterminer le niveau de leur aptitude dans les qualités physiques d'endurance et de Force-vitesse.
3. Déterminer l'impact du niveau de développement des paramètres physiologiques et morphologiques sur l'amélioration des aptitudes d'endurance et de Force-vitesse
4. Retenir un modèle du niveau d'indices physiologiques et morphologiques pour l'amélioration des qualités physiques d'endurance et de Force-vitesse.
5. Proposer des moyens d'évaluation des paramètres physiologiques et morphologiques avec leurs incidences sur le développement des qualités physiques d'endurance et de Force-vitesse.

C – Tâches de la recherche

Pour atteindre ces objectifs, il est indispensable de résoudre les tâches suivantes :

- a - Réaliser l'étude et l'analyse de la revue bibliographique
- b - Analyser l'importance des paramètres morpho-physiologiques, leurs incidences sur le développement physique, pour l'orientation et la sélection des jeunes pour la pratique des différentes disciplines sportives.
- c - Arrêter la batterie de tests du laboratoire et du terrain.
- d - Préparer l'équipe de travail pour le test du laboratoire et du terrain.
- e - Après réalisation de l'ensemble des tâches et des explorations sur l'échantillon d'étude, nous procéderons aux analyses et aux traitements des informations recueillies.
- f - Elaborer des indices propres du développement des qualités physiques d'endurance et de Force-vitesse de la population étudiée.

D – Contenu expérimental

1 – Caractéristique de l'échantillon

Notre étude a porté sur une population de 40 jeunes filles scolarisées âgées de 9 à 12 ans, en bonne santé, sans aucune maladie pendant le déroulement des épreuves.

Cet effectif est concentré dans un même établissement, le CEM Khedidja, à Sidi Mabrouk, Constantine, afin de nous permettre outre l'estimation valable des paramètres essentiels de l'étude, un suivi rigoureux de l'ensemble des opérations. Il y a lieu de souligner que la majorité des enfants de notre échantillon sont issus d'un milieu social moyen.

2 – Outils d'investigation

Selon de nombreux auteurs, le système morpho-physiologique constitue un indice révélateur de l'aptitude à l'exercice physique. Il serait donc intéressant

d'apprécier les variations de ce paramètre durant ces stades pré-pubertaires. Il est nécessaire pour cela de choisir les tests qui permettent une expérimentation précise et reproductible. De plus, il faut créer les conditions favorables au déroulement des tests afin que les résultats soient comparables.

Divers examens sont fréquemment utilisés permettant de réaliser un effort mesurable et répondant aux objectifs de cette recherche.

Nous avons procédé essentiellement par des épreuves dites : Méthodes d'exploration fonctionnelles (Vanderwalle, H., 1992), ainsi que par les tests de terrain EUROFIT (Conseil de l'Europe : Comité pour le développement du sport).

3 – Epreuve de mesure de VO₂ max directe

Par le biais d'effort respiratoire, métabolique et musculaire sur bicyclette ergométrique avec analyseur des gaz, l'objectif de l'épreuve consiste à amener le sujet à l'état le plus élevé de sa consommation d'oxygène. La durée nécessaire dépend du protocole choisi, selon les 3 catégories suivantes :

- Charge progressivement croissante discontinue, avec des périodes de récupération intermédiaire.
- Charge progressivement croissante continue, avec des paliers d'une durée de une à trois minutes sans interruption entre les paliers.
- Charge constante, une seule puissance imposée du début à la fin du test.

Matériel

- Bicyclette ergométrique de type Ergoselect.
- Module ECG de repos et d'effort, 12 pistes.
- Cylindre de gaz pour appareil d'épreuve d'effort de type Zan 600.
- Logiciel pour traitement des données et interprétation automatique de l'ECG.

4 – Estimation de la capacité anaérobique alactique

Par le test de laboratoire de Force-vitesse (Préfaut, C., 1990), la mesure de la puissance anaérobique alactique par le test de laboratoire de Force-vitesse

est une méthode d'évaluation largement utilisée dans le domaine de l'exploration fonctionnelle pour la sélection et l'orientation sportive.

Organisation du test

L'épreuve se réalise sur bicyclette ergométrique reliée à un système informatisé permettant de mesurer instantanément la fréquence de pédalage et la puissance développée.

Caractéristiques

- C'est une épreuve maximale à charge progressivement croissante.
- Charge d'échauffement : 1 kg.
- Charge initiale du test : 2 kg.
- Accroissement de la charge : 1 kg après 5 minutes de récupération.
- Durée de chaque palier : 6 secondes.

Matériel

- Bicyclette ergométrique à freinage mécanique
- Chronomètre
- Ordinateur avec imprimante.
- Disquette du protocole du test.

Le test consiste en la répétition de sprints de 6 secondes. Le protocole qui décrit l'épreuve est arrêté par affichage sur l'ordinateur lorsque le sujet n'est plus en mesure de supporter la charge. Les résultats des indices de la fréquence de pédalage et de la puissance développée sur chaque palier réalisé, sont communiqués par l'ordinateur. La valeur maximale donnée en watts correspondra à la capacité anaérobie alactique du sujet d'étude.

5 – Estimation des composants corporels

Simultanément pendant les tests de VO_2 max et de Force-vitesse, les plis cutanés sont mesurés au niveau des quatre parties du corps, selon la méthode de Durin et coll. 1994 : La hanche, l'omoplate, le biceps et le triceps. Ensuite, les résultats obtenus sont communiqués à l'ordinateur permettant le calcul de :

- la masse maigre, en kilogrammes
- et le pourcentage de la masse grasse par rapport au poids corporel.

Matériel

- Pince de mesure des plis cutanés (type Lang)
- Ordinateur avec imprimante
- Disquette du protocole du test
- Balance à précision 100 g (max 150 kg - min 5 kg), type HB.LO 5 (le sujet est pesé légèrement vêtu).

6 – Tests d'EUROFIT d'aptitude physique

Les tests EUROFIT (Annexe n° 3) sont un moyen pédagogique destiné à mesurer le progrès de l'enfant dans le domaine de ses qualités physiques fondamentales. Ce ne sont donc pas des exercices et, pour qu'ils jouent pleinement leur rôle, l'enfant ne doit ni les apprendre ni s'y entraîner. EUROFIT représente de plus un moyen scientifique de recherche sur l'aptitude physique de l'enfant (les recommandations d'EUROFIT, 1988).

Les tests d'EUROFIT doivent être administrés dans l'ordre où ils figurent dans le chapitre. Toutefois, si pour des raisons pratiques le passage se fait différemment (par exemple sous forme de circuit), le test d'équilibre Flamingo doit impérativement se situer en début de séance, et la course navette d'endurance, à la fin ; de plus, il faut laisser au sujet un temps de récupération suffisant entre chaque test.

En plus du test d'endurance d'aptitude cardio-respiratoire, la « Course navette », nous avons :

Test d'équilibre Flamingo (EFL)

Test frappe de plaques (FP)

Test flexion tronc avant en position assise (FLT)

Test saut en longueur sans élan (SLO)

Test dynamométrie manuelle (DYM)

Pour les modalités d'application, consulter l'annexe n° 3.

7 – L'enquête – le questionnaire

Un questionnaire a été élaboré (voir Annexe n° 1) et distribué aux entraîneurs et spécialistes afin de relever les informations utiles au sujet de la recherche.

Cet outil nous a permis de recueillir quelques renseignements sur l'importance accordée par les éducateurs aux indices morpho-physiologiques avec le développement physique des jeunes pré-pubertaires dans leurs tâches de sélection, d'orientation et aussi d'entraînement.

8 – Méthode de traitement statistique

Les différents résultats sont exprimés par :

- les moyennes arithmétiques
- les écarts types
- la comparaison des moyennes de l'ensemble des indices.

Nous avons procédé également à des analyses de variances (ANOVA) pour mieux exprimer l'évolution des différents paramètres selon les différents stades pubertaires. Par ailleurs, nous avons établi une étude corrélative afin d'estimer l'impact du paramètre morpho-physiologique sur le développement des qualités physiques d'endurance et de Force-vitesse.

9 – Méthode de l'analyse bibliographique

Action permanente qui intéresse toutes les étapes de la recherche, elle consiste en l'analyse d'un ensemble de sources bibliographiques utilisées pour nous permettre d'apporter un riche complément d'informations théoriques et pratiques. Sur la base de diverses données bibliographiques, nous nous sommes fixé comme tâche d'orienter notre travail en nous basant sur les particularités algériennes.

E – Organisation de la recherche

La préparation générale de cette recherche a débuté en octobre 1996, après avoir examiné l'utilité et la faisabilité du thème dans la nouvelle conjoncture

sportive. Une démarche méthodologique pour sa réalisation a été établie avec les moyens humains et matériels à prévoir.

Première phase : Identification de l'échantillon de la recherche et organisation des tests (Annexe n° 2)

Le choix de l'échantillon est dicté essentiellement par la proximité du lieu d'implantation du collège, du laboratoire de physiologie et de l'exploration fonctionnelle et aussi du Département de l'Education physique et sportive de l'Université Mentouri Constantine.

Cette recherche vise à évaluer les jeunes collégiennes selon les objectifs retenus, et s'est organisée comme suit :

- Premier passage :***
- Test de Force-vitesse sur bicyclette ergométrique
 - Test de VO₂ max directe
 - Test de terrain EUROFIT
 - Mesure des composants corporels.

Deuxième phase : Organisation et formation d'équipe de travail pour la réalisation des tests

Au cours de l'année 2006, 40 collégiennes ont pu être examinées selon le protocole et les échéances fixées. Une équipe composée de médecins spécialistes, d'enseignants en sports ont pris part à la réalisation des différents tests avec la présence d'un encadreur, enseignant d'éducation sportive du collège.

Différents enseignements ont pu être tirés. Certains paramètres ont été éliminés ou refaits, soit pour des raisons de validité des informations recueillies, soit par absence de matériels ou de réactifs.

Il faut souligner la dissociation de 05 éléments de l'échantillon d'étude, soit pour des raisons de fatigue, de mauvaise application, ou autres.

Troisième phase : Codage et suivi de l'échantillon à examiner.

Un système de saisie de données des différents tests a été installé au niveau du département de l'Education physique et sportive de l'Université de Constantine, par système informatisé en vue de permettre :

- 1 - la collecte des informations sur les fichiers d'exploration lors des tests
- 2 - de suivre l'évolution de ces indices durant les stades pubertaires.

Il est à souligner que l'élaboration des fiches a bénéficié d'une phase importante. Elle comprend, dans l'ordre :

- des données relatives à l'identification du sujet
- des valeurs de la mesure de la VO₂ max
- des valeurs de la PMANA (Puissance Maximale Anaérobie Alactique) - des valeurs des composants corporels et les résultats des tests physiques EUROFIT.

Quatrième phase : Traitement des données de la recherche

L'étude des informations collectées pendant les examens fonctionnels et les tests s'est faite par ordinateur avec logiciels spécialisés au niveau du département de l'Education Physique et Sportive, pour la réalisation d'études différentielles, comparatives, d'écart type, corrélative de différents tableaux, des courbes et des histogrammes. L'opération de traitement a débuté au fur et à mesure de la saisie des données de la recherche.

Cinquième phase : Rédaction de la recherche

Cette phase a constitué l'aboutissement de toutes les opérations, la rédaction définitive n'a été entamée qu'après le contrôle des informations collectées. Elle a eu pour base essentielle l'ensemble des revues bibliographiques et a été réalisée pendant l'année 2009/2010.

Troisième chapitre



**PRÉSENTATION ET DISCUSSION
DES RÉSULTATS DE LA RECHERCHE**

A – Présentation des résultats de l'enquête

1 – Analyse du questionnaire

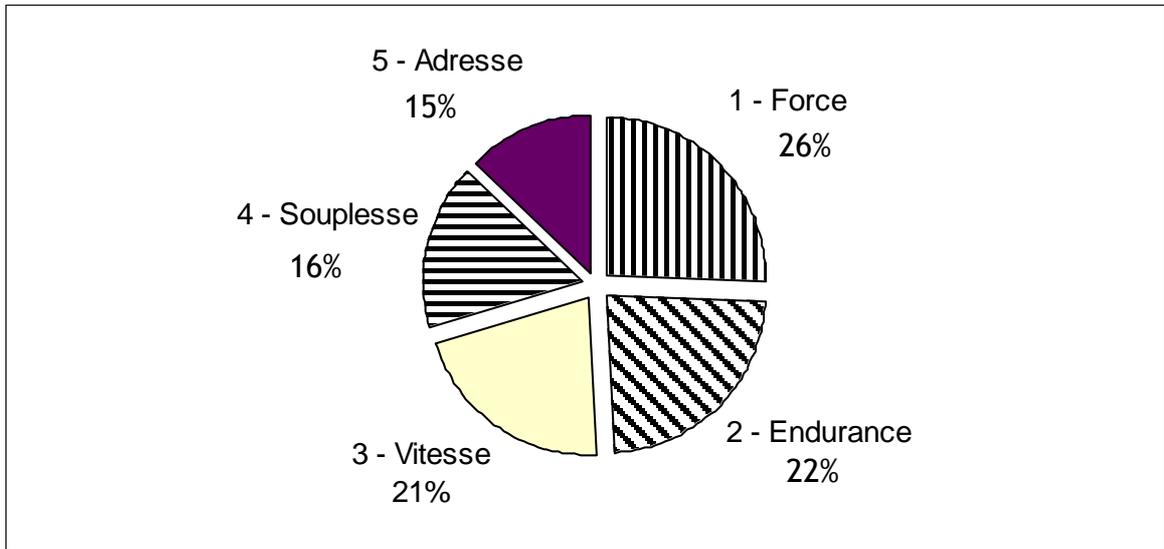
Par le biais du questionnaire distribué aux éducateurs sportifs, nous avons voulu apporter quelques éléments de réponses essentielles afin de juger de l'importance accordée à l'aspect morpho-physiologique de nos jeunes dans le cadre de la détection et de la prospection. Cette enquête a donné au retour 36 questionnaires remplis, soit 50% de l'ensemble.

L'analyse des réponses montre que nos éducateurs se distinguent les uns des autres non seulement par la différence dans la perception de l'importance des caractéristiques morpho-physiologiques dans le processus de sélection, mais aussi négligent son rôle déterminant dans l'établissement du protocole de préparation en rapport surtout avec le développement des qualités d'endurance et de Force-vitesse.

D'une manière générale, les réponses des éducateurs au questionnaire étaient très diverses. Nous pouvons les résumer comme suit :

- A la question : "L'aptitude physique des joueuses pré-pubertaires revêt-elle un caractère déterminant" : 60 % des éducateurs pensent que ce facteur reste important dans le jeu, sans pour autant indiquer les caractéristiques spécifiques pour chaque discipline sportive.
- A la question relative aux qualités physiques les plus importantes à détecter au stade pré-pubertaire, il ressort que l'ensemble des qualités sont essentielles avec cependant des proportions qui diffèrent d'un éducateur à un autre et la répartition s'établit en majorité comme suit :

Figure 8 : Présentation graphique de l'importance des qualités physiques perçues par nos éducateurs sportifs



Quant à la chronologie de développement des qualités physiques, nos éducateurs s'orientent sur les aspects suivants :

- 1 - La Force
- 2 - L'Endurance
- 3 - La vitesse
- 4 - La Souplesse
- 5 - L'Adresse.

- La réalisation des tests pour la prospection et l'estimation du profil morpho-physiologique reste très limitée. Pour la majorité, elle consiste occasionnellement en l'évaluation de l'endurance par le test Cooper de 12 mn, la vitesse sur 60 m et le test du saut en longueur.
- A la question relative au rôle déterminant que peut jouer le profil morpho-physiologique dans le développement des qualités physiques, la majorité des éducateurs n'ont pas répondu à cette question.
- Pour l'influence des composants du corps sur le développement des qualités physiques, les éducateurs ont seulement insisté sur l'obésité qui reste un facteur limitant dans l'activité physique et sportive.

2 – Discussion

L'analyse des réponses des éducateurs sportifs appelle de nombreuses remarques liées, d'une part à la maîtrise de l'importance et la signification du

profil morpho-physiologique dans le processus de détection et d'orientation sportive, d'autre part au rôle déterminant dans la planification des objectifs de la préparation.

En tout état de cause, l'interprétation des réponses laisse présager des spécificités particulières en matière d'évaluation du profil morpho-physiologique. Les réponses démontrent un manque (sinon une absence totale) de système de sélection basé sur des critères scientifiques bien définis préparant le jeune Algérien à une orientation sportive répondant à ses spécificités et ses prédispositions.

Quant à l'importance et la chronologie des qualités physiques dans le processus de préparation, elles restent très désordonnées et ne permettent guère de favoriser un développement harmonieux du profil morpho-fonctionnel.

A noter que le morphotype "Obèse" constitue chez nos éducateurs un facteur seulement limitant dans l'activité physique et sportive.

Enfin, l'inexistence d'un outil méthodologique d'évaluation du profil morpho-fonctionnel a généré au sein de nos établissements un travail empirique au jour le jour, sans planification et encore moins de suivi, de contrôle et d'appréciation de l'évolution du profil morpho-fonctionnel.

Tableau n° 7 : Tableau récapitulatif des résultats des paramètres morpho-fonctionnels des jeunes filles constantinoises selon les tranches d'âge pré-pubertaires

Paramètres Tranches d'âge	STADES PRE-PUBERTAIRES		
	9 - 10 ans	10 - 11 ans	11 - 12 ans
Taille	132,28 ± 5,81	139,85 ± 7,59	147,95 ± 7,91
Poids	34,71 ± 5,88	38,54 ± 6,81	44,04 ± 8,51
% Masse Grasse	06,81 ± 2,09	07,35 ± 3,67	09,24 ± 4,63
Poids Maigre	24,81 ± 3,28	26,95 ± 5,96	31,42 ± 7,75
VO ₂ max	40,60 ± 4,13	42,76 ± 3,83	45,60 ± 4,65
PMANA	230,13 ± 36,63	246,39 ± 49,61	289,33 ± 51,74

B - Présentation et discussion des résultats morpho-fonctionnels aux différentes tranches d'âge pré-pubertaires

1 – Paramètres morphologiques : Tranche d'âge 9-10 ans

Tableau n° 8 : Valeurs moyennes et écarts types des paramètres morphologiques à 9 – 10 ans

Variables	Paramètres			
n = 35	Taille (cm)	Poids (kg)	% MG	Poids Maigre (kg)
X	132,28	34,71	6,81	24,81
E T	5,81	5,88	2,09	3,28

Les résultats moyens des paramètres morphologiques enregistrés par les enfants constantinoises à la tranche d'âge 9 - 10 ans présentent des différences significatives, surtout au niveau du poids corporel où l'on observe un écart de près de 6 kg, et de la taille avec un écart de près de 6 cm.

2 – Paramètres physiologiques : Tranche d'âge 9-10 ans

Tableau n° 9 : Valeurs moyennes et écarts types des paramètres physiologiques à 9 – 10 ans

Variables	Paramètres	
n = 15	VO ₂ max (ml /kg /mn)	PMANA (W)
X	40,60	230,13
E T	4,13	36,63

Les résultats moyens des paramètres physiologiques de la consommation maximale d'oxygène (VO₂ max ml/kg/mn) et de la puissance maximale anaérobie (PMANA (watt)) enregistrés par les enfants constantinoises à 9 - 10 ans ne présentent pas de différence significative. Pour la VO₂ max : 4,13 ml/kg/mn et pour la PMANA elle est de l'ordre de 36,63 watts.

3 – Paramètres morphologiques : Tranche d'âge 10-11 ans

Tableau n° 10 : Valeurs moyennes et écarts types des paramètres morphologiques à 10-11 ans

Variables	Paramètres			
n = 65	Taille (cm)	Poids (kg)	% MG	Poids Maigre (kg)
X	139,85	38,54	7,35	26,95
E T	7,59	6,81	3,67	5,96

Les résultats moyens des paramètres morphologiques obtenus à 10- 11 ans reflètent des différences importantes au niveau de la taille et du poids, respectivement de l'ordre de 7,59 cm et de 6,81 kg.

4 – Paramètres physiologiques : Tranche d'âge 10-11 ans

Tableau n° 11 : Valeurs moyennes et écarts types des paramètres physiologiques à 10-11 ans

Variables	Paramètres	
n = 15	VO ₂ max (ml /kg /mn)	PMANA (W)
X	42,76	246,39
E T	3,83	49,61

Les résultats moyens obtenus pour les paramètres physiologiques de la VO₂ max et de la PMANA par les enfants pré-pubères à 10-11 ans, ne présentent aucune différence significative.

5 – Paramètres morphologiques : Tranche d'âge 11-12 ans

Tableau n° 12 : Valeurs moyennes et écarts types des paramètres morphologiques à 11-12 ans

Variables	Paramètres			
n = 21	Taille (cm)	Poids (kg)	% MG	Poids Maigre (kg)
X	147,95	44,04	9,24	31,42
E T	7,91	8,51	4,63	7,75

Les résultats moyens des paramètres morphologiques enregistrés par les enfants constantinoises à 11–12 ans présentent des différences très significatives au niveau du poids corporel, de l'ordre de 8,51 kg, et de la taille de l'ordre de 7,91 cm.

6 – Paramètres physiologiques : Tranche d'âge 10-11 ans

Tableau n° 13 : Valeurs moyennes et écarts types des paramètres physiologiques à 11-12 ans

Variables	Paramètres	
	VO ₂ max (ml /kg /mn)	PMANA (W)
n = 15		
X	45,60	289,33
E T	4,65	51,74

Les résultats moyens des paramètres physiologiques de la consommation maximale d'oxygène, VO₂ max, et de la Puissance maximale anaérobie alactique, PMANA, enregistrés par les enfants constantinoises à 11-12 ans, ne présentent pas de différence significative.

C – Evolution des caractéristiques morphologiques aux différentes tranches d'âge pré-pubertaires

Tableau n° 14 : Analyse de variance d'un facteur comparaison des indices morphologiques selon les tranches d'âge pré-pubertaires

Paramètres n = 65	Tranche d'âge 9 -10 ans		Tranche d'âge 10 -11 ans		Tranche d'âge 11 -12 ans	
	F	P	F	P	F	P
Taille	0,07	ns	25,52	ns	3,80	ns
Poids	0,30	ns	23,35	ns	1,18	ns
Poids Maigre	1,52	ns	19,64	ns	0,26	ns
% Masse Grasse	8,30	**	2,14	ns	0,68	ns

ns : non significatif ; * : p < 0,05 ; ** : p < 0,01 ; *** : p < 0,001

La seule différence significative de l'évolution des paramètres morphologiques établies par l'analyse de variance a été relevée au niveau du pourcentage de la masse grasse (p < 0,001) entre la tranche d'âge 9-10 ans et 10-11 ans.

Représentation graphique de l'évolution des paramètres anthropométriques selon les tranches d'âge pré-pubertaires

Fig. 9 : Evolution de la taille

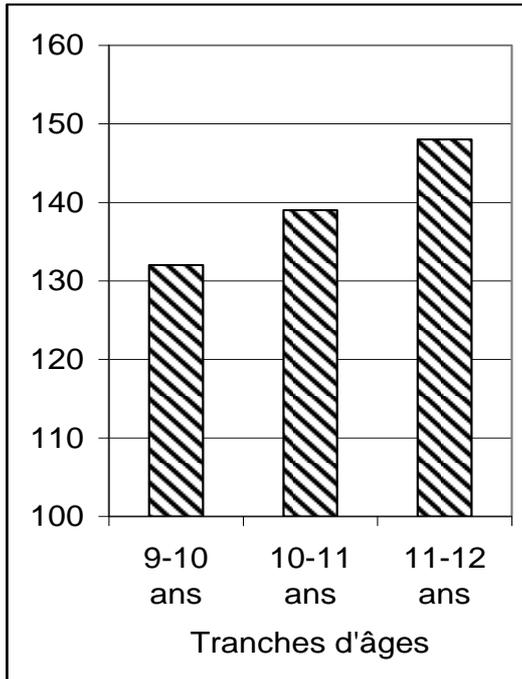


Fig. 10 : Evolution du poids

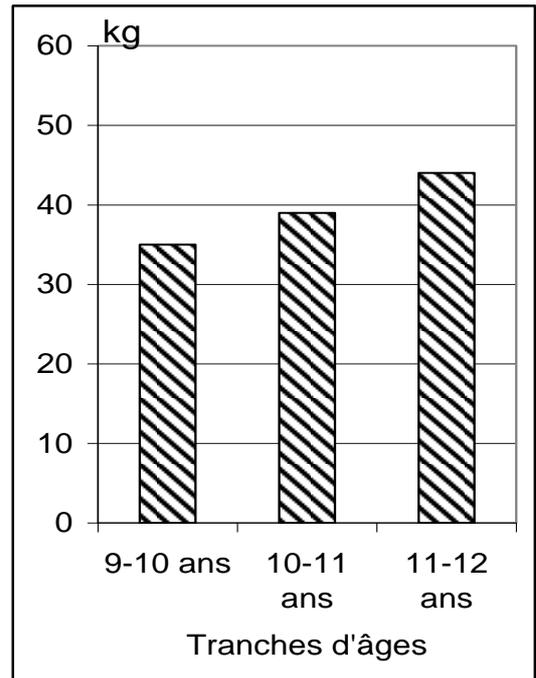


Fig. 11 : Evolution de la masse grasse

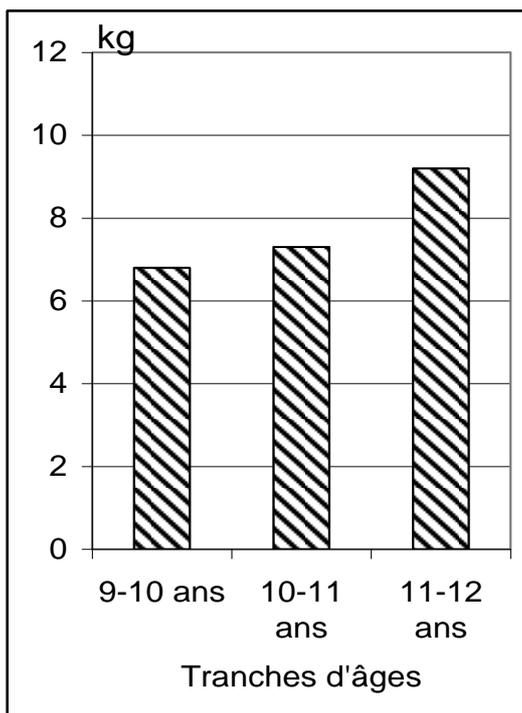
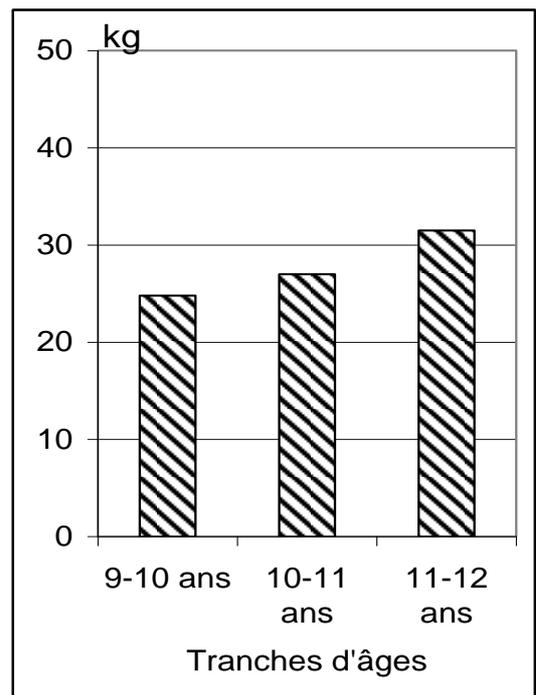


Fig. 12: Evolution du Poids maigre



Discussion de l'évolution des indices morphologiques aux différents stades pré-pubertaires

D'une manière générale, nous avons constaté une amélioration significative des indices morphologiques de la taille et du poids entre surtout la tranche d'âge 10-11 ans et 11-12 ans, de même pour le pourcentage de la masse grasse dont la différence a été enregistrée entre ces mêmes tranches d'âge ($P < 0,001$).

L'évolution importante de la taille et du poids, constatée à partir de la tranche d'âge de 11-12 ans, intervient en début de l'amorce de la phase pubertaire. Parmi les nombreux auteurs ayant situé le pic de croissance à partir de 12 ans : Pineau, J-C. 1991, est parvenu au résultat de gain en taille jusqu'à 8,5 cm, de même Turbrugg, 1982 - cité par Weinek - a observé chez une population caractérisée par un développement précoce une accélération de la taille à partir de 12 ans.

Pour notre population, nous avons constaté un gain en taille significatif de 7,5 cm à 10-11 ans et de 7,91 cm à 11-12 ans ; de même pour le poids qui a significativement augmenté surtout à 11-12 ans l'ordre de 8,5 kg.

Les résultats obtenus sont identiques aux travaux de recherche sur les Algériens, menés notamment par Marie-Claude C. et Françoise D. 1976 ainsi que ceux de Dekkar 1986 ; ils ont noté une progression, dès 12 ans, de 7,2 cm et de 6,8 cm. Cette population a progressé depuis 1976, de 8 cm à l'âge de 12 ans. Ceci pourrait être expliqué par les conditions sociales et les habitudes alimentaires qui se sont nettement améliorées.

D – Evolution des caractéristiques physiologiques aux différentes tranches d'âge pré-pubertaires

Tableau n° 15 : Analyse de variance à un facteur, comparaison des indices physiologiques selon le stade pré-pubertaire

Paramètres n = 65	Tranche d'âge 9 -10 ans		Tranche d'âge 10 -11 ans		Tranche d'âge 11 -12 ans	
	F	P	F	P	F	P
VO ₂ max	3,06	ns	2,73	ns	9,79	***
PMANA	0,89	ns	2,93	ns	15,84	***

ns : non significatif ; * : $p < 0,05$; ** : $p < 0,01$; *** : $p < 0,001$

L'analyse de variance à un facteur de la comparaison des indices physiologiques selon le stade pré-pubertaire a révélé une seule différence significative de la consommation maximale d'oxygène VO_2 max et de la puissance maximale anaérobie alactique PMANA dans la tranche d'âge 11-12 ans. :

- VO_2 max ($p < 0,001$)
- PMANA ($p < 0,001$)

Représentation graphique de l'évolution des paramètres physiologiques selon les stades pré-pubertaires

Figure 13 : Evolution de la consommation maximale d'oxygène (VO_2 max) selon les tranches d'âge

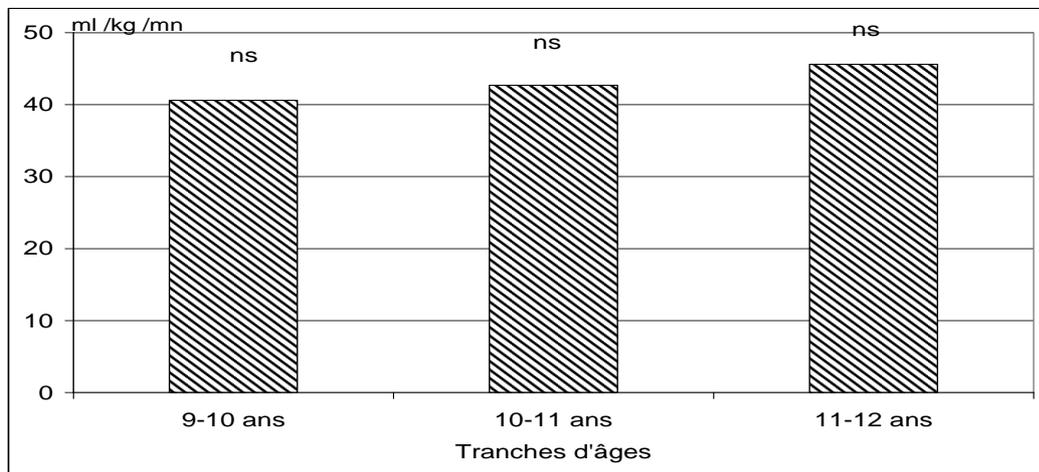
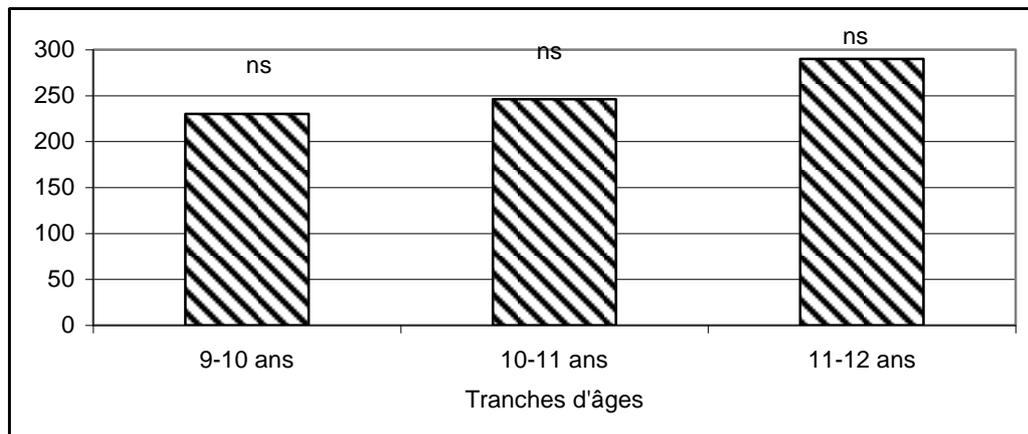


Figure 14 : Evolution de la Puissance Maximale Anaérobie Alactique (PMANA) selon les stades pré-pubertaires



Discussion de l'évolution des indices physiologiques aux différents stades pré-pubertaires

Les indices physiologiques de la VO_2 max et de la PMANA ont significativement augmenté à partir de 11-12 ans. L'amélioration significative de la consommation maximale d'oxygène VO_2 max ($p < 0,001$) de notre population d'étude est basée sur la stabilité relative du poids corporel à ce stade pré-pubertaire. Le résultat est confirmé par Wyndham 1974, Weinek [102] qui a déterminé une amélioration de la VO_2 max à partir de 12 ans et qui conclut, dans ses travaux, que les différences dans la capacité aérobie proviennent essentiellement des différences de poids du corps d'environ 70%, de 1 % de la taille et de 29% d'autres facteurs dont avant tout le niveau d'entraînement. Des données expérimentales publiées par Mercier et al. (1983) sont aussi cohérentes avec nos résultats. Ces auteurs ont pu montrer que si l'on exprime l'évolution de la VO_2 max par rapport à la phase de la croissance rapide, le développement optimal de cette dernière se situe autour du pic de croissance, soit en pleine poussée pubertaire (13-16 ans) et ils recommandent par conséquent l'entraînement aérobie durant cette phase.

Concernant la Puissance maximale anaérobie alactique (PMANA), son évolution est significative à partir du stade pré-pubertaire ($p < 0,001$) et est comparable aux observations faites par Bar-Or (1989) qui note que l'accroissement de la Force-vitesse maximale s'opère déjà durant le pic de croissance rapide (13,5 - 15,5 ans).

Dans une étude similaire, Herthogh et coll. (1992) menée sur 184 garçons non sportifs âgés de 11 à 17 ans, ont abouti au même résultat. De son côté, Delgado (1993) affirme que non seulement le développement de la PMANA se situe avant le stade pubertaire mais aussi que de grands changements dans le processus anaérobie sont observés.

De nombreux auteurs, aussi, ont assimilé cette augmentation de la PMANA à l'hypertrophie musculaire avec d'autres mécanismes qui sont mis en jeu, regroupés sous le vocable d'adaptation "nerveuse" (Sale 1988, Hupaut-Mathieu 1993). Parmi ceux-ci, il convient de citer une augmentation de l'activation

musculaire qui se traduit par la mise en jeu d'un plus grand nombre d'unités motrices et une meilleure coordination de leur activité ainsi qu'une amélioration de la coordination des muscles synergistes et antagonistes (coordination intermusculaire). Ajouté à cela (Komi 1986) explique que le gain de Force-vitesse est dû à une meilleure synchronisation des unités motrices et à une intensification du couplage Excitation - Contraction.

**Tableau n° 17 : TABLEAU RECAPITULATIF DES RESULTATS DES PARAMETRES PHYSIQUES
DES JEUNES ENFANTS CONSTANTINOIS
SELON LES AGES PRE-PUBERTAIRES**

AGES	Endurance (m)		Saut en longueur sans élan (cm)		Suspension bras fléchis (nombre)		Redressement du tronc (station assise)		Vitesse de coordination		Vitesse des membres		Souplesse	
	Moyenne	E - T	Moyenne	E - T	Moyenne	E - T	Moyenne	E - T	Moyenne	E - T	Moyenne	E - T	Moyenne	E - T
9 - 10 ans	816,70	35,36	85,73	5,46	18,62	2,16	6,07	1,71	16,84	1,86	10,07	2,29	10,65	1,71
10 - 11 ans	931,20	23,96	92,01	6,14	10,46	2,55	8,22	1,19	18,38	1,69	11,61	2,40	11,23	1,77
11 - 12 ans	1 017,30	49,02	102,65	18,85	12,54	3,05	9,70	1,90	19,73	1,77	12,30	2,70	11,34	1,93

E - Présentation et discussion des résultats des qualités physiques des jeunes enfants constantinoises aux différents âges pré-pubertaires

1 – Capacité physique d'endurance aux différents âges pré-pubertaires

Tableau n° 16 : Valeurs moyennes et écarts types de la capacité d'endurance aux différents âges pré-pubertaires

Qualité physique n = 35	ENDURANCE (m)		
AGES	9 -10 ans	10 -11 ans	11 -12 ans
X	816,70	931,20	1 017,30
E.T.	35,36	23,96	49,02

Les résultats moyens de la capacité physique endurance enregistrés par les enfants constantinoises ne présentent pas de différence significative aux trois âges pré-pubertaires. Néanmoins, cette capacité augmente légèrement et se stabilise durant les 11-12 ans.

2 – Capacité physique de Force-vitesse aux différents âges pré-pubertaires

Tableau n° 17 : Valeurs moyennes et écarts types de la capacité de Force-vitesse du saut en longueur sans élan

a -

Qualité physique n = 35	SAUT EN LONGUEUR SANS ELAN (Cm)		
AGES	9 -10 ans	10 -11 ans	11 -12 ans
X	85,73	92,01	102,65
E.T.	5,46	6,14	8,85

b –

Qualité physique n = 35	SUSPENSION BRAS FLECHIS		
AGES	9 -10 ans	10 -11 ans	11 -12 ans
X	8,62	10,46	12,54
E.T.	2,16	2,55	3,05

c -

Qualité physique n = 65	REDRESSEMENT DU TRONC (station assise) (nombre)		
AGES	9 -10 ans	10 -11 ans	11 -12 ans
X	6,07	8,22	9,70
E.T.	1,71	1,49	1,90

L'analyse des résultats de la Force-vitesse évaluée par le test du saut en longueur sans élan pour les jambes, pour la suspension des bras fléchis et pour le redressement du tronc (station assise) pour l'abdomen et le dos, fait ressortir une progression de cette qualité physique surtout entre l'âge de 10-11 ans et 11-12 ans, qui est de l'ordre de :

- 10,64 cm pour le saut en longueur sans élan,
- 2,08 pour la suspension bras fléchis,
- 1,48 pour le redressement du tronc (station assise).

3 - Capacité physique de Vitesse aux différents âges pré-pubertaires

Tableau n° 18 : Valeurs moyennes et écarts types de la capacité de Vitesse aux différents âges pré-pubertaires

a -

Qualité physique n = 65	VITESSE DE COORDINATION		
AGES	9 -10 ans	10 -11 ans	11 -12 ans
X	16,84	18,38	19,73
E.T.	1,86	1,69	1,77

b -

Qualité physique n = 65	VITESSE DES MEMBRES		
AGES	9 -10 ans	10 -11 ans	11 -12 ans
X	10,07	11,61	12,30
E.T.	2,29	2,40	2,70

L'analyse des valeurs moyennes de la capacité physique de Vitesse de notre population d'étude aux différents stades pubertaires estimée par le test de vitesse de coordination et celui de vitesse des membres, ne fait pas ressortir de progression importante entre les différents âges.

4 – Capacité physique de souplesse aux différents âges pré-pubertaires

Tableau n° 19 : Valeurs moyennes et écarts types de la capacité de souplesse aux différents âges pré-pubertaires

Qualité physique n = 65	SOUPLESSE		
	9 -10 ans	10 -11 ans	11 -12 ans
AGES			
X	10,65	11,23	11,34
E.T.	1,71	1,77	1,93

L'analyse des résultats obtenus ne fait pas ressortir de progression importante aux différents âges pré-pubertaires.

5 – Evolution des caractéristiques physiques aux différents âges pré-pubertaires

Tableau n° 20 : Analyse de variance à un facteur comparaison de l'évolution des caractéristiques physiques aux différents âges pré-pubertaires

Qualités physiques n = 65	Tranche d'âge 9 -10 ans		Tranche d'âge 10 -11 ans		Tranche d'âge 11 -12 ans	
	F	P	F	P	F	P
Endurance	22,11	ns	3,19	ns	3,99	*
Saut en longueur sans élan	13,21	ns	32,89	**	0,17	***
Suspension bras fléchis	9,51	ns	11,06	***	42,13	***
Redressement du tronc sation assise	4,240	ns	3,94	ns	19,01	***
Vitesse de coordination	1,14	ns	2,75	ns	1,67	ns
Vitesse des membres	10,27	ns	2,76	ns	0,85	**
Souplesse	1,75	ns	0,06	ns	0,10	ns

ns : non significatif ; * : p < 0,05 ; ** : p < 0,01 ; *** : p < 0,001

A partir de l'analyse de variance à un facteur de la comparaison de l'évolution des qualités physiques aux différents âges pré-pubertaires, nous avons constaté les caractéristiques suivantes :

- Au niveau de l'évolution de l'endurance entre les différents âges pré-pubertaires, la différence est non significative de 9-10 ans et 10-11 ans. Par contre, elle est plus ou moins significative à l'âge 11-12 ans ($p < 0,05$).

- Au niveau de l'évolution des résultats du saut en longueur sans élan entre les différents âges, nous avons constaté une différence significative déjà à l'âge de 10-11 ans ($p < 0,01$) et à 11-12 ans ($p < 0,001$). Par contre aucune différence notable n'a été remarquée à 9-10 ans.

- Au niveau de l'évolution des résultats des bras fléchis entre les différents âges pré-pubertaires, l'analyse fait ressortir une différence significative à 10-11 ans ($p < 0,001$) et à 11-12 ans ($p < 0,001$). Néanmoins aucune différence n'a été constatée à 9-10 ans.

- L'évolution des résultats du redressement du tronc de la position assise indique une différence significative à l'âge de 11-12 ans ($p < 0,001$). Par contre aucune différence significative n'a été enregistrée aux âges 9-10 ans et 10-11 ans.

- Au niveau de l'évolution des résultats de la vitesse de coordination, nous n'avons constaté aucune différence significative entre les différents âges.

- L'évolution des résultats de la vitesse des membres présente une différence significative à 11-12 ans ($p < 0,001$). Par contre, nous n'avons constaté aucune différence pour les autres âges.

- Au niveau de l'évolution des résultats de la qualité souplesse entre les différents âges pré-pubertaires, aucune différence significative n'a été enregistrée.

Représentation graphique de l'évolution des paramètres physiques selon les âges pré-pubertaires

Figure n° 15 : Evolution de la capacité physique d'Endurance

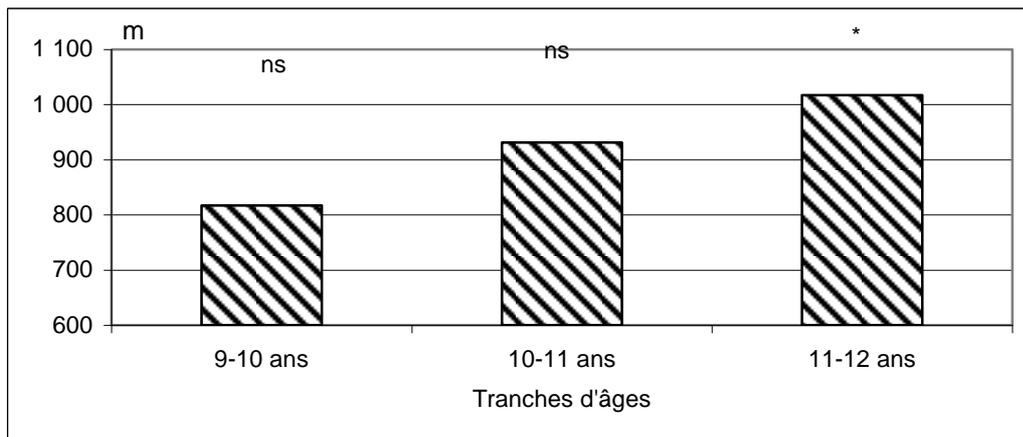


Figure n° 16 : Evolution de la capacité physique Force-vitesse : Saut en longueur sans élan

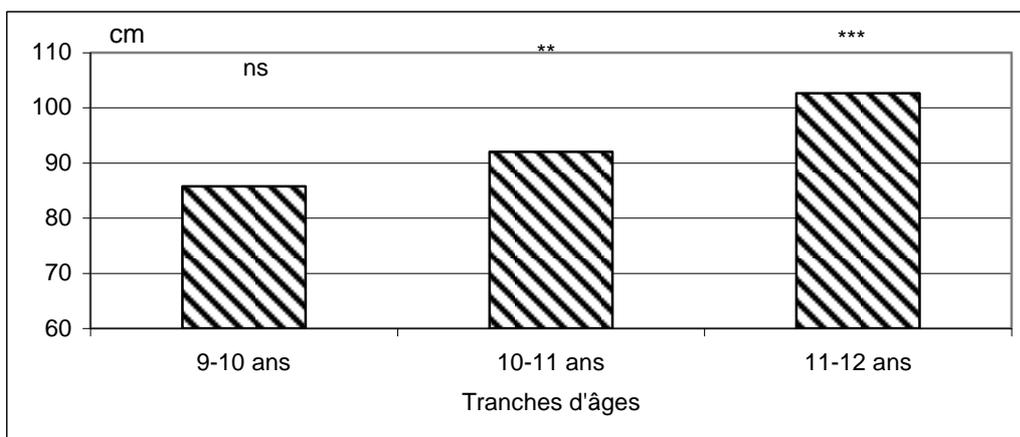


Figure n° 17 : Evolution de la capacité physique de Force-vitesse : Suspension bras fléchis,

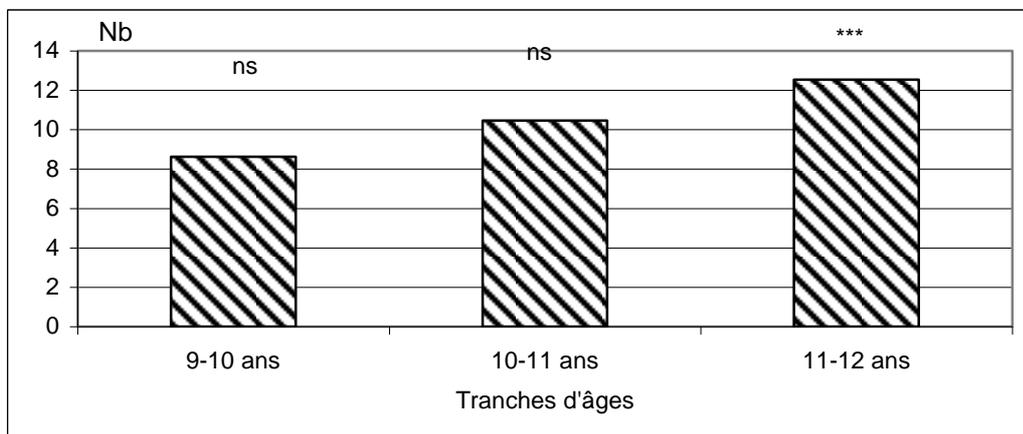
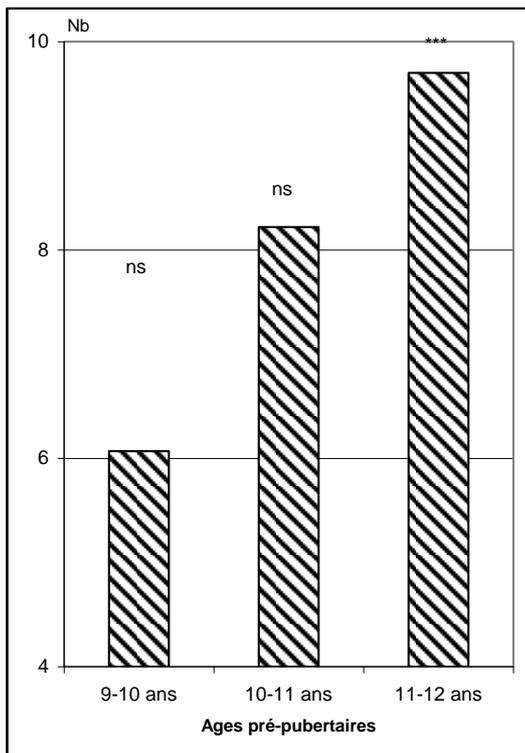


Fig. 18 : Redressement du tronc, station assise



**Fig. 19 : Evolution de la capacité de vitesse
a - Vitesse de coordination**

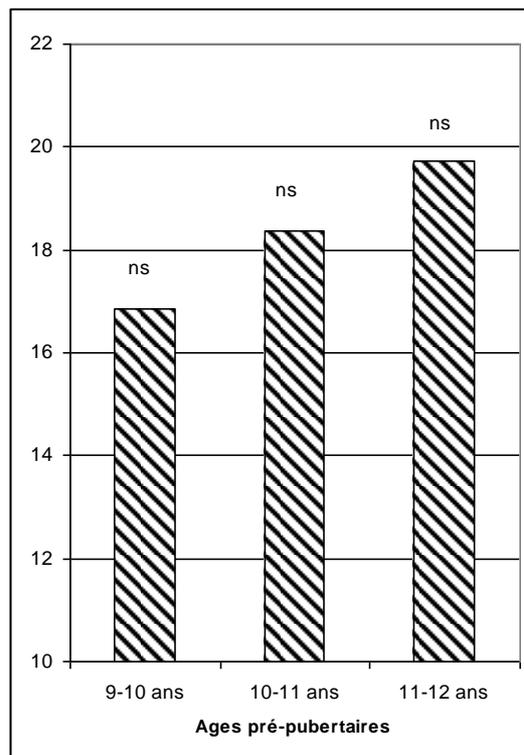


Fig. 20 b - Vitesse des membres

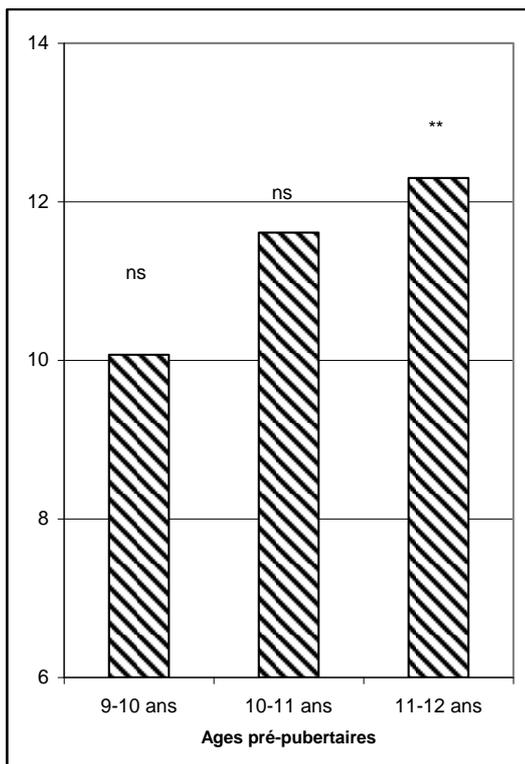
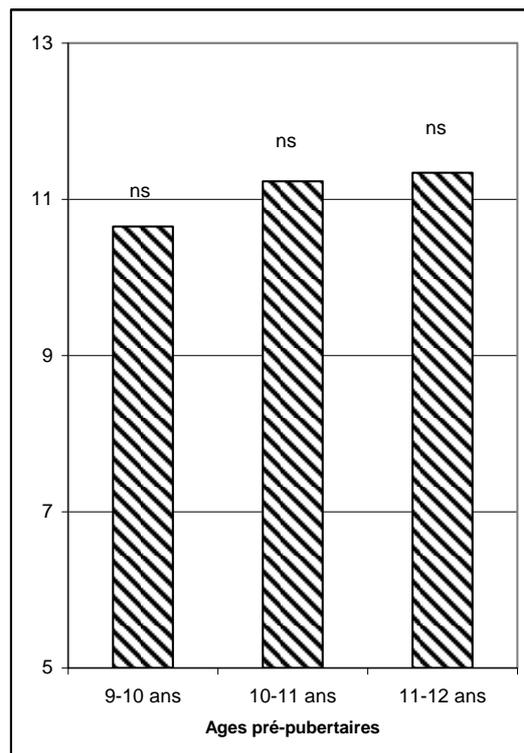


Fig. 21 : Capacité physique de souplesse



Discussion de la capacité physique aux différents âges pré-pubertaires

La recherche menée par Stanislas Szczesky sur des enfants français de 11 à 18 ans au profit du ministère de la Jeunesse et des sports français, a montré une progression importante de l'endurance à partir de l'âge de 13 ans (stade pré-pubertaire) estimée par le test navette de 5 x 18 m de l'ordre de - 4,74 min, soit le gain le plus élevé aux résultats réalisés à 11 ans, à savoir : 13,73%. Pour la même qualité physique estimée par le test de 12 min, l'auteur a noté aussi un progrès spectaculaire qui s'est fait sentir de 12 à 14 ans.

Le même auteur a déduit pour la Force-vitesse estimée par la détente verticale une nette augmentation à partir de 13 ans de 7,1 cm, soit un gain de 31,32% par rapport aux résultats réalisés à 11 ans.

Ces performances réalisées par la jeune population française se rapprochent de nos résultats du terrain et confirment les constatations faites au Laboratoire où nous avons noté une augmentation significative à 11-12 ans de la VO_2 max (consommation maximale d'oxygène) ainsi que la PMANA (Puissance Maximale Anaérobie Alactique). Il ressort que l'état favorable de ces deux paramètres physiologique (VO_2 max et PMANA) a significativement influencé sur le bon résultat de l'aptitude physique réalisé par notre population d'étude dans les mêmes sources énergétiques : Endurance et Force-vitesse.

F – ETUDE CORRELATIVE ENTRE LES DIFFERENTS PARAMETRES DE LA RECHERCHE

La performance de la capacité physique des enfants au stade pubertaire résulte de l'action intégrée et coordonnée des facteurs morphologiques, énergétiques et musculaires (Lacan, J-M. et Chataud, J-C. 1994). La composition morphologique tient une place importante dans l'accomplissement des habiletés motrices. Si bien que les scientifiques cherchent aujourd'hui à déterminer le morphotype idéal pour chaque spécialité sportive.

Dans le cadre de notre étude, nous sommes parvenus à des valeurs supérieures de la VO_2 max (consommation maximale d'oxygène) et de la PMANA (Puissance maximale anaérobie alactique), parallèlement à une progression importante de la masse maigre. Ce résultat semble définir, dans un sens, l'interdépendance qui peut exister entre les sources énergétiques : VO_2 max et PMANA, d'une part, et d'autre part l'influence des composants du corps sur l'un ou l'autre des processus énergétiques. Les informations issues de cette analyse peuvent être utiles à l'orientation du processus de préparation et retenues comme indice de suivi de l'effet de l'entraînement des qualités physiques.

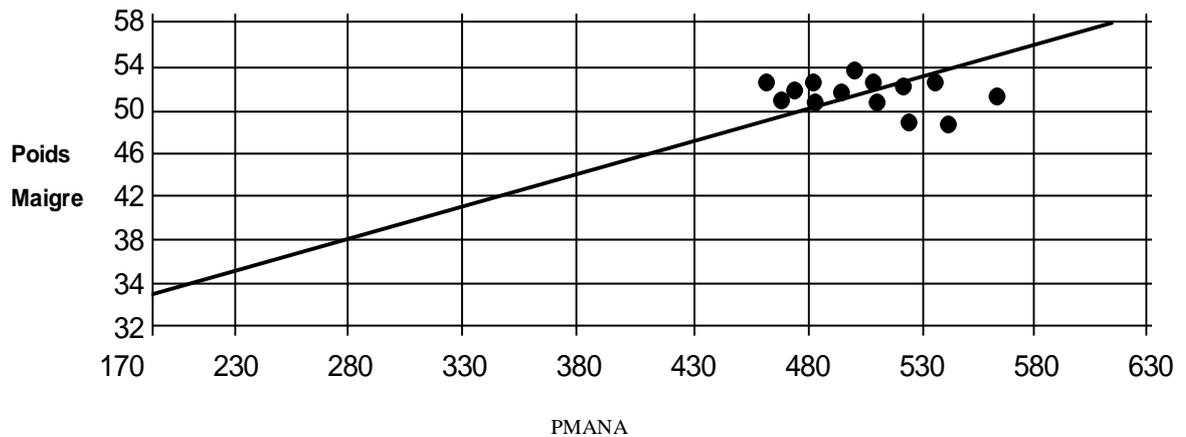
1 – Corrélation Puissance maximale anaérobie alactique (PMANA) avec le poids maigre

Tableau n° 21 : Corrélation entre les valeurs moyennes de la PMANA avec le Poids maigre aux différents âges pré-pubertaires

Variables	Paramètres	
	Poids maigre	PMANA
r	0,88	***

Figure n° 22 : Présentation graphique de la corrélation de la PMANA avec le Poids maigre aux différents âges pré-pubertaires

Poids Maigre vs PMANA ($r = 0,88$)



L'analyse de la relation existant entre la Puissance Maximale Anaérobie (PMANA) avec le Poids maigre au stade pré-pubertaire par l'étude du coefficient de corrélation montre une forte relation entre ces deux paramètres ($r = 0,88$). Ce résultat atteste d'une corrélation positive indiquant que plus le poids maigre est important, plus sa contribution dans l'augmentation de la PMANA est importante. Tout en soulignant que cette dernière reste aussi tributaire, selon (Mac Dougal et Howard, A. 1989), de la prédominance de la position corporelle en fibres musculaires rapides, un potentiel phosphagénique conséquent (ATP-CP) et un bon niveau d'exécution.

2 – Corrélation Consommation maximale d'oxygène (VO_2 max) avec le poids maigre

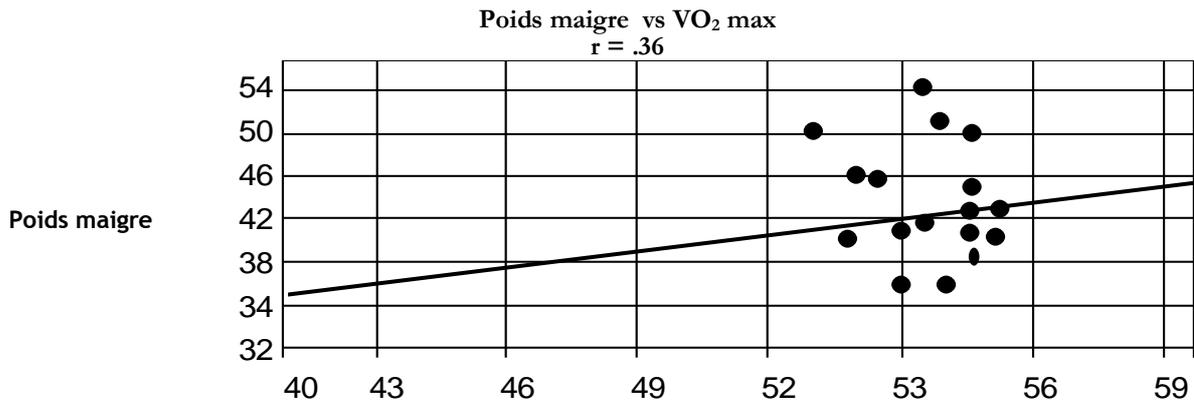
Tableau n° 22 : Corrélation entre les valeurs moyennes de la VO_2 max avec le Poids maigre aux différents âges pré-pubertaires

Variables	Paramètres	
	Poids maigre	VO_2 max
r	0,36	

L'analyse de la corrélation entre la consommation maximale d'oxygène VO_2 max et le Poids maigre montre une valeur négative : $r = 0,36$.

Le résultat semble indiquer que plus la valeur du Poids maigre est basse, plus le résultat de la VO₂ max est important.

Figure N° 23 : Présentation graphique de la corrélation de la VO₂ max avec le Poids maigre



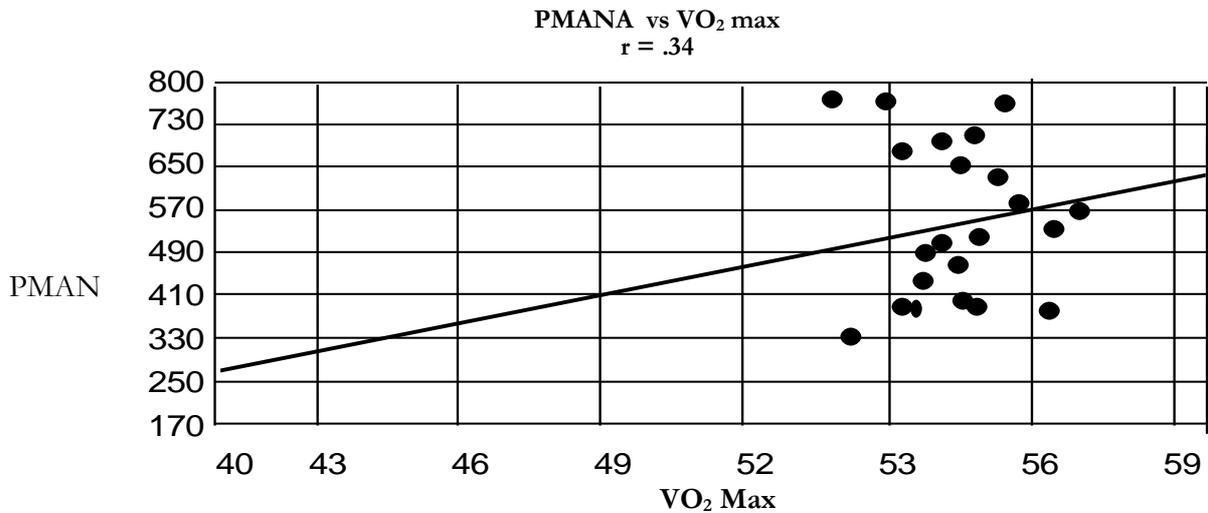
Dans leur analyse, Ardle et coll. (1987) estiment aussi qu'il y a une influence positive de la taille et du poids sur la VO₂ max, à condition que la masse musculaire mise en jeu soit suffisamment importante. Les résultats obtenus de la corrélation entre les valeurs de la VO₂ max et le Poids maigre confirment la nécessité d'une proportion adéquate en Poids maigre pour l'établissement d'un bon résultat en aérobie.

3 – Corrélation du PMANA avec la VO₂ max

Tableau n° 23 : Corrélation entre les valeurs moyennes de la PMANA avec la VO₂ max

Variables	Paramètres	
	PMANA	VO ₂ max
r	0,34	

Figure n° 24 : Présentation graphique de la corrélation de la PMANA avec la VO2 max



Le résultat de cette corrélation confirme l'absence de relation entre la PMANA et la VO₂ max, d'autant plus que Lacour, J-R. 1994 affirme dans ses travaux, que les efforts intenses et brefs inférieurs à 10 secondes (tel que pour la PMANA, le test de Force-vitesse de 6") que le fonctionnement des muscles dépend plutôt du métabolisme interne, surtout local, à savoir de l'ATP à partir de la phospho-créatine.

CONCLUSION

Au terme de cette recherche vaste et complexe tant par l'appréciation du degré d'incidence des paramètres morphologiques et physiologiques sur le développement des qualités physiques d'endurance et de Force-vitesse, que par l'appréciation des principaux facteurs à l'origine des modifications morpho-fonctionnelles à ce stade pré-pubertaire, il apparaît évident que les mutations biologiques de notre population d'étude se traduisent par des accroissements irréguliers et que les facteurs génétiques, d'environnement et de conditions sociales semblent intervenir pour une part importante dans cette problématique.

A travers l'analyse des résultats des paramètres morphologiques, les changements les plus significatifs ont été constatés pour la taille à partir de 12 ans, de 7,91 cm ; de même que le poids a significativement augmenté à cette tranche d'âge, de l'ordre de 8,5 kg. Cette poussée de la taille et du poids correspond aux résultats obtenus déjà par Dekkar (1986), une augmentation de 6,8 cm, ainsi que par (Pineau, J-C., 1991 et Turburg, 1982) qui confirment une accélération de ces paramètres au pic de croissance 13 et 15 ans.

Par ailleurs, nous avons constaté une évolution simultanément importante des indices physiologiques de la VO_2 max et de la PMANA qui ont significativement évolué à partir de l'âge de 12 ans, avoisinant les 45,60 ml /kg /mn ($p < 0,001$) pour la VO_2 max, et les 289,33 w pour la PMANA.

L'amélioration significative de consommation maximale d'oxygène (VO_2 max) observée est la conséquence de la stabilité des composants corporels de la population d'étude. Ceci est confirmé dans l'étude de Mercier et al. (1983) et Wyndham (1974) cité par Weineck qui ont insisté sur la part déterminante du poids du corps (environ 70%) dans l'amélioration des réserves énergétiques de la VO_2 max.

En ce qui concerne la PMANA (Puissance Maximale Anaérobique Alactique), son augmentation significative est similaire aux travaux de Bar-Or (1989), Herthogh et al. 1992, Delgado (1993), qui ont noté, dans leur expérimentation,

une amélioration significative de la PMANA à partir du 2^{ème} stade pubertaire, à 14 ans. D'autres auteurs, Sale (1988), Thepaut et Mathieu (1993), ont attribué cette augmentation à l'hypertrophie musculaire qui commence déjà à s'opérer durant cette phase pré-pubertaire.

L'évaluation de l'évolution de la capacité physique par les tests d'EUROFIT aux différentes tranches d'âges de 9-12 ans a démontré une nette progression des résultats d'endurance à 12 ans ($p < 0,05$) et de la Force-vitesse à 11-12 ans ($p < 0,01$). Ce résultat concorde significativement avec les valeurs des corrélations qui s'établissent entre les performances réalisées au laboratoire et ceux du terrain. Il ressort de l'investigation menée sur le terrain que les enfants qui ont présenté de meilleures prédispositions dans les épreuves de laboratoire ont réalisé de meilleures performances sur le terrain.

Dans des travaux similaires, Maksoud et Coutts ont enregistré une corrélation significative ($r = 0,65$) entre les résultats de laboratoire de la VO_2 max et ceux de la course de 12 minutes. De son côté, Burke (1979), dans son analyse à la suite de l'application de 16 tests de laboratoire et de terrain, a observé que 71% de la variance totale de la capacité à l'effort est exprimée par trois principaux facteurs : 1- puissance aérobie ; 2- puissance anaérobie ; 3- réponse cardiaque à l'effort.

L'analyse de l'incidence des paramètres morphologiques et physiologiques sur le développement des qualités physiques d'endurance et de Force-vitesse au stade pré-pubertaire 9-12 ans, dont nous avons tenté de dresser dans la mesure du possible les indicateurs essentiels, est importante pour une meilleure détection, sélection et structuration du d'entraînement et de préparation des jeunes talents sportifs.

Aussi, sur la base des résultats du laboratoire et du terrain, des mesures préconisées, la contribution par une étude inter-disciplinaire permettra une meilleure connaissance de l'implication des caractéristiques morphologiques et physiologiques sur le développement des qualités physiques, et suggérer des orientations par discipline sportive pour une meilleure approche de prospection, de sélection et de préparation.

Index bibliographique

- 1 - ARDLE, M-C. et coll. : Physiologie de l'activité physique, Ed. Vigot, Paris, 1987.
- 2 - ASTRAND, P.O.. et RODAHL, K. : Manuel de physiologie de l'exercice musculaire, Ed. Masson, Paris, 1980
- 3 - BANNISTER? R. : What's il all about ? Ed. Sport Coach, 1980.
- 4 - BAR-OR : Advences in Peadrilie, Sports sciences, Vol. 3, II, Kenitics, 1989.
- 5 - BAR-OR : Climatic condition and their affect on exercise induced asthma in oscids, Edward, A.M. eds : The asthmatic child in play and sport, London, 1993.
- 6 - BELANGER, A.Y. et Mc COMAS, A.J. : Contractile propertics of human skeletal muscle in child hand and adolescence, Eur. J. Appl. Physiol. 58 : 563-567, 1989.
- 7 - BERGSTROM et coll. : Manuel d'entraînement, Ed. Vigot, Paris, 1997.
- 8 - BIELICKI, T. et col. Anthropométrie destinée aux futurs professeurs d'E.P.S, Varsovie, 1980.
- 9 - BLONC, S. et al. : Performance aux tests de terrain d'enfants de 11 à 16 ans. Influence de l'âge, du sexe et de l'activité physique, Ed. Science et motricité, 1992.
- 10 -BOONE D.C. et col. : Normal rang of motion of joints in make subjects, J. Bone Jt-Sung, 1979.
- 11 -BOSCO et KOMI, P.V. : Mechanical characteristics and fiber composition of human leg extenson muscle, Eur. J. Appl. Physiol., 1979.
- 12 - BRAUNER, R. et col. : Le développement et la croissance pubertaire, Science et Sport, 1986.
- 13 - BURKE, E.Y. : A factor analytic investigation of tests of physical working capacity, Ergonomic Inter, 1979.

- 14 - BUTEL, Y. et al. 1980 : Etude de l'extensibilité des muscles ischio-jambiers sur 107 enfants de 9 à 14 ans scolarisés, Ann. Kinesetheir. 7, 1980.
- 15 - CHATARD, J.C. : Comment évaluer les capacités de l'enfant et de l'adulte, Faculté de médecine, 1995.
- 16 - CRIELAARD, J.M. et PIRNAY, F. : Etude longitudinale des puissances aérobie et anaérobie lactique, Méd. Sport., 1985
- 17 - DAVIES et coll. : Plasma FFA in relation to maximum power out-put in man int. Z.f - Angrew physiol. 30- 1984.
- 18 - DEKKAR, N. : Croissance et développement de l'élève algérien, Alger, 1986.
- 19 - DELGADO, A. et col. : Changes in characteristics of anaérobie exercise in the upper limb during puberty in boys, Eur. J. Appl. Physiol. 66,1993.
- 20 - DISHMAN. R.K. et al.: Pédiate sport psychology in Pédiate sport Medecine, 1989.
- 21 - DURNIN, Y. et col. : The assesment of the amount of Fat in the human body from measurements of skintold Thickness, J. Nutr., 1967.
- 22 - DUTIL : L'extensibilité musculaire : Perspective ontogénétique et assouplissement spécial souplesse, Publication INSEP, 27-32, Paris, 1978.
- 23 - ECCLES, J. : Expectancies, Values and behaviors, San Francisco, 1983.
- 24 - EKBLUM, B. : Effet of physical training in adolescent boys, J. appl. Physiol. 27, 1969.
- 25 - ELDER, G.L. & KAKULAS, B.A. : Histo chemical and contractile property changes during human muscle développement, Muscle et Nerve 16, 1993.
- 26 - ERIKSON et coll.: Muscle metabolites during exercise in pubertal boys, Paediatrica, 1987.
- 27 - EUROFIT : Rapport du 5ème séminaire européen de recherche sur l'éducation de l'aptitude physique, Conseil de l'Europe, Strasbourg, 1987.
- 28 - ERIKSSON, B.O. : Muscle metabolism in children (a Review) Acta. Pred. Scand. 1980.

- 29 - ERIKSSON, B.O. : Physiol training, oxygen. Supply and muscle metabolism in 11-13 years old boys, Acta. physiol. Scand. 1979.
- 30 - FALIZE, Y. : Le développement moteur de l'enfant : perspectives d'application. in : De POTTER, J-C. et LEVARLET, H. édés : Développement moteur et éducation, Presses Universitaires, Bruxelles, 1984.
- 31 - FAMOSE. J.P.: Apprentissage moteur et buts d'accomplissement en EPS, PUF, Paris, 1995.
- 32 - FLANDROIS, R. et col. : La consommation maximale d'oxygène chez le jeune Français, J. physiol. 78, 1982.
- 33 - FLECK, S.Y. et KRAEMER, W.J. : Designing resistance training programs Human Kinetics, Champaign, 1987.
- 34 - FOX et MATHEWS : Préparation aux sports et amélioration de la condition physique, Ed. Vigot, Paris, 1983.
- 35 - GANONG, W. : Medizinische Physiologie, Springer, Berlin, Heidelberg, New York, 1972.
- 36 - GERBEAUX M. et col. : Le développement de la force durant la croissance chez l'enfant, J. Biophys. Bioméc. N° 10, 1986.
- 37 - GRODJINOVSKY, A. et coll. : Training effect on the anaerobic performance of children as measured by the wingate anaerobic test in Beig et Eriksson, ed : Children and exercise IX, University Park Press, Baltimore, pp. 139-145, 1980.
- 38 - GUISSARD, N. et col. : Effet d'un entraînement de stretching sur les propriétés électromécaniques du muscle, Actes du XII^{ème} congrès de la Société de Biomécanique, Toulouse, 1992.
- 39 - GUISSARD, N. et col. : Le stretching musculaire : Aspects neurophysiologiques et biomécaniques, Ann. Kinesether, 10, 1988.
- 40 - GURTHNER, H. : Attegemeine und spezielle physiologister adaptation in sport, 1982.

- 41 - HAKKINEN : Neuromuscular and hormonal adaptation during strength and power training, J. Sports Med., 9, 1989.
- 42 - HARRE, D., Trainingslehre, 6 Aufl, Sportverlag, Berlin, 1976.
- 43 - HARRE, D., Trainingslehre, 8 Aufl, Sportverlag, Berlin, 1979.
- 44 - HARTLEY, O. et coll. : Six mobilisation exercises for active range of hip flexion, Res. Quart. For exerc. And sport, 51, 1981.
- 45 - HAYDEN, F. et coll. : The hyperfitness test manual for boys and girls 7 to 17 years of age, Canadian Association for physical health education and recreation, 1965.
- 46 - HEALD, F.P. et coll. : Measures of body fat and hydration in adolescent boys, J. of Pediatrics, 1963.
- 47 - HERMANSEN, L. : Blood and muscle pH after maximal exercise in man, J. of Sciences et Sports, 1972.
- 48 - HERTHOUGH, C. et coll. : Puissance anaérobie maximale chez l'adolescent : Sciences et Sports, 1992 .
- 49 - HETTINGER et MULLER : Muskelleis string ind muskel training int. Angew physiol. Arbeits physiol. 1953.
- 50 - HEYTERS, C. et coll. : Le "crac" à l'école : Application d'une technique d'étiraction musculaire sur des élèves masculins de 15 à 16 ans, Rev. Education Physique, 1989.
- 51 - HIRVONEN, G. et coll. : Breakdown of high-energy phosphate compounds and Lactate accumulation during short supramaximal exercise, Eur. J. app. Physiol. 1987.
- 52 - HOLLMAN, W. et coll. : Sport medizin, Arbeits und trainings grund Logen 2 Aufl shaltance, Stuttgart, New York, 1980.
- 53 - KANEKO, M. et coll. : Training effect of different Loads on the force-velocity relation strip and mechanical power out put in human muscle, Scand. 9 sports, 1983.
- 54 - KNUTTGEN, H. et coll. : Fitness of Danish school children during the course of one academic year, Res. 1983.

- 55 - KOBAYASHI et coll. : Aerobic power as related to body growth and training in Japanese boys : a longitudinal study, 9 App. Physiol. 44, 1978.
- 56 - KOHLER, H. et coll. : Ausdauerleistung im sportlichen, richt und Auszerunterrichtlichen sport. Körpererziehung, 1978.
- 57 - KOMI, D.U. et coll. : Effect of eccentric muscle conditioning extension and electrical activity of human, Ergonomics, 1986.
- 58 - KRANENBUHL, G.S. et coll. : Running economy : Changes with age during childhood and adolescence, Med. Sci. Sports exercise, 1992.
- 59 - KRANENBUHL, G.S. et coll. : Adolescent body size and flexibility, Res. Quart., 1977.
- 60 - KRANENBUHL, G.S. et coll. : Running economy : Changes with age during childhood and adolescence, Med. Sci. Sports exercise, 1992.
- 61 - LAMOUR, H.: Traité thématique de la Pédagogie de l'EPS, Ed. Vigot, Paris, 1986.
- 62 - LAMP. M. et coll. : Soltation and stasis : a model of human growth, Science, 1992.
- 63 - LAZARUS, A.: Patterns of adjustment, Mc Craw, Hill Can. 1976.
- 64 - Mac DOUGAL et HOWARD, A. : Physiologie de l'activité musculaire de haut niveau, Ed. Vigot, Paris, 1989.
- 65 - MAKSOUD et COUTTS : Application of the cooper twelve minutes run - valle test to young males, Research Quarterly, 1971.
- 66 - MANDEL, C. : L'enfant et le sport, Union Parisienne d'Imprimerie, Paris, 1984.
- 67 - Marie-Claude C. et coll. : Croissance des Algériens de l'enfance à l'âge adulte (région de l'Aurès), Ed. CNRS, 1976.
- 68 - MASSICOTTE, D.R. et Mc NAB, R. : Cardiorespiratory adaptations to training at specified intensities in children, Med. Sci. sports, 1974.
- 69 - MERCIER et al.: Relative efficiency and predicted VO_2 max in children, Departments d'EPS, Université de Montreal, 1983.

- 70 - MICHELI, L.Y. : *Pediatric and adolescent sports injuries : recent trends in sports science*, *Rev.*, 14, 1986.
- 71 - MIRWALD, R.C. et coll. : *Longitudinal comparison of aerobic power in active and inactive boys aged 7 to 17 years*, *Ann. Hum. Biol.*, 1981.
- 72 - MOORES et coll. : *Age variations of formation stages for ten permanent teeth*, *J. Dent. Res.*, 1963.
- 73 - MORITANI et coll. : *Neural and biomechanical differences between men and young boys during a variety of motor tasks*, *Acta Physiol. Scand.*, 1989.
- 74 - MOSKWA, C.A. : *Musculoskeletal risk factors in the young athlete*, *Phys. Sports Med.*, 1989.
- 75 - OLIVIER, G. : *Morphologie et type humain*, 4^{ème} édition, Ed. Vigot, Paris, 1971.
- 76 - OZMAN, J-C. et coll. : *Neuromuscular adaptation following prepubescent strength training*, *Med. Sci. Sports, Exerc.*, 1994.
- 77 - PERTUZON et BOUISSET : *Bases physiologiques des activités physiques et sportives*, Ed. Masson, Paris, 1996.
- 78 - PFEIFFER et FRANCIS : *Effects of strength training on muscle development in prepubescent and post pubescent males*, *Phys. Sports med.*, 1986.
- 79 - PINEAU, J-C. : *Importance de la puberté sur les aptitudes physiques des garçons scolaires*, *Bull. et Mem. de la soc. d'Anthrop. de Paris*, 1991.
- 80 - PIRNAY, F.: *Etude physiologique du test de Léger et coll.*, Ed. Science et Sport, Paris, 1992.
- 81 - POORTMANS, J.R. et col. : *Estimation directe de la puissance aérobie maximale d'une population bruxelloise masculine et féminine âgée de 6 à 33 ans*, *J. physiol.*, Paris, 1986.
- 82 - RATCHEV, K. et SAOEV, V. : *Dynamisme des qualités physiques chez les garçons à l'âge de 11 à 14 ans sous l'influence d'une préparation rationnelle d'athlétisme*, A.E.F.A., 1970.

- 83 - RATCHEV, K. et SAOEV, V. : Dynamique de l'âge et méthodes de développement de la vitesse de course, A.E.F.A., 1970.
- 84 - REUCHLIN, M.: Les différences individuelles dans le développement conatif de l'enfant, PUF, Paris, 1990.
- 85 - RIANs et coll. Strength training for prepubescent males is it safe ? Amer. J. Sports Med., 1987.
- 86 - RIEU, M. : Bioénergétique de l'exercice musculaire et de l'entraînement physique, Presses Universitaires de France, Paris, 1988.
- 87 - ROBINSON et coll : Control of heart rate by the anatomic nerves system studies in man on the inter relation between baroreception mechanisms and exercise, Circ. Res., 19, 1986.
- 88 - ROTSTEIN, A. et coll. : Effect of training on aerobic threshold maximal aerobic power and anaerobic performance of pre adolescent-boys, Int. J. sport med., 1986.
- 89 - ROWLAND, T.W. : Exercise and children's health human kinetics publishers, Champaign, Il, 1990.
- 90 - SALE, D.G., Neural adaptation to resistance training Med. Sci. sports exerc., 20, 1988.
- 91 - SAPEGA, A.A. et col. : Biophysical factors in range of motion exercise, Phy. Sports med., 1981.
- 92 - SARGENT, A. : Short term muscle power in children and adolescents in : Bar-Or (ed) : Advances in Pediatric sports sciences, vol. 3, Herman Kinetics, Champaign, 1989.
- 93 - SEMPE, M. et coll. : Auxinologie, méthode et séquences, Ed. Théraplix, Paris, 1979.
- 94 - SENERS, P. et coll.: Activités physiques et scolaires du collège au lycée, Ed. Vigot, Paris, 1999.
- 95 - SERMEJEV, B. : Der Einflub Von speziellen ubungen auf die Beweglichkeit Der. Schüler. Theorie und Praxis der körperkulture, 13, 1964. 1964

- 96 - SERVEDIO, F.J. et coll. : The affects of weight training, using olympic style lifts, on various physiological variables in prepubescent boys, Med. Sci. sports, 1985.
- 97 - SEWALL et MICHEL, L.J. : Strength training for children, J. Pediatr. Orthop., 1986.
- 98 - SIMONET : L'apprentissage moteur, Ed. Vigot, Paris, 1985.
- 99 - SINGER, R.N.: Conching, Athletic and Psychology, New York, Mc Graw Hill, 1972.
- 100 - SOLVERBORN, S.A. : Das Bush. Vom. Stretching, Beweghich keitstraining durch Deh nen word strecken Mosaik, Verlag, Munich, 1983.
- 101 - STEMMLER : Ent wick lungsshübe in der spothchen leistungstahighed theor 4, Praxis der Kôrperkultur, 1978.
- 102 - SULLIVAN, J.A. : Ligamenters inhuries of the knee in children, Clin. Orthop., 1990.
- 103 - SUNNEGARDH, J. et coll. : Physical activity in relation to energy in take and body fat in 8 and 13 years old children, Sweden, 1994.
- 104 - SZCZESKY, S. : Dynamique de développement des qualités motrices d'élèves du cycle secondaire, Paris, 1983.
- 105 - TANNER, M.D. : Weighing the risks : Strength training for children and adolescent, Physi. Sports med., 21, 1993.
- 106 - THEPAUT, MATHIEU et coll. : Renforcement musculaire unilatéral, conséquence sur le côté non entraîné : amélioration de la force maximale, Science et motricité, 1993.
- 107 - TWIESSELMANN, F., : Développement et la croissance pubertaire, Science et Sports, 1986.
- 108 - VANDERVALL, F., : Biométrie humaine, Ed. Masson, Paris, 1980.
- 109 - VOLKOV, N.I.: Théorie et pratique de la culture physique, Sport, 1995.
- 110 - VRIJENS, J. : Muscle strength development in the pre and post pubescent age, Medecine and sport, 1978.

- 111 - VRIJENS, J. : L'entraînement raisonné du sportif, Ed De Boeck Université, Bruxelles, 1991.
- 112 - WALLIN, D. et coll. : Improvement of muscle flexibility a comparaison between two techniques, Am. J. sports med., 1985.
- 113 - WEBB, D.R. : Strenght training in children and adolescent, Pediatr., 37, 1990.
- 114 - WEBER et coll. : Growth and physical training with reference to heridity, J. appl. Physiol., 44, 1976.
- 115 - WEINECK, J. : Biologie du sport, Ed. Vigot, Paris, 1992.
- 116 - WELTMAN, A. : Weight training in prepubertal children, Physiologic benefit and potential damage in : Bar-Or (ed) : Advence Pediatric sport sciences, 1989.
- 117 - WILANSKI : A new method for the evaluation of teech formation, Acta genetica, Basel, 1966.
- 118 - ZCIORSKY, V.M. : Dic Körperlichem Eigenschaften das spatters : Bartels et Wernitz, Berlin, Francfort, Munich, 1972. 1972
- 119 - ZURBRÜGG, R.P. : Hormonale regulation und wachstum ber sportlish aktiven knaben und Madchen, in : Kinder im leistungs. Sport. 5.50.58, Howald, H.E (Hsg) Birkhanser, Bâle, Boston, Stuttgart, 1982.

ANNEXES

ANNEXE N° 1

L' ENQUETE

LE QUESTIONNAIRE

1 – L'aptitude physique des jeunes au stade pré-pubertaire revêt-elle un caractère déterminant :

Oui

Non

Pourquoi :

.....

2 – Quelles sont, à votre avis, les qualités les plus importantes à détecter au stade pré-pubertaire (indiquez par ordre d'importance, de 1 à 5).

-	Endurance	-	Souplesse
-	Force	-	Adresse
-	Vitesse	-	

3 – Selon les différents âges pré-pubertaires, quelles sont les qualités physiques à développer en priorité :

Age	Qualités physiques à développer
9 ans	
10 ans	
11 ans	
12 ans	

4 – Réalisez-vous des tests de contrôle pour estimer le développement des qualités physiques : Oui Non

Nature du test	Période du test

5 – Selon vous, le profil morphologique des sportifs joue-t-il un rôle déterminant dans le développement des qualités physiques ?

Oui

Non

- De quelle manière ?

.....

.....

6 – Lors du développement des qualités physiques, accordez-vous de l'importance aux influences sur les composants corporels du sportif ?

Oui

Non

- Pourquoi ?

.....

.....

ANNEXE N° 2

Fiche d'Exploration morpho-fonctionnelle

Date : le.....

INFORMATIONS GENERALES

Nom :Prénom :

Age : Niveau scolaire :

Adresse :

Etat de santé actuel :

Antécédents médicaux :

.....

RESULTATS DES EXPLORATIONS

MORPHO-FONCTIONNELLES

- Paramètres morphologiques

		Paramètres				
Stades	Ages	Taille (cm)	Poids (kg)	Plis cutanés (mm)	% Masse grasse	Poids maigre (kg)
I						
II						
III						
IV						

ANNEXE N° 3

Fiche de développement physique aux différents stades pubertaires

Nom : Prénom :

Date et lieu de naissance :

Adresse :

Antécédents sportifs :

.....

Aptitudes physiques	Stades pubertaires			
	I	II	III	IV
1. Equilibre Flamingo (EFL)				
2. Frappe de plaques (FP)				
3. Flexion tronc avant en position assise (FLT)				
4. Saut en longueur sans élan (SLO)				
5. Dynamométrie manuelle (DYM)				
6. Redressement station assise (RSA)				

ANNEXE N° 4

Tests EUROFIT d'aptitude physique

1 - Equilibre Flamingo (E.F.L)

Facteur : Equilibre général

Description du test : Equilibre sur un pied sur une poutre de dimension établie

Matériel :

- Une poutre en métal de 50 cm de long, de 4 cm de haut et de 3 cm de large, recouverte de moquette (épaisseur maximale : 5 mm) bien fixée à la poutre. La stabilité en est assurée par deux supports de 15 cm de long et de 2 cm de large. Il est évident que si l'on dispose de plusieurs poutres, il en résultera un gain de temps dans la passation des tests.
- Un chronomètre sans retour (à zéro automatique) par poutre, afin de pouvoir l'arrêter et le remettre en marche pour des comptages successifs.

Instructions pour le sujet testé :

"Debout sur votre pied de prédilection, sur l'axe longitudinal de la poutre, essayez de garder l'équilibre aussi longtemps que possible. Fléchissez la jambe libre et saisissez la plante du pied avec la main du même côté en imitant la position du flamant rose. Servez-vous éventuellement de l'autre bras pour garder l'équilibre. Pour vous placer dans la position correcte, appuyez-vous sur l'avant-bras de l'examineur. Le test commence lorsque cet appui cesse. Essayez de garder l'équilibre dans cette position pendant une minute. Le test est interrompu et une pénalité est imposée à chaque perte d'équilibre : par exemple, si la main laisse échapper le pied ou si une partie quelconque du corps entre en contact avec le sol. Après chaque interruption, nouveau départ jusqu'à ce qu'une minute soit écoulée."

Directives pour l'examineur :

- Placez-vous devant le sujet.
- Autorisez-le à faire un essai, afin de le familiariser avec le test et d'être sûr qu'il a compris les instructions.
- Après cet essai, procédez à l'épreuve.
- Mettez le chronomètre en route au moment où le sujet lâche le bras qui le soutient.
- Arrêtez le chronomètre dès que le sujet perd l'équilibre en lâchant son pied ou en touchant le sol avec une partie quelconque du corps.
- Après chaque interruption, aidez le sujet à reprendre la position correcte de départ.

Résultat :

On comptabilise le nombre d'essais nécessaires au sujet (et non les chutes) pour arriver à garder l'équilibre pendant une minute.

Exemple : Un sujet qui fait 5 essais obtient 5.

Si le sujet testé s'interrompt 15 fois pendant les 30 premières secondes, le test est considéré comme terminé et le sujet obtient zéro, ce qui signifie qu'il n'est pas capable d'effectuer le test.

2 – Frappe de plaques (F.P.)

Facteur : Vitesse des membres

Description du test : Frappe rapide alternative sur 2 plaques avec la main choisie.

Matériel

- Une table ajustable en hauteur. Dans les salles d'éducation physique, on peut notamment utiliser une plinthe.
- Deux disques en caoutchouc de 20 cm de diamètre, fixés horizontalement sur la table, avec un écart de 60 cm (leurs centres sont donc à 80 cm l'un de l'autre). Placez une plaque rectangulaire (10 x 20 cm) entre les deux disques.
- Un chronomètre.

Instructions pour le sujet testé :

" Placez-vous devant la table, debout, les pieds légèrement écartés. Posez une main au centre de la plaque rectangulaire. Avec l'autre (la main choisie) effectuez un mouvement de va-et-vient aussi rapide que possible entre les deux disques, en passant par-dessus la main située au milieu. Veillez chaque fois à toucher les disques au commandement : "Prêt... partez !" de l'examineur. Effectuez rapidement 25 cycles avec la main, en frappant les disques A et B. Ne pas arrêter avant le signal "Stop" de l'examineur. Celui-ci compte à haute voix le nombre de cycles effectués. Le test est fait deux fois et le meilleur résultat est enregistré".

Directives pour l'examineur

- Adaptez le niveau de la tablette afin qu'elle soit juste au-dessus de la région ombilicale.
- Assis devant la table, regardez le disque sur lequel le sujet a posé la main au début du test. Comptez le nombre de frappes sur ce disque.

- Mettez le chronomètre en route au signal : "Prêt... Partez !". Arrêtez-le au moment où le sujet touche le disque A pour la 25^{ème} fois. Le nombre total de frappes sur les deux disques et donc 50 (c'est-à-dire 25 cycles A et B).
- La main placée sur la plaque rectangulaire doit y rester pendant toute la durée du test.
- Le sujet peut faire un essai avant le test afin de choisir la main appropriée.
- Durant la période de repos entre les deux essais, un autre sujet peut faire le premier essai.
- Il est particulièrement recommandé de disposer de 2 examinateurs pour réaliser ce test : l'un chargé du chronomètre et de la stimulation du sujet, et l'autre du comptage.

Résultat :

- Temps enregistré : Le temps nécessaire au sujet testé pour toucher chaque disque 25 fois. Noter le meilleur résultat obtenu au dixième de seconde.
- Si un disque n'a pas été touché, on ajoute une frappe supplémentaire de façon à atteindre les 25 cycles requis.

3 – Flexion Tronc avant en position assise (F.L.T)

Facteur : Souplesse

Description du test : En position assise, flexion en avant aussi loin que possible.

Matériel :

- Une table de test ou une caisse aux mesures suivantes : longueur : 35 cm ; largeur : 45 cm ; hauteur : 32 cm. Les mesures de la plaque supérieure sont : longueur : 55 cm ; largeur : 45 cm. Cette plaque dépasse de 15 cm le côté supportant les pieds. Une échelle de 0 à 50 cm est dessinée au centre de la plaque supérieure.
- Il est indispensable de disposer d'une règle d'environ 30 cm, à placer sur la caisse, que le sujet peut déplacer avec les doigts. .

Instructions pour le sujet testé :

"Asseyez-vous. Placez les pieds verticalement contre la caisse, le bout des doigts au bord de la plaque horizontale. Penchez le tronc vers l'avant aussi loin que possible sans plier les genoux, poussez lentement et progressivement la règle en avant, sans heurts, et en tenant les mains tendues. Restez immobile dans la position la plus avancée. Abstenez-vous de mouvements saccadés. Effectuez le test deux fois de suite et enregistrez le meilleur résultat."

Directives pour l'examineur :

- Debout à côté du sujet, maintenez ses genoux dans la position jambes tendues.
- Le sujet doit mettre ses mains au bord de la plaque horizontale, en contact avec la règle, avant de pencher le tronc plus loin en avant.
- Le résultat est déterminé d'après la position la plus avancée que le sujet peut atteindre sur l'échelle avec le bout des doigts. Le sujet

doit tenir cette position le temps de compter au moins jusqu'à 2, de façon à permettre à l'examineur de lire correctement le résultat.

- Lorsque les doigts des deux mains n'atteignent pas une position analogue, on enregistrera la distance moyenne du bout des deux doigts.
- Le test doit être effectué lentement et progressivement, sans aucun mouvement saccadé.
- Le deuxième essai est effectué après une courte pause.

Résultat

Le meilleur des deux résultats est enregistré. Celui-ci est exprimé par le nombre de centimètres atteints sur l'échelle tracée sur la partie supérieure de la caisse.

Exemple : Un sujet atteignant ses orteils obtient 15. Un autre dépassant ce niveau de 7 cm en obtient 22.

4 – Saut en longueur sans élan (S.L.O)

Facteur : Force explosive

Description du test : Saut en longueur à partir d'une position debout

Matériel :

- Deux tapis de judo ou similaires (par exemple tapis de gymnastique) disposés l'un à côté de l'autre dans le sens de la longueur sur un sol antidérapant.
- Un morceau de crie
- Un mètre ruban

Instructions pour le sujet traité :

"Tenez-vous debout, les pieds à la même hauteur, les orteils juste derrière la ligne de départ. Fléchissez les genoux en plaçant les bras vers l'avant, à l'horizontale. D'une détente vigoureuse, accompagnée d'un balancement des bras, sautez le plus loin possible. Réceptionnez-vous, les pieds joints, sans perdre l'équilibre. Effectuez le test deux fois, le meilleur résultat étant compté."

Directives pour l'examineur

- Tracez des lignes horizontales tous les 10 cm sur le tapis, parallèlement à la ligne de départ et à un mètre de celle-ci.
- Déposez un mètre ruban perpendiculairement à ces lignes ce qui permettra de relever des mesures exactes.
- Debout sur le côté, enregistrez les distances franchies.
- Mesurez cette distance depuis la ligne de départ jusqu'au premier point de contact des talons avec le sol. Si les deux talons ne sont pas à la même hauteur, notez la distance la plus courte.
- Si le sujet tombe en arrière ou touche le sol avec une partie quelconque du corps, faites faire un nouvel essai. S'il tombe en avant, l'essai est pris en compte.

- Les tapis de lancement et de réception doivent être au même niveau et fixés solidement au sol.

Résultat : Le meilleur de deux résultats obtenus est enregistré et noté en cm.

5 – Dynamometrie manuelle (DYM)

Facteur : Force statique

Matériel :

- Un dynamomètre manuel étalonné aux poignées adaptables.

Instructions pour le sujet testé :

" Prenez le dynamomètre dans la main la plus forte (la main habituelle). Serrez le plus énergiquement possible tout en tenant le dynamomètre éloigné du corps. Le dynamomètre ne doit pas toucher votre corps pendant l'épreuve. Exercez la pression de façon progressive et continue en la maintenant pendant 2 secondes au moins. Effectuez le test deux fois, le meilleur résultat étant compté."

Directives pour l'examineur :

- Remettez le dynamomètre à zéro avant chaque test et veillez à ce que le disque du dynamomètre soit bien visible durant le test.
- Demandez au sujet de se servir de sa main la plus forte. Ajustez la poignée de sorte que les deux bornes de l'instrument correspondent à la première phalange du majeur.
- Durant le test, le bras et la main tenant le dynamomètre ne doivent pas être en contact avec le corps. L'instrument doit être tenu dans le prolongement de l'avant-bras et le long de la cuisse.
- Après un bref repos, procédez à un dernier essai.
- Il n'est pas nécessaire que l'aiguille revienne à zéro après le premier essai ; vérifiez seulement si le deuxième résultat est meilleur que le premier.

Résultat

Le meilleur des deux résultats obtenus est enregistré en kilogrammes (degré de précision : 1 kg). Exemple : Un résultat de 24 kg obtient 24.

6 – Redressement station assise (R.S.A)

Facteur : Force du tronc (Endurance musculaire abdominale)

Description du test : Effectuer, en 1/2 minute, un nombre maximum de redressements en position assise.

Matériel :

- 2 tapis (placés l'un derrière l'autre dans le sens de la longueur).
- Un chronomètre
- Présence d'un assistant.

Instructions pour le sujet testé :

" Mettez-vous en position assise, tronc à la verticale, mains derrière la nuque, genoux fléchis (90°) et les pieds à plat sur le tapis. A partir de cette position, allongez-vous sur le dos les épaules en contact avec le sol, puis redressez-vous en position assise en portant les coudes vers l'avant en contact avec les genoux. Les mains doivent rester jointes derrière la nuque durant tout l'exercice. Au commandement : "Prêt... Partez !", répétez le mouvement aussi rapidement que possible durant 30 secondes. Continuez jusqu'au commandement "Stop". Ce test ne doit être exécuté qu'une fois."

Directives pour l'examineur :

- A genoux à côté du sujet, vérifiez si sa position de départ est correcte.
- Asseyez-vous les jambes écartées en face du sujet, en fixant au sol ses pieds par votre poids corporel. Immobilisez les jambes du sujet en plaçant vos mains sur ses jarrets, assurant ainsi l'angle imposé de 90 degrés dans les genoux.
- Après avoir expliqué le test au sujet, et avant qu'il commence réellement, faites lui exécuter une seule fois tout le mouvement afin de vous assurer qu'il a compris les instructions.

- Mettez le chronomètre en marche au signal : "Prêt... Partez !" et arrêtez-le après 30 secondes.
- Comptez à haute voix à la fin de chaque redressement complet et correct. Un redressement complet va de la position assise à celle au tapis et retour à la position assise, les coudes touchant les genoux.
- Le comptage a lieu au moment où les coudes touchent les genoux. L'absence de comptage signifie que le redressement n'a pas été correctement exécuté.
- En cours d'exécution, corrigez l'attitude du sujet si celui-ci ne touche pas le tapis avec les épaules ou s'il ne touche pas les genoux avec les coudes en revenant à position de départ.

Résultats :

Est enregistré le nombre total de redressements correctement et complètement exécutés en 30 secondes.

Summary

The principal objective of this longitudinal investigation consisted on the study Of the morphological physiological parameters on the developments of the physical endurance's qualities and the force speed, in the view of appreciating The sings that are going to be taken as elements of selection sport orientation. And for the organisation of the preparation's process and train.

For this study, 40 school girls who do not practise regular practise regular Sports activates, consented to follow our research protocol during, all the experimental phase.

We have proceeded to the estimation of the physical aptitude of the force speed of the suppleness and the address bay EURO fit's tests parallely to the field's Tests, we have estimated in the laboratory the maximal consummation of the oxygen VO₂max and the PMANA (puissance maximal anaerobique alactique)

Through the results analysis, the most significative changes for the morphological parameters were found out for the length and the weight from 12 years of the order of the 7,91cm and of the 8,5Kg.

We have found out too an important simultaneous evolution of the physiological signs of the VO₂max and PMANA which were significantly evolved from the age of 12 years by bordering the 45,60 ml / Kg/mn (P < 0,001) from VO₂max and the 289,33 for PMANA.

The evolution of the physical capacity by EUROFITS's tests demonstrates the endurance results progression at the age of 12 (P< 0,05) and the force – speed (P < 0.05) too which significantly agree with the correlations values which in between the realized performances in the laboratory and those of the field.

The sheered investigation cleared that the children who have presented the best predisposition in the laboratory in VO₂max and PMANA and have realized the best performances on the field in the endurance and the force – speed.

ملخص

إن الهدف الرئيسي من هذه الدراسة الطويلة يتمثل في دراسة تأثير الخصائص المرفولوجية و الفيزيولوجية على تطور الصفات البدنية للتحمل و القوة المميزة بالسرعة، بغية تقدير الدلائل التي يمكن الإبقاء و التوجيه الرياضي، وكذلك التنظيم طور التحضير و التدريب.

وقد منح 40 ممتدسا غير ممارسين لنشاط رياضي منتظم موافقتهم لهذه الدراسة بإتباع إجراءات البحث خلال كل المرحلة التجريبية. و بغية تقدير الكفاءة البدنية للتحمل و القوة المميزة بالسرعة، و المرونة و الخفة، قمنا بإجراء اختبارات **EUROFIT**، و بالموازاة مع الاختبارات المدنية قمنا في المخبر بتقدير الاستهلاك الأقصى للأكسجين، زيادة على القدرة القصوى اللاهوائية غير المنتجة لحمض اللبن. ومن خلال تحليل النتائج فإن التغيرات الأكثر دلالة فيما يخص العوامل المورفولوجية الملاحظة تمثلت في الطول و الوزن ابتداء من 12 سنة بمقدار 7,91 سم و 8,5 كغ على الترتيب.

و بالطريقة نفسها لاحظنا تطورا هاما في آن واحد للدلائل الفيزيولوجيا المتعلقة بالحجم الأقصى للأكسجين، وكذا القدرة القصوى اللاهوائية غير المنتجة لحمض اللبن، و اللذين تطورا بصفة دالة معنويا ابتداء من 12 سنة ليقاربا 60,45 ملل / كغ / د (أ > 001,0) فيما يخص الحجم الأقصى للأكسجين، و 33,289 واط فيما يتعلق بالقدرة القصوى اللاهوائية غير المنتجة لحمض اللبن.

إن تقييم القدرة البدنية باستعمال اختبارات **EUROFIT** أظهرت أن هذا التطور في نتائج التحمل عند 12 سنة (أ > 05,0) و كذلك للقوة المميزة بالسرعة (أ > 07,0) بتوافق بصفة دالة معنويا مع قيم الارتباطات بين النتائج المنجزة في المخبر مع تلك المنجزة في الميدان.

و نستخلص من هذه الدراسة أن الأطفال الذين اظهروا استعدادات عالية في المخبر لحجم الأكسجين الأقصى القدرة القصوى اللاهوائية غير المنتجة لحمض اللبن، تمكنوا من انجاز أحسن النتائج في الميدان للتحمل و القوة المميزة بالسرعة.

Résumé

L'objectif principal de cette investigation longitudinale consistait en l'étude de l'incidence des paramètres morphologiques et physiologiques sur le développement des qualités physiques d'endurance et de force-vitesse, en vue d'apprécier les indices qui seront retenus comme critères de sélection, d'orientation sportive et pour l'organisation du processus de préparation et d'entraînement.

Pour cette étude 40 écolières ne pratiquant pas d'activité sportive régulière ont consenti, à suivre notre protocole de recherche durant toute la phase expérimentale. Nous avons procédé à l'estimation de l'aptitude physique : de l'endurance, de la Force-Vitesse, de la souplesse et de l'adresse par les tests d'EUROFIT. Parallèlement aux tests de terrain nous avons estimé au laboratoire la consommation maximale d'oxygène VO₂ max ainsi que la PMANA, puissance maximale anaérobique alactique.

A travers l'analyse des résultats les changements les plus significatifs pour les paramètres morphologiques ont été constatés pour la taille et le poids à partir de 12 ans de l'ordre de 7,91 cm et de 8,5 kg.

De même, nous avons constaté une évolution simultanément importante des indices physiologiques de VO₂ max et de la PMANA qui ont aussi significativement évolué à partir de l'âge de 12 ans avoisinant les 45,60 ml/kg/mn ($p < 0,001$) pour VO₂ max et les 289,33 w pour la PMANA.

L'évaluation de la capacité physique par les tests d'EUROFIT a démontré que cette progression des résultats d'endurance à 12 ans ($p < 0,05$) et aussi de la Force-Vitesse ($p < 0,07$) qui concorde significativement avec les valeurs des corrélations qui s'établissent entre les performances réalisées au laboratoire et ceux du terrain.

Il ressort de l'investigation menée, que les enfants qui ont présenté de meilleures prédispositions de laboratoire : en VO₂ max et en PMANA ont réalisé de meilleures performances sur le terrain : en Endurance et en Force-Vitesse.