

REPUBLIQUE DU SENEGAL



**MINISTRE DE L'EDUCATION CHARGE DE L'ENSEIGNEMENT
SUPERIEUR, DES CUR ET DES UNIVERSITES**

UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR



**INSTITUT NATIONAL SUPERIEUR DE L'EDUCATION POPULAIRE ET DU
SPORT (INSEPS)**

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

THEME :

**AMELIORATION DE LA VITESSE MAXIMALE AREOBIE
DE JEUNES FOOTBALLEURS AGES DE 17 A 18 ANS
EVOLUANT DANS UN CENTRE AFRICAIN SPORT
ETUDES (CASE).**

**Présenté par :
Monsieur Mamadou DIOUF**

**Sous la direction de :
Monsieur Moutaga DIOP
PROFESSEUR A L'INSEPS**

Année Universitaire : 2008-2009

SOMMAIRE

GRACE

DEDICASSES

REMERCIEMENTS

RESUME

INTRODUCTION1

CHAPITRE I : REVUE DE LITTERATURE

I. VITESSE MAXIMALE AEROBIE.....3

1. Définition.....3

2 .Méthode d'évaluation.....3

2.1 Méthode d'évaluation au laboratoire.....3

2.2 Méthode d'évaluation sur le terrain.....4

3. Variations de la vitesse maximale aérobie.....5

II. PARAMETRES CARDIO VASCULAIRE.....6

1. Fréquence cardiaque.....6

1.1 Fréquence cardiaque au repos.....7

2. Pression artérielle.....7

2.1 Pression artérielle systolique.....8

2.2 Pression artérielle diastolique.....8

III. COMPOSITION CORPORELLE.....8

1. Définition des compartiments.....9

1.1	Modèle anatomique.....	9
1.2	Modèle biochimique.....	9
1.3	Modèles physiologiques.....	9
1.3.1	Modèle à deux compartiments.....	9
1.3.2	Modèle à trois compartiments, ou la masse maigre est séparée en deux.....	10
1.3.3	Modèle à quatre compartiments.....	10
2.	Evaluation de la composition corporelle.....	10
IV. QUALITES PHYSIQUES DES JOUEURS		11
1.	Endurance.....	12
2.	Résistance.....	12
3.	Vitesse	12
4.	Détente	13
5.	Adresse.....	13
6.	L'équilibre	13
7.	Souplesse.....	14
8.	Force.....	14
V. NOTION DE PREPARATION PHYSIQUE.....		15
1.	Planification de la préparation physique.....	15
1.1	Préparation physique générale(PPG).....	16
1.2	Préparation physique auxiliaire(PPA).....	16
1.3	Préparation physique spécifique(PPS).....	16
2.	Préparation physique au football.....	16
VI. ENTRAINEMENT INTERMITTENT.....		17

1. Donnée physiologique sur « l'intermittent ».....	18
2. Avantages de l'intermittent.....	19
3. Variétés du travail intermittent.....	20

CHAPITRE II : METHOLOGIE

I. Matériels.....	21
1.	
Population.....	21
1.1 Critères d'inclusion.....	21
1.2 Critère d'exclusion.....	21
2. Matériels.....	21
II. Méthode.....	22
1. Pré –test.....	22
1.1 Mesure de la fréquence cardiaque au repos avant entraînement.....	22
1.2 Evaluation de la vitesse maximale aérobie avant entraînement.....	22
1.3 Description du test VMA intermittent 45-15 de G GACON(1994).....	23
1.3.1 Le test	23
1.3.2 Un test technique.....	23
1.3.3 Un test valide.....	24
2. Déroulement des tests.....	24
2.1 Déroulement de la prise de la fréquence cardiaque au repos.....	24
2.2 Déroulement du test VMA intermittent 45-15 de G GACON.....	24
3. Programme d'entraînement pour améliorer la VMA.....	26
4. Post test.....	27
III. TRAITEMENT STATISTIQUE.....	28

CHAPITRE III : PRESENTATION ET COMMENTAIRE DES RESULTATS.....	29
1. Comparaison des valeurs moyennes de la Fréquence cardiaque de repos de nos sujets avant et après 4 semaines d'entraînement.....	29
2. Comparaison des valeurs moyennes des paliers, du VMA et du VO ₂ max avant et après 4 semaines d'entraînement.....	30
3. Comparaison des valeurs moyennes des variables cardiovasculaires avant et après 8 semaines d'entraînement.....	31
4. Comparaison des valeurs moyennes des Paliers du VMA et du VO ₂ max de nos sujets avant et après 8 semaines d'entraînement.....	32
5. Comparaison des valeurs moyennes des paramètres de la composition corporelle (poids, pourcentage de graisse, Masse grasse, Masse sans graisse) avant et après 8 semaines d'entraînement.....	33
6. Comparaison des valeurs moyennes des paliers, du VMA et du VO ₂ max après 4 et 8 semaines d'entraînement.	34
CHAPITRE IV : DISCUSSION.....	35
CONCLUSION	39
RECOMMANDATIONS.....	40
BIBLIOGRAPHIE.....	41
ANNEXES.....	45

GRACE

Tout d'abord rendons grâce au Bon Dieu, le Miséricordieux, le Tout Puissant, le Dieu des terres et des cieux.

Celui qui a fait de nous des êtres humains dotés d'intelligence, qui aiment, œuvrent pour le sport et l'éducation et qui mourrons dans cette noble tâche, celui dont son travail n'a point de critiques ni d'erreurs.

Celui qui sans son aide, tout travail est voué à l'échec et l'on ne saurait ni le commencer, ni le terminer.

Saluons son prophète **MOHAMED (PSL)** et son serviteur Eternel **CHEIKH AHMADOU BAMBA** et tous ceux qui ont œuvré pour l'Islam.

Pour finir « **ALHAMDOULILAH** » pour avoir terminé une tâche si lourde par la grâce de Dieu.

REMERCIEMENTS

AL HAMDOLILLAH !!!

L'occasion m'est enfin donnée d'exprimer mes vifs remerciements à ALLAH, pour Tout.

Mes remerciements vont à l'endroit de :

- ✓ Mon directeur de mémoire, le professeur Mountaga Diop qui, malgré ses nombreuses et lourdes charges a accepté de diriger ce travail avec méthode, rigueur et abnégation. Vous m'avez constamment manifesté votre confiance et vous n'avez jamais cessé de me prodiguer soutiens, conseils, encouragements, suggestions et critiques tout au long de ce travail. Je vous exprime mes sincères remerciements et ma profonde estime.
- ✓ Tous les professeurs de l'INSEPS : FALL ,SEYE ,DIOUF ,SOW ,DIA ,THIOUNE ,THIAM ,BADJI ,CAMARA, SANE, MAR, NDIAYE ,SANO, SAMB,DIOP ,KANE,LOUM pour votre sens de responsabilité et votre rigueur dans le travail.
- ✓ Bibo Sy responsable au « C.A.S.E » pour sa compréhension et son soutien moral et matériels.
- ✓ Alassane Ndoye coach et à toute son équipe (Pape Tom, Ado, Karim Mané) pour leur compréhension et leur soutien moral à la réalisation de ce travail.
- ✓ Tous les joueurs du « C.A.S.E » et plus particulièrement aux juniors
- ✓ Mr Mbargou Faye qui m'a beaucoup appuyé dans mes travaux.
- ✓ Tata Marie Diène, chef de la scolarité de l'INSEPS pour ses conseils
- ✓ Toutes les secrétaires de l'INSEPS (Madame Dramé, Madame Mbengue, Madame Sylla...)
- ✓ Tata Anastasie et tonton Grégoire, pour les documents et leur compréhension.
- ✓ Tout le personnel administratif et technique de l'INSEPS
- ✓ Monsieur Diop Niang, photographe pour ses conseils
- ✓ Nous remercions aussi tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce document.

DEDICACES

Je dédie ce travail à

- ✓ A mon défunt Père feu SEMOU DIOUF pour l'amour qu'il n'a cessé de nous apporter. Votre dévouement pour notre réussite et vos qualités humaines nous ont illuminés tout au long de nos études. Vous êtes loin de nous, mais êtes et resterez toujours dans nos cœurs. Nous ne pourrions pas vous remercier assez pour ce que vous avez fait pour nous. Que Dieu le Tout puissant vous accueille dans son paradis.
- ✓ A ma très chère maman Mame Diarra Faye, vous êtes une mère exemplaire, car vous nous avez assurés l'éducation la plus parfaite possible et fait de nous ce que nous sommes devenus. Ce travail je vous le dois, car vous n'avez ménagé aucun effort pour la réussite de notre carrière scolaire. Vous resterez toujours un modèle pour nous, car vous avez développé en nous l'amour du travail, la résistance, l'endurance, la franchise, la rigueur et le respect des autres. Ces qualités que vous nous avez inculquées nous ont été d'une grande aide. Je ne saurais jamais trouver les mots exacts pour vous formuler ma profonde gratitude. Que Dieu vous donne longue vie.
- ✓ A tous mes tontons et plus particulièrement à BABOU FAYE qui est pour moi plus qu'un oncle mais un père pour toute son affection et son soutien moral envers ma modeste personne.
- ✓ A Mame Balla Ndiaye pour l'amour qu'elle n'avait jamais cessé de m'apporter, que le Tout PUISSANT l'accueille dans son paradis AMEN.
- ✓ A mes Frères et cousins: Ibrahima Diouf, El hadj Birame Diouf, Pape Waly Diouf, Moustapha Diouf, Abdou Diouf, Babacar Diouf, Moussa Diouf, Mame kor Faye, Pape Faye, Djidjack Faye, Youssou Faye, Ousmane Faye, Cheikh Ndiaye, Latgrand Faye, El Birame Faye, Daouda Faye, Waly Faye, Lamine Tine, El hadji Tine, Ndiaya Tine pour leur soutien moral et financier.
- ✓ A mon défunt frère Abdoulaye Diouf que la terre lui soit légère Amin.

- ✓ A mes sœurs et cousines: Adjil Mane Diouf, Awa Diouf, Mayé Diouf, Ndiéme Diouf, Ngilane Faye, Ramatoulaye Faye, Ndéye Fatou Faye, Adama Faye, Niady Faye, Mame Diarra Faye, Yandé Faye, Aissatou Faye, Yamane et Ndella.
- ✓ A toute ma famille à sacre cœur 3, plus particulièrement à El hadji Ousseynou Gueye qui n'a ménagé aucun effort pour nous aider merci pour tout, sans oublier Ndeye Maguette Gueye, Fatou Ndiaye, Papis Sow.
- ✓ A toutes mes Femmes : Bineta Ba, Ndéye Fatou Sall, Socé Diouf, Bineta Diop, Ouley Ndiaye.
- ✓ A tous mes neveux et nièces : Mariéme Gueye, Moussa Gueye, Mami Gueye, bébé cheikh, Papa Sé mou Diouf, Moustapha Diouf, Birame Diouf.
- ✓ A tous mes amis : Mountaga Sow, Tapha Fall, Ibrahima Ndiaye, Ibou Sow, Abdoulaye Seck, Mass Gaye, Cheikh Fall, Modou Sall, Kader Ciss, Mbaye Diop, Abou Sarr, Babacar Thiam, Ousmane Diouf, Moussa Faye (kl), Bathie Mbaye, Pape Mor Gadio, Vieux Gueye, Abdourahmane Ba, Ibrahima Mballo, Ibrahima Djité.
- ✓ A mon ami feu Diokel Emmanuel Sarr que la terre lui soit légère.
- ✓ A toutes mes amies : Mariama Mbengue, Mariama Ndiaye, Ndéye Bougane Ndiaye, Maye Baldé, Soxna Guéye, Hélène Tine, Khady Bakhoun, Amsatou Sakho.
- ✓ A tous les membres de la Daras KHIDMATOUL KHADIM et plus particulièrement à Cheikh Baldé.
- ✓ A mes camarades de chambres : Ndiaga Diop, Ameth Ly, et mention spéciale à Pape Massar Diop et Thierno Ly (brothers 4 live).
- ✓ A tous les étudiants de l'INSEPS et particulièrement à Amadou Lamine Ndoye, Christian Bass, Abou Sarr, Pape Ganna Ndiaye, Baye Ndiaye, Ass Touré, Bamba Diouf, Aliou Séne, Clapisso Diedhiou, Samba Coumba Diop et mes camarades de promotion.

RESUME

Objectif : Améliorer la vitesse maximale aérobie de footballeurs juniors âgés de 17 à 18 ans évoluant dans un centre africain sport études (CASE).

Méthode : La Vitesse maximale aérobie (VMA), la Consommation maximale d'oxygène (VO₂max) la fréquence cardiaque au repos, la pression artérielle, le poids, de pourcentage de graisse, la masse maigre et de masse grasse ont été évalué avant et après un entraînement de 8 semaines chez 14 footballeurs âgés de 17 à 18 ans.

RESULTATS : Après 4 semaines d'entraînement, seules la Vitesse maximale aérobie et la Consommation maximale d'oxygène ont significativement augmenté et continuent d'accroître jusqu'à la fin de la huitième semaine.

Cependant après la huitième semaine, la fréquence cardiaque de repos, le pourcentage de graisse et la masse grasse ont significativement baissé.

CONCLUSION : IL découle de cette étude que nos footballeurs juniors doivent améliorer davantage l'entraînement physique pour rehausser la Vitesse maximale aérobie qui selon Taelman [7] peut atteindre 19km/h pour un joueur de haut niveau, rabaisser leur Fréquence cardiaque au repos, stabiliser leur pression artérielle et améliorer la composition corporelle.

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Le football est un jeu, le sport sans doute le plus populaire au monde. Depuis sa naissance jusqu'à nos jours, il a subi d'énormes mutations sur le plan technique, tactique et physique.

Sur le plan technique la maîtrise du ballon est beaucoup mise en valeur. Sur le plan tactique, les systèmes de jeu sont nombreux et les spécialistes n'ont pas arrêté d'expérimenter de nouveaux. Sur le plan physique, le football est devenu plus athlétique : les joueurs sont plus rapides, plus résistants, plus puissants et plus endurants.

Au Sénégal, la conception empirique du football a connu une nouvelle tournure. Il est devenu un pays de football et la population est très attachée à ses équipes nationales.

En effet, le football Sénégalais a évolué jusqu'en 2002 où il a atteint sa meilleure performance lors des phases finales de la Coupe d'Afrique au Mali (finaliste) et la Coupe du Monde Corée Japon (1/4 de finaliste).

Ces performances ont suscité chez les jeunes, un engouement d'où une fréquentation massive des centres de formation.

Cependant depuis cette date le football Sénégalais est en décadence, accumulant des contre performances. L'équipe nationale est éliminée pour les phases finales des compétitions continentales et mondiales et nos clubs sont prématurément éliminés en Ligue des Champions et à la Coupe des Confédérations Africaines.

Cette situation a poussé beaucoup de spécialistes à s'interroger sur les raisons de cette contre performance. Certains l'expliquent par des problèmes technico-tactiques. D'autres comme moi l'attribueraient à des insuffisances sur le plan physique.

Nous avons constaté que lors des matchs, les joueurs sénégalais fournissent une vitesse et un rythme de jeu souvent inférieurs à l'équipe adverse. Or une vitesse et un rythme de jeu lent découlent d'une faible vitesse maximale aérobie(VMA).

C'est pour toutes ces raisons que nous nous proposons d'étudier l'amélioration de la vitesse maximale aérobie de footballeurs sénégalais juniors, évoluant dans un centre d'excellence, et qui aspirent porter un jour le maillot de l'équipe nationale.

Ainsi plusieurs questions seront traitées pour mieux étudier le concept.

Qu'est ce que la VMA?

Comment l'évalue-t-on chez des footballeurs?

Peut-on améliorer de manière significative la VMA avec un programme d'entraînement de huit semaines?

Les paramètres cardio-vasculaires (fréquence cardiaque, la pression artérielle) et les composantes de la composition corporelle (poids, pourcentage de graisse, Masse grasse, Masse maigre) évoluent-ils significativement après 8 semaines d'entraînement de la VMA?

Pour essayer d'apporter des éléments de réponses à ces questions nous avons formulé l'hypothèse suivante.

Ho : il n'existe aucune différence significative entre les moyennes des variables évaluées avant et après entraînement.

Pour infirmer ou confirmer notre hypothèse, nous avons d'abord évalué avant et après entraînement la vitesse maximale aérobie (VMA), la consommation maximale d'oxygène (VO₂max), le pourcentage de graisse (%graisse), la Masse grasse (Mg), la Masse maigre (Mm), la Fréquence cardiaque de repos (Fcr), la pression artérielle systolique (PAS) et la pression artérielle diastolique (PAD).

Ensuite nous avons comparé les moyennes obtenues avant et après entraînement.

CHAPITRE I:
REVUE
DE
LITTÉRATURE

REVUE DE LITTERATURE

I. VITESSE MAXIMALE AEROBIE

1. Définition

La vitesse maximale aérobie, ou VMA est la vitesse à partir de laquelle une personne consomme le maximum d'oxygène c'est à dire atteint la VO_2max . En deçà de cette limite, la consommation d'oxygène croit avec l'intensité de l'effort et la plupart de l'énergie provient du métabolisme aérobie, au-delà, la consommation d'oxygène reste constante et la puissance supplémentaire est assurée par la filière anaérobie lactique [1]. A ce rythme, environ 85% de l'énergie est produite par le métabolisme aérobie et 15% provient de la filière anaérobie lactique. C'est la production d'acide par la filière anaérobie lactique qui diminue la capacité de contraction du muscle et produit l'épuisement [1].

La VMA est utilisée en sport, par exemple pour la course à pied. A sa VMA, un athlète peut tenir 4 à 8 mn [1].

Selon **GACON** la VMA est la vitesse de déplacement du sujet correspondant à 100 % du VO_2max . Elle est mesurée en km/h. La VMA est l'intensité de travail que l'on développe au cours d'un effort dont la dépense énergétique correspond à la consommation d'oxygène maximale ou Puissance Maximale Aérobie [2].

2. Méthode d'évaluation

L'entraîneur qui désire chiffrer la condition physique de ses joueurs a à sa disposition différents tests non spécifiques au football. Deux grandes catégories sont à considérer :

- la première regroupe les tests à pratiquer en laboratoire,
- la seconde, ceux qui peuvent être réalisés sur le terrain.

2.1 Méthode d'évaluation au laboratoire

En laboratoire on utilise trois méthodes pour imposer des exercices de puissance déterminée : la course sur tapis roulant, le travail sur bicyclette ergométrique et la montée et descente d'une marche (step-test) [3].

Ces tests en laboratoire demeurent les meilleurs de tous. Ils permettent de déterminer de façon précise différents paramètres déterminants l'état de la condition physique du joueur. L'intensité du travail fourni est exprimée en watts et est déterminée dans le cas de l'ergocycle par une force de freinage dans le pédalier multipliée par un nombre de tours par minute [4].

2.2 Méthode d' évaluation sur le terrain

Les tests d'évaluation de la VMA sur le terrain se fondent généralement sur les mêmes principes que ceux utilisés au laboratoire. Ils sont aussi variés par leurs modes et leurs protocoles. Ils comptent des épreuves en paliers vitesse progressive croissante, interrompue ou non de périodes de récupération. En outre il existe des épreuves d'un seul palier, le plus intense possible et dont la durée et ou la distance est variable.

- Tests continus :

De nombreux spécialistes ont développé des protocoles permettant de mesurer la VMA. On peut retenir le Cooper [5] et le demi-Cooper [5] qui sont à effectuer après un échauffement.

- Tests progressifs :

Il en existe aussi plusieurs. Ces tests se pratiquent sur une piste balisée de plots placés à distance égale les uns des autres. Le principe est simple. Une personne à l'aide d'un sifflet ou d'un magnétoscope envoie des signaux sonores. A chaque signal, le coureur doit se trouver au niveau d'un plot. Progressivement le temps entre deux bips sonores diminue. Le coureur a moins de temps pour parcourir la distance. Sa vitesse de course croit donc progressivement. Le coureur s'efforce de suivre l'allure imposée le plus longtemps possible. A une certaine mesure, il n'est plus capable de le faire. La VMA correspond à la vitesse du dernier palier fait en entier. En définitive il est préférable que le test ne dure pas plus de 20 à 25mn.

Plusieurs tests de piste ont été élaborés pour évaluer la VMA. Voici les plus utilisés sans doute par les entraîneurs spécialisés en course à pied :

- la course navette de léger [6],
- le vameval de Cazorla [6],
- le test de brue [6],
- le tub2 [6],

- le TMI de Billat [6],
- et le 45-15 de Gacon utilisé dans notre protocole [6].

3. Variations de la VMA

La VMA est en moyenne 12km/h selon Astrand et Rodhal [3]. Dans le football actuel, la VMA est devenue un critère de référence. Sachant que les normes varient entre 16 et 19km/h pour un joueur de haut niveau et même chez les jeunes (16-17ans), une VMA de 16,5 à 17km/h est considérée comme une bonne valeur. La VMA varie avec l'âge, le sexe ainsi que le degré d'entraînement physique [7].

Elle augmente pendant l'enfance et l'adolescence pour atteindre le maximum vers 20 ans et se stabilise entre 20 et 30 ans pour décroître progressivement et ne plus représenter à 60 ans qu'environ 70% de la valeur observée chez le jeune adulte [8].

Cette progression indépendante du sexe peut être retardée par un entraînement régulier. Cette extrême variation interindividuelle est liée à :

- Un facteur génétique,
- l'entraînement.

La vitesse maximale aérobie dépend d'un certain nombre de facteurs internes et externes (Hollman et Hettinger 1980).

Les facteurs internes sont :

- la ventilation pulmonaire,
- la capacité de diffusion pulmonaire,
- le débit cardiaque,
- la capacité maximale de transport d'oxygène par le sang,
- la consommation d'oxygène périphérique,
- la répartition des fibres musculaires [8].

Les facteurs externes sont :

- le type d'effort,

- la grandeur de la masse musculaire impliquée,
- la position corporelle (allongée-debout),
- la pression partielle d'oxygène dans l' air ambiant.
- le climat [8].

Il semble important en nous référant à Cazorla et Coll. (1998), de parler des facteurs limitant de la VMA.

La VMA reflète non seulement l'état fonctionnel mais aussi la capacité maximale de chacun des éléments intervenant dans la chaîne des transports d'oxygène du milieu extérieur aux cellules musculaires activées.

Dans l'ordre :

- les poumons qui prélèvent mais ne semblent pas constitués un facteur limitant déterminant,
- la concentration de l'hémoglobine,
- le débit cardiaque,
- la capacité et la densité des capillaires sanguins fonctionnels dans les muscles,
- la possibilité de diffusion entre les membres des capillaires et des cellules musculaires,
- l'équipement biochimique et la nature des fibres musculaires qui utilisent l'oxygène transporté,

L'aptitude maximale à réaliser les processus aérobie s'apprécie grâce à la mesure de la VMA.

II. Paramètres cardiovasculaires

1. Fréquence cardiaque

La fréquence cardiaque désigne le nombre de battements par minute nécessaire au cœur pour pomper le sang à travers tout l'organisme. Ce chiffre constitue l'un des meilleurs indicateurs de la forme cardiovasculaire d'un individu. Elle est la référence fiable tant au repos qu'à l'effort de ce qui se passe dans notre organisme puisqu'elle fluctue aussi bien sous l'effet de nos émotions que sous l'effet de moindres activités augmentant proportionnellement avec leurs intensités [9].

Le calcul de la fréquence cardiaque s'effectue par la prise de pouls sur le trajet d'une grosse artère comme celle du poignet (artère radiale) ou en appuyant directement la main à hauteur du cœur sous le sein gauche. Il suffit de compter les pulsations sur 15 secondes et de multiplier le nombre obtenu par 4 pour connaître son rythme cardiaque du moment. Si cette méthode est relativement aisée au repos, elle devient franchement acrobatique et incertaine au cours des efforts. En cas d'activité soutenue la fréquence cardiaque obtenue 15 secondes après son arrêt ne sera déjà plus le reflet de ce qui se passait 15 secondes plutôt. Le cardiofréquencemètre est un appareil simple qui permet de déterminer avec précision son rythme cardiaque [10].

1.1 Fréquence cardiaque au repos

La fréquence cardiaque d'un individu au repos se situe entre 60 et 100 battements par minute. Elle doit être calculée le matin au réveil dans son lit avant d'esquisser le moindre geste et surtout sur une minute complète. Elle est variable selon les individus. Elle dépend des caractéristiques génétiques (certains ont naturellement un rythme cardiaque lent sans pour autant être sportif) mais est surtout influencée par l'activité physique qui a une action de ralentissement. Cette diminution est témoin favorable bien qu'imparfait de la qualité de l'entraînement. Une élévation de seulement 5% de la fréquence cardiaque au repos est un indice de mauvaise récupération et de fatigabilité [9].

2. Pression artérielle

La pression artérielle correspond à la pression du sang dans les artères. On parle aussi de tension artérielle, car cette pression est aussi la force exercée par le sang sur la paroi des artères. La « tension » résulte de la « pression » et de l'élasticité de la paroi. L'unité internationale de mesure de pression est le pascal (Pa). Toutefois, l'usage fait que la pression artérielle est souvent mesurée en centimètre de mercure (cm Hg), parfois en millimètre de mercure (mm Hg) [9].

2.1 Pression artérielle systolique

La pression artérielle systolique est la pression exercée par le sang sur la paroi des artères lors de la systolique ventriculaire gauche.

Lors de la systolique ventriculaire (contraction des ventricules), les ventricules remplis, lors de la diastole (phase de relâchement) se contractent sans changer le volume (contraction iso volumétrique). Durant cette période la cavité des ventricules augmente car les valvules du

cœur sont enfermées d'où une augmentation de la pression intra-ventriculaire. Ensuite les valvules s'ouvrent et le sang est envoyé dans les artères : c'est l'éjection systolique.

Au repos, chez une personne saine la plus haute pression générée au cours d'une systole du ventricule gauche est de 120 mm Hg [9].

2.2 Pression artérielle diastolique

La pression artérielle diastolique est la pression exercée par le sang sur la paroi des artères lors de la diastole.

La diastole est la période au cours de laquelle le cœur se relâche après s'être contracté. On parle de diastole ventriculaire quand les ventricules se relâchent et de diastole auriculaire lorsque les oreillettes se relâchent.

Au cours de la diastole ventriculaire, la pression dans les ventricules (gauche et droite) s'abaisse par rapport au pic qu'elle avait atteint au cours de la systole. Lorsque la tension du ventricule gauche s'abaisse en dessous de celle de l'oreillette gauche, la valvule mitrale s'ouvre et le ventricule gauche se remplit de sang qui s'était accumulé dans l'oreillette gauche. Au cours de la diastole la pression artérielle descend jusqu'à 70 à 80 mm Hg [9].

III. Composition corporelle

La composition corporelle correspond à l'analyse du corps humain (ou animal) en compartiments. Ceux-ci ont un intérêt particulier en fonction de la discipline médicale considérée. De la même manière, au cours d'une stratégie de réduction pondérale chez un obèse, il peut être intéressant de vouloir cibler une perte de masse grasse et d'épargner la masse musculaire de certains organes. Dans ce cas, la mesure du poids ne suffit pas. Il faut envisager d'une part de définir des compartiments importants en nutrition et d'autre part les méthodes permettant de les mesurer.

1. Définition des compartiments

L'étude de la composition corporelle fait appel à des modèles et à des systèmes de représentation du corps humain.

1.1 Modèle anatomique :

Le modèle anatomique est le plus ancien et sépare le corps en différents tissus (tissu musculaire tissu adipeux organes...). Le modèle anatomique est un modèle descriptif qui permet de comprendre l'organisme spatial des différents constituants et leur niveau d'interconnexion. Ainsi pour un sujet « idéal de référence », le muscle squelettique représente 40% du poids corporel, le tissu adipeux 20%, la peau 7%, le foie et le cerveau 2,5% chacun, le cœur et les reins 0,5% [11].

1.2 Modèle biochimique

Il sépare les compartiments de l'organisme en fonction de leurs propriétés chimiques : l'eau, les lipides, (extraits par les solvants organiques), les protéines, les glucides et les minéraux... Les données biochimiques directes sur la composition corporelle de l'organisme humain sont cependant très limitées. Elles reposent sur deux études effectuées sur quelques dizaines de cadavres. C'est de ces travaux qu'on a observé la densité moyenne de la masse grasse et de la masse maigre [11].

1.3 Modèles physiologiques :

Le modèle physiologique permet d'introduire la notion de compartiments. Un compartiment regroupe des composants corporels fonctionnellement liés entre eux, indépendamment de leur localisation anatomique ou de leur nature chimique. En nutrition les modèles physiologiques les plus utilisés sont :

1.3.1 Modèle à deux compartiments

Il oppose la masse grasse et le reste, la masse non grasse (abusivement nommée masse maigre). La masse grasse correspond aux triglycérides stockés dans les adipocytes, quelle que soit leur localisation anatomique, ce compartiment est virtuellement dépourvu d'eau.

La masse maigre correspond à la somme de l'eau, des os, des organes en excluant la partie grasse. La masse maigre est essentiellement constituée d'eau. Le rapport entre l'eau et la masse maigre définit l'hydratation de la masse maigre [11].

1.3.2 Modèle à trois compartiments, ou la masse maigre est séparée en deux :

La masse cellulaire active correspond à l'ensemble des cellules des différents organes et muscles. L'intensité du métabolisme de cette masse détermine les besoins énergétiques de l'organisme. Cette masse constitue l'essentiel des protéines de l'organisme.

L'eau extracellulaire correspond à l'ensemble des liquides interstitiels et au plasma. Elle constitue la masse liquidienne facilement échangeable pour le fonctionnement normal de l'organisme. Elle s'ajoute à l'eau intracellulaire pour constituer l'eau corporelle totale. Le troisième compartiment est la masse grasse.

1.3.3 Modèle à quatre compartiments :

Un compartiment supplémentaire est introduit dans la masse grasse, par rapport au modèle à trois compartiments :

La masse minérale osseuse qui correspond aux cristaux de phosphates tricalciques du squelette. Cette masse constitue l'essentiel de la masse minérale de l'organisme sous forme de calcium [11].

2. Evaluation de la composition corporelle

Pour évaluer la composition corporelle (masse grasse et masse maigre) au laboratoire, deux méthodes sont généralement utilisées. Ce sont les mesures directes et les mesures indirectes.

- Méthode directe

La mesure directe par analyse chimique du contenu adipeux chez l'être humain a fait l'objet de beaucoup d'études. Selon **BEHNKE** ces analyses longues et fastidieuses requièrent un matériel de laboratoire hautement sophistiqué et en plus, ce genre de recherche nécessite des cadavres et entraîne de nombreux problèmes médicaux légaux et déontologiques. Cependant, elle permet une évaluation précise de la composition corporelle.

- Méthodes indirectes

Les méthodes indirectes sont au nombre de deux :

- la première utilise la pesée hydrostatique. Par cette méthode, le pourcentage de graisse est estimé d'après la densité corporelle qui se définit comme le rapport masse corporelle par volume corporelle,

- la deuxième méthode permet d'estimer le pourcentage de graisse par des mesures de circonférences ou de plis cutanés. La mesure se fait à l'aide d'un compas spécial appelé « **compas de skinfold** » qualifié pour cette mesure. On utilise généralement la peau, de la

postérieure du bras ou du flanc au dessus de la crête iliaque. Cette méthode présente comme intérêt pratique de prédire le pourcentage de graisse avec simplicité et précision [12].

Par ailleurs, des formules permettent de déterminer le pourcentage de graisse il s'agit de :

- la formule de **SLAON** qui tient compte des deux plis cutanés (cuisse et sous scapulaire),
- la formule de **DURNIN** et **WOMERSLEY** [13] à partir de quatre plis cutanés (triceps, biceps, sous scapulaire et iliaque).
- la formule de **CARTER** utilisant six plis cutanés (triceps, sous scapulaire, sus iliaque, abdomen, cuisse et mollet) [14].

IV. QUALITES PHYSIQUES DES FOOTBALLEURS

Le football est un sport complet et, à ce titre, il réclame de ses pratiquants une somme de qualités qui équivaut à celle que l'on réclame, tout simplement à l'homme, et qui englobe le triptyque suivant : le pouvoir, le savoir et vouloir [15].

En effet ce sport, où il faut courir vite par moment, et de manière répétée, mais surtout longtemps (le jeu dure 90 minutes et parfois plus), où il faut sauter en hauteur ou en longueur, où il faut être athlétique, voire puissant (quelquefois la force prévaut), où la souplesse permet d'esquiver l'adversaire en ayant l'air de l'effacer, où l'adresse concrétise l'efficacité du geste, ce sport donc exprime des dominantes issues de la gamme complète des qualités physiques que peut manifester l'humain. Ces qualités constituent « les besoins physiques du footballeur » [15].

1. L'endurance

Elle permet d'effectuer les efforts relativement intenses pendant une longue période, sans donner signes de fatigue et sans que le rendement en soit influencé. On améliore l'endurance par la pratique du footing et l'acquisition de la notion de rythme respiratoire [15].

2. La résistance

On distingue plusieurs formes :

- La résistance aux chocs (masse équilibrée),
- la résistance à l'essoufflement (fonctions cardio-pulmonaires et respiratoires).

Un manque de résistance chez le footballeur amène la fatigue qui engendre :

- un jeu moins efficace,
- un reflex plus lent,
- les crampes,
- les accidents musculaires et articulaires,
- une récupération difficile [15].

3. La vitesse

Elle permet de réaliser un acte dans un minimum de temps. C'est une qualité naturelle qui peut s'améliorer.

On distingue :

- la vitesse de conception (mentale intellectuelle, jugé vite),
- la vitesse de réaction (motricité) qui fait appel aux reflexes.

On l'a cultive par :

- des exercices de démarrages (multiplicité des appuis),
- des sprints sur 40 et 60 mètres,
- des changements d'allures [15].

4. La détente

Elle est la faculté de contraction soudaine des groupes musculaires d'un segment (bras-jambes) ou de la totalité du corps (saut par exemple).

Elle est la conséquence d'une bonne élasticité musculaire qui a son importance dans :

- la frappe de balles, par l'extension vive de la jambe,
- le saut pour réaliser un contrôle ou une frappe,
- le jeu de tête pour s'élever plus haut que l'adversaire [15].

5. L'adresse

Elle consiste à exécuter avec précision le geste qui convient pour être efficace dans chaque cas particulier.

Elle se manifeste dans toutes les actions de jeu, par l'appréciation de trajectoire, de distance d'angle, de vitesse de frappe. Elle caractérise le rapport joueur-ballon, elle est innée mais perfectible et tributaire d'une bonne conception mentale, d'où l'appel à l'initiation et à une bonne démonstration de la répétition [15].

6. L'équilibre

Il nous permet d'évoluer librement avec le maximum d'efficacité dans :

- la conduite de balles de plus en plus rapide,
 - des tirs puissants et précis,
 - des actions qui se poursuivent sans perte de temps (après saut ou changement de direction)
- [15].

7. La souplesse

Elle est l'harmonie dans l'exécution des mouvements ; l'élégance du geste.

C'est un des éléments qui autorise l'adresse.

La fatigue apparaît moins vite dans les exercices réalisés en souplesse car il n'y a pas de contractions inutiles et l'exécution est plus rapide.

Elle s'améliore, en effectuant :

- des exercices d'assouplissement d'étirement individuel et par groupe de deux,
- des exercices d'agilité et des répétitions de gestes [15].

8. La force

Elle représente la puissance musculaire, mais n'est pas toujours synonyme de masse. Elle est plutôt le produit de la qualité musculaire.

Les muscles abdominaux, dorsaux, fixateurs des membres et de la tête sont les premiers facteurs de la force.

Elle permet la stabilité et l'équilibre du corps par un « échafaudage » solide. Elle donne la puissance de frappe et la résistance aux chocs [15].

Pour compléter ces qualités physiques, il faut ajouter les qualités physiologiques suivantes qui autorisent le « **Pouvoir** » :

- la bonne santé au sens plein du terme (pas de déficience : cardiaque pulmonaire, d'acuité visuelle, musculaire ou articulaire) issue elle-même de :
- l'hygiène corporelle (soin des blessures ou maladies),
- l'hygiène alimentaire (diététique, loi de 8 heures, loi de 3 heures, loi de habitude),
- l'hygiène de vie (sobriété alcoolique et sexuelle, absence de stimulant ou de tranquillisant, sommeil),
- la récupération (massage, hydrothérapie, loisirs, détente),

En ce qui concerne le « **Savoir** », il faut exprimer des qualités techniques inhérentes et spécifiques au football telles que :

- maîtrise du ballon qui comprend les contrôles (amortis, blocage),
- du bon sens dans la réflexion, posséder le sens du jeu à tout moment et dans toutes les circonstances : individuelles, à deux, à trois, en groupe [15].

V. NOTIONS DE PREPARATION PHYSIQUE

Tous les entraîneurs se sont un jour posés la question : « Que faire de plus pour que mon athlète dépasse cette performance ? ». Au-delà de tous les entraînements axés essentiellement sur un geste précis ou sur une combinaison collective se développe aujourd'hui la notion de **préparation physique**. Dans chaque sport, il paraît évident que d'accroître ses propres capacités physiques est un des facteurs de haute performance.

PRADET définit exhaustivement ces termes récents : « La préparation physique, c'est l'ensemble **organisé et hiérarchisé** des procédures d'entraînement qui visent au **développement** et à **l'utilisation de qualités physiques du sportif**. Elle doit apparaître de façon permanente aux différents niveaux de l'entraînement sportif et se mettre au service des aspects technico-tactiques prioritaires de l'activité pratique ».

Plusieurs grandes orientations émergent de cette définition :

- la préparation physique sera axée essentiellement sur les qualités physiques du sportif telles que la puissance, l'endurance, l'adresse,...
- la préparation physique doit être une performance du processus d'entraînement. Aussi va-t-elle en quelque sorte calquer son ordonnancement sur la périodisation utilisée habituellement dans la plupart des sports (Période préparatoire, période précompétitive ou spécifique, période compétitive) [16].

1. La planification de la préparation physique

Rappelons tout d'abord la succession des trois macrocycles de la préparation physique et la logique générale qui préside à leur conception dans une organisation annuelle [16] :

1.1 La Préparation Physique Générale (PPG)

La tendance actuelle est d'accorder à cette période initiale une importance croissante. Longtemps considérée comme un ensemble de procédures seulement destinées à créer chez l'athlète un état physique et moral lui permettant d'aborder l'entraînement proprement dit, la PPG est désormais conçue comme partie intégrante de ce processus d'entraînement.

Elle peut s'étendre sur une période de cinq mois dans certains cas. L'objectif principal de cette période est une réelle action de développement des différentes qualités physiques. Il sera alors intéressant de travailler les points faibles de l'athlète dans le but de le doter d'un potentiel le plus complet possible [16].

1.2 La Préparation Physique Auxiliaire (PPA)

On assiste, lors de cette période, à un recentrage sur les qualités physiques plus directement liées à l'activité pratiquée. L'objectif principal sera ici d'accroître le potentiel physique mais en favorisant les secteurs les plus valorisés : en d'autres termes, l'entraîneur devra axer la préparation sur les points forts de son athlète [16].

1.3 La Préparation Physique Spécifique (PPS)

Elle est consacrée essentiellement à l'apparition de l'état de forme optimale, c'est-à-dire à l'harmonisation de tous les facteurs dont l'intervention est déterminante dans la réussite en

compétition. Il n'est plus question ici de développer les qualités physiques nécessaires, mais de bien les exploiter de la façon la plus efficace possible dans les conditions réelles de la pratique. Cette période précède la compétition, elle ne devra donc pas dépasser cinq semaines pour éviter le refus de l'athlète face à l'investissement total nécessaire à la PPS.

Outre ces trois grandes périodes de l'entraînement, le préparateur physique se devra d'étalonner judicieusement les différentes méthodes de musculation lors de la planification [16].

2. La préparation physique au football

De la quantité vers la qualité : depuis toujours la préparation physique des sports collectifs est construite sur la base de l'endurance, la quantification de l'entraînement s'est faite à partir du kilométrage. Aujourd'hui cette optique " quantitative " est révolue. Une relecture des efforts du joueur au cours d'un match montre que les efforts intenses et rapides ne représentent que 5 % du temps de jeu même pour les postes les plus exigeants (milieu de terrain). De plus, ces actions s'avèrent déterminantes sur le résultat du match. Il est donc important de se préoccuper de l'amélioration de la vitesse [17].

De l'endurance vers la vitesse : L'entraînement spécifique du footballeur (technique et tactique) impose une grande sollicitation aérobie, si la préparation physique est centrée sur l'endurance, un manque au niveau des qualités neuromusculaires (vitesse-détente) sera à déplorer. Il est donc fondamental de rétablir l'équilibre en faveur de " l'explosivité " et de considérer la vitesse comme la clé du travail. Le footballeur est une " formule 1 " dont il faut régler le moteur.

De la vitesse vers la musculation : la vitesse dépend principalement de facteurs nerveux et d'une sollicitation des fibres rapides. La musculation et ses différentes variantes (pliométrie, travail avec charges) sont devenues indispensables dans les disciplines athlétiques. Le footballeur doit utiliser la musculation de façon adaptée aux exigences du jeu [17].

VI. L'ENTRAÎNEMENT INTERMITTENT

La compréhension des effets physiologiques des exercices intermittents de courte durée fait essentiellement appel à la connaissance des interactions possibles entre l'exercice court et la récupération courte [18].

L'exercice intense (110 à 120% de VMA) et de durée courte (10 à 15s) dépend surtout de la dégradation des phosphagènes (ATP-CP). Lors des premières répétitions, un laps de temps aussi court permet uniquement « d'enclencher » la mise en jeu accrue de la chaîne des transporteurs d'oxygène (diffusion alvéolo capillaire, concentration en hémoglobine) dont le témoin : la fréquence cardiaque augmente rapidement mais diminue à un niveau intra maximal.

La récupération courte 15s ne permet pas un retour au calme de la chaîne des transporteurs d'O₂ qui demeure à la reprise d'une nouvelle séquence d'exercice à un niveau relativement élevé et s'amplifie ensuite durant cet exercice [18].

A l'issue de 6 à 8 minutes de récupération, alors que la chaîne des transporteurs se maintient à son débit maximal aussi bien au cours de l'exercice que pendant la récupération, on ne constate plus de baisses de réserves d'ATP-CP, pas de production de lactate musculaire mais par contre une baisse sensible des réserves musculaires de glycogènes. Ceci indique qu'après 6 à 8 minutes, seul le glycogène aérobie est sollicité pour fournir l'importante quantité d'énergie requise. Ce phénomène se comprend très bien si on se souvient que maintenue à son niveau fonctionnel maximal, la chaîne des transporteurs d'O₂ permet en 15s de récupération de reconstituer la quasi-totalité des réserves d'O₂ de l'organisme (hémoglobine et myoglobine). La glycolyse est toujours mise en jeu en début d'exercice. On peut raisonnablement supposer que le débit fonctionnel de ses réactions biochimiques ait aussi atteint son maximum. Ainsi peut être expliquée la sollicitation prépondérante de la glycolyse aérobie lors d'exercices intermittents courts répétés pendant des durées totales supérieures à 6-8 minutes [18].

En sollicitant à son maximum les systèmes ventilatoires et cardio-vasculaire et en améliorant l'utilisation rapide et massive de l'oxygène par le muscle, ce type d'entraînement semble être actuellement le plus efficace pour développer la puissance maximale aérobie (PMA) [18].

De plus, à durée égale, les exercices intermittents courts permettent de réaliser un travail de 1,5 à 2 fois supérieur à celui d'exercices continus.

L'élaboration des séquences d'entraînements fondée sur cette forme d'exercices peut être riche. Cependant, les combinaisons entre intensité, durée de l'exercice, durée de récupération, nombre de répétitions totales dépendent du niveau d'entraînement [18].

1- Données physiologiques sur « l'intermittent »

Les études de **G. GACON** montrent que la fréquence cardiaque monte pendant l'effort et elle n'a pas le temps de redescendre pendant le repos, elle se stabilise donc en plateau, il s'agit donc bien d'un effort d'endurance [19].

De plus localement les muscles se reposent pendant le trotting, ce qui permet une sollicitation des fibres rapides lors de l'effort suivant et une meilleure qualité de travail. On peut dire que l'intermittence travaille l'endurance et la qualité musculaire, il nous en donne donc plus que le travail continu. Les formes d'intermittents les plus répandus sont le 15 s-15s ; 20s-20s ; 10s-20s ; 30s-30s [19].

2. Avantages de l'intermittent :

Le football est caractérisé par l'accélération du jeu et la violence de l'acte tel que le recours au pressing, à la contre attaque, le changement de direction, les accélérations à vitesse maximale, les temps de récupération courtes, les détentes explosives. Ainsi l'entraînement intermittent présente des avantages [19].

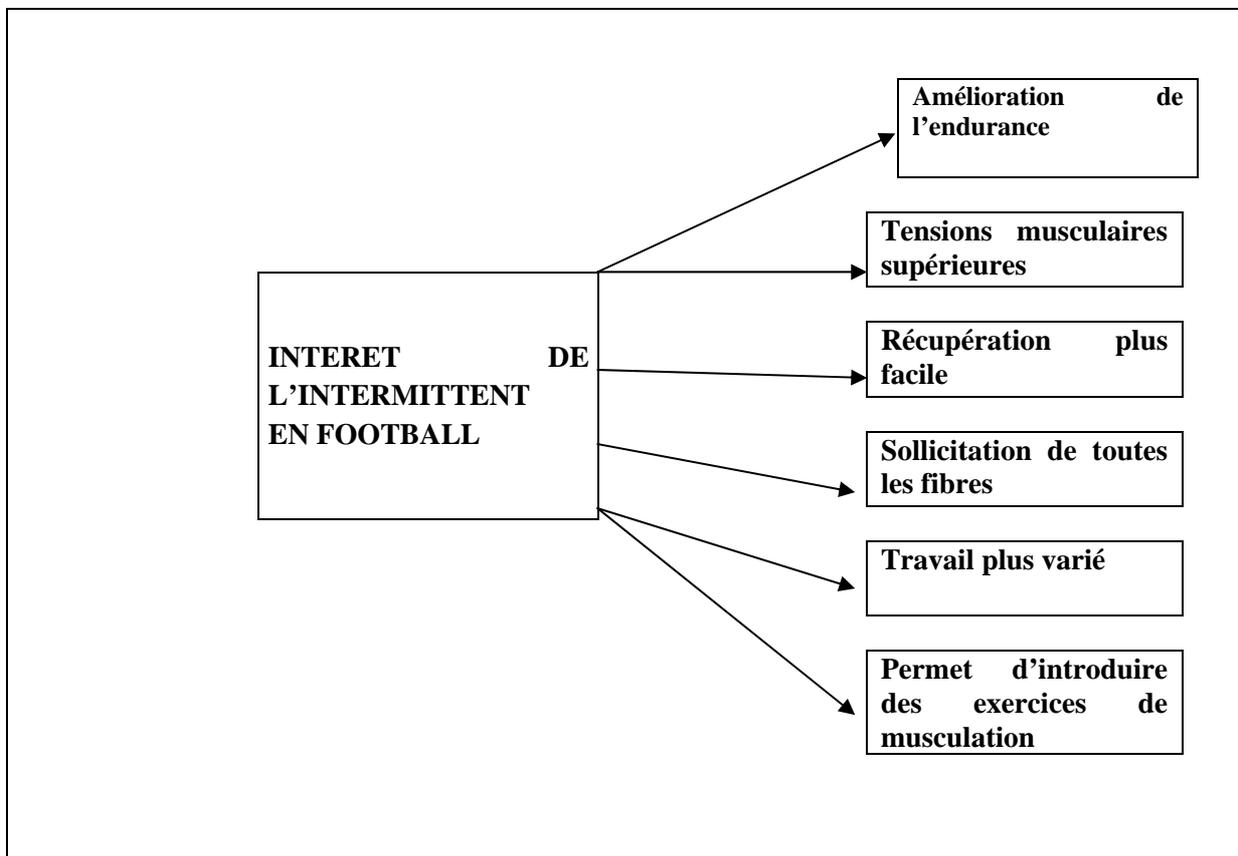


Figure 1 : Avantages du travail intermittent (Cometti, 1993)

3. Variétés du travail intermittent

Le football est caractérisé par des accélérations à vitesse maximale, des courses à allure rapide, moyenne, de trottings et de repos. Ainsi pour répondre à cette attente plusieurs variétés de travail intermittent sont mises en place.

- Intermittent long,

Exemple : course 1mn, récupération 1mn, course 30s, récupération 30s, avec une intensité de 100 à 120% de la VMA.

- Intermittent court,

Exemple : course 15s, récupération 15s ; course 10s, récupération 10s ; course 10s, récupération 15s avec une intensité de 120 à 140% de la VMA.

- Intermittent court-court,

Exemple : course 5s, récupération 20s ; course 5s, récupération 15s avec une intensité à fond sprint

- Intermittent mixte : alternance course, récupération, geste technique avec ou sans ballon,

Exemple : course 10s, récupération 10s ; duel aérien 5s récupération 15s [19].

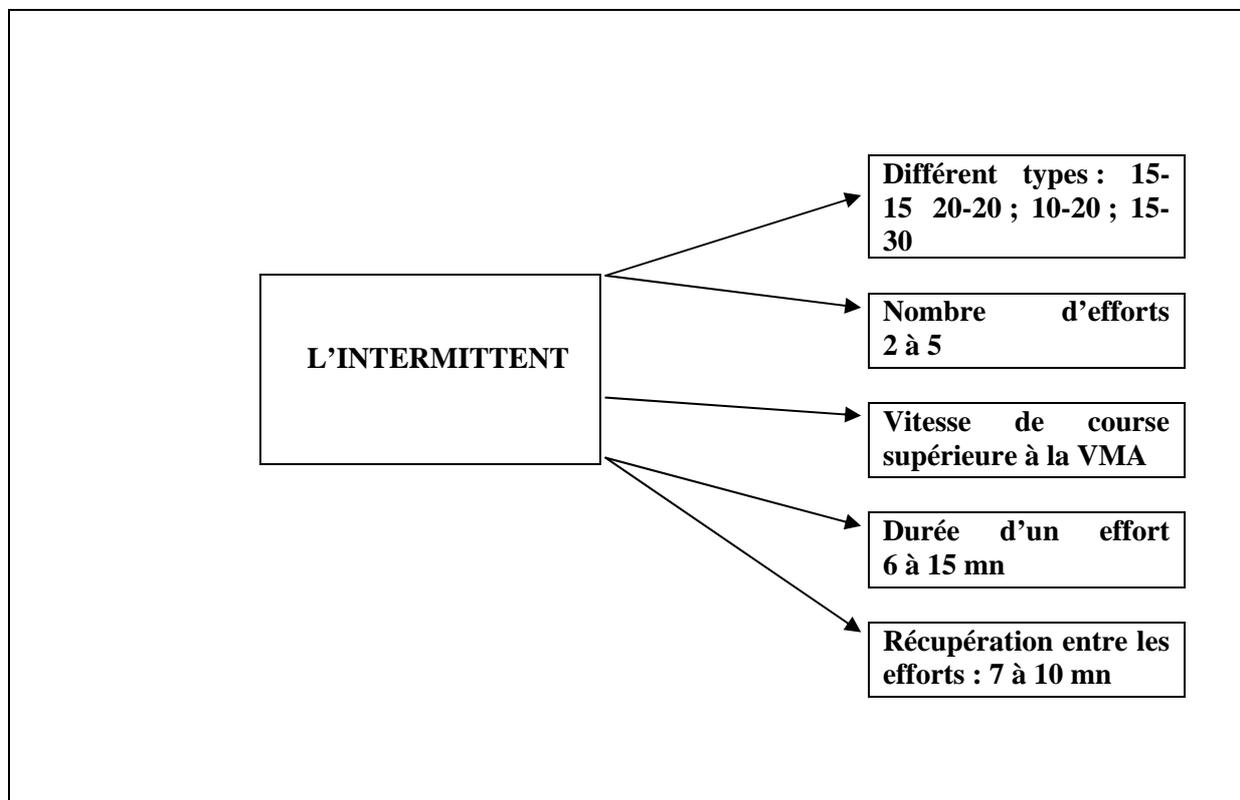


Figure 2 : Principes du travail intermittent (Cometti, 1993)

CHAPITRE II: METHODOLOGIE

I. Matériels

1. Population d'étude

Dans ce travail nous collaborons avec les pensionnaires du Centre Africain Sport Etude (C.A.S.E) situé dans la région de **Dakar** plus précisément aux **Almadies**, une structure qui nous a permis de faire notre expérimentation avec le soutien des encadreurs dudit centre.

Notre population d'étude est composée par les footballeurs juniors du « **C.A.S.E** » qui constitue un centre model.

Le « **C.A.S.E** » compte deux équipes juniors dont l'une est composée d'élèves qui font sport études et participant aux compétitions de l'Union des Association Sportif Scolaire et Universitaire (UASSU).

L'autre équipe est constituée de joueurs non scolarisés, recrutés sur le plan national à la suite d'un rigoureux test. Elle participe au Championnat régional de Dakar.

Notre échantillon d'étude est composé de 22 joueurs évoluant dans cette équipe junior du « **C.A.S.E** ».

1.1 Critères d'inclusion

Seuls les joueurs âgés de 17 à 18 ans, suivant régulièrement les entraînements et participant au championnat régional junior sont inclus dans notre étude.

Nous avons retenu les résultats des sujets qui ont réalisé les 3 tests et effectué les 2 cycles d'entraînements.

1.2 Critères d'exclusion

Dans l'étude sont exclus :

- les joueurs âgés de moins de 17ans et plus de 18ans,
- Les joueurs blessés n'ayant pas suivi régulièrement les cycles d'entraînements ou n'ayant pas réalisé l'un des tests.

2. Matériels

Pour réaliser l'étude nous avons utilisé le matériel suivant :

- un terrain,
- des ballons (Nike, Adidas) pour l'échauffement,
- des plots pour baliser le terrain,
- des cerceaux pour le travail d'amplitude et de fréquence,
- un sifflet (fox 40),
- un chronomètre (casio),
- des dossards pour distinguer les groupes,
- un appareil de mesure électronique K6. Cet appareil peut fournir la mesure du poids, de la taille, du pourcentage de graisse, de la masse grasse, de la masse maigre, de la pression artérielle et de la fréquence cardiaque par la seule introduction du bras dans l'anneau.

II. Méthode

Notre protocole d'étude est constitué d'un pré-test, d'un test intermédiaire et d'un test final.

Le pré-test et le test intermédiaire sont suivis d'une période d'entraînement de 4 semaines à raison de 2 séances d'entraînement par semaine.

1. Pré-test

1.1 Mesure de la fréquence cardiaque au repos avant entraînement

La fréquence cardiaque au repos est mesurée chez tous les joueurs. L'évaluation est manuelle et consiste à prendre les pouls au niveau du cou en comptant le nombre de battements cardiaques pendant une minute.

1.2 Evaluation de la vitesse maximale aérobie avant entraînement

Le test 45-15 de Gacon [6] est choisi pour évaluer la vitesse maximale aérobie avant de débiter les programmes d'entraînement.

1.3 Description du test VMA intermittent 45-15 de GACON(1994)

Le test de VMA créé par **Georges Gacon** [6] est des plus récents, des plus fiables et des plus simples à mettre en œuvre. Il est particulièrement adapté dans un objectif de travail

intermittent. Le test est triangulaire (à intensité croissante par palier). L'évaluation se déroule sur une piste de 200 m balisée de la sorte :

2 plots placés à 100 m l'un de l'autre et les autres plots placés tous les 6,25 m.

Le test débute à 8 km/h pour les enfants et les débutants adultes. Pour les plus entraînés on peut commencer à 10 km/h. Il faudra parcourir une succession de distances données correspondant à une vitesse imposée de plus en plus élevée.

La croissance est de 0,5 km/h par cycle d'une minute (1mn) en alternant donc 45s de course à vitesse imposée puis 15s de récupération de la vitesse choisie (marche-test).

Si un coureur n'arrive pas au repère matérialisé au sol imposé, il s'arrête et note le palier. La dernière vitesse maintenue correctement est la vitesse maximale aérobie.

1.3.1 Le test

C'est avant tout un test technique autrement dit un procédé de terrain conçu davantage pour positionner la zone des intensités utiles à l'élaboration des charges d'entraînement de la VMA sous forme d'entraînement intermittent. Cependant il n'est pas le seul test permettant d'évaluer l'aptitude aérobie maximale d'un sportif.

1.3.2 Un test technique

Ce test progressif maximal se réalise sur un terrain plat sous forme d'aller-retour en course avec des paliers qui se composent d'une phase active de 45s suivie d'une pause de 15s qui en plus d'accorder une petite récupération, donne le temps de se repositionner pour le départ suivant .

A la source, ce test n'a pas de prétention scientifique même s'il fournit de précieux renseignements sur les possibilités physiologiques aérobies du sportif. C'est avant tout un test de terrain à vocation technique, il reprend la progressivité standard des principaux tests existants soit 0,5km/h par palier d'une minute (45s d'effort et 15s de pause). Ce qui se traduit par une excellente adaptation cardio-vasculaire d'autant plus que la pause de 15s renforce encore celle-ci.

Ce test convient à un large échantillon de sportif, des jeunes aux plus âgés et des débutants aux sportifs confirmés. Il est très abordable pour ceux qui n'ont pas une condition physique

élaborée ou pour qui, le système aérobie n'est pas performant ou encore les sportifs de forte corpulence.

1.3.3 Un test valide

S'appuyant sur les validations des tests continus [6] notamment concernant la pente de progressivité et la durée des paliers, ce test cerne bien les possibilités maximales aérobies acquises de manière intermittente.

Sa validation a été réalisée par **Hervé Assadi** professeur d'EPS agrégé à l'université de Dijon (département STAPS) d'une manière générale il a pu confirmer que ce test cerne remarquablement les possibilités maximales aérobies puisque aussi bien la fréquence cardiaque que la consommation d'oxygène sont maximales lors du dernier palier.

2. Déroulement des tests

Les tests se sont déroulés sur une piste de 200 m aménagée dans le terrain de football où s'entraîne l'équipe.

2.1 Déroulement de la prise de la fréquence cardiaque au repos

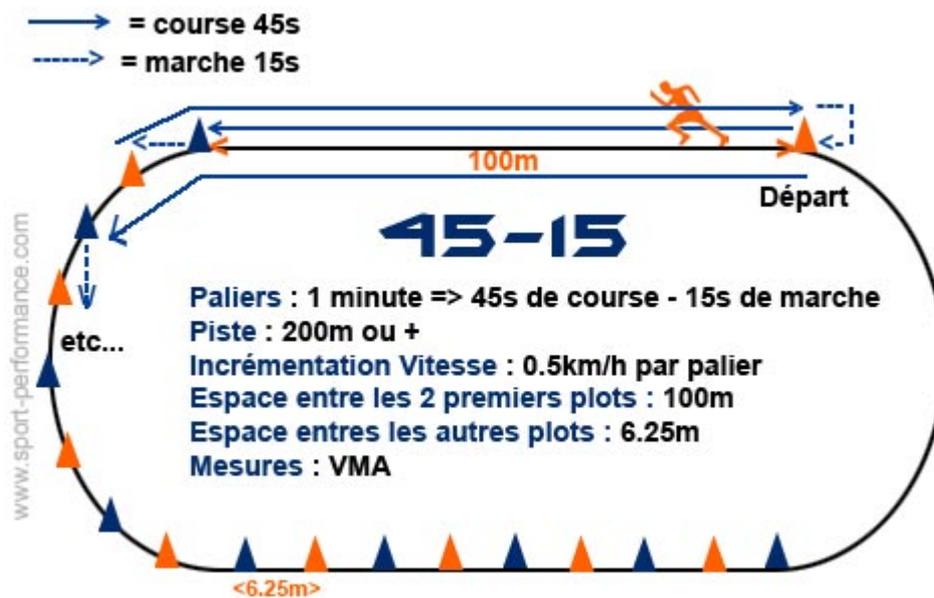
Arrivés sur le terrain où se déroule le 45-15 de Gacon, les sujets vont s'allonger sur des tapis pendant 10mn pour que la fréquence cardiaque revienne à sa valeur de repos. A la dixième minute nous enregistrons le nombre de pulsations cardiaques en tâtant le pouls au niveau de l'artère carotide. On pose les doigts (le majeur et l'index) sur la face externe de la base du cou. Dès qu'on sent les pulsations entraînées par le passage du sang dans l'artère lors de l'éjection systolique, on compte le nombre pendant 60 secondes.

2.2 Déroulement du test VMA intermittent 45-15 de G GACON(1994)

Il n'est pas nécessaire de s'échauffer, en effet le test est triangulaire à intensité croissante par paliers et les premières minutes sont plutôt « faciles ». De plus, le sportif devra être le plus frais possible pour réaliser le test jusqu'au bout de ses possibilités.

Les paliers du test durent une minute décomposée de la façon suivante : 45secondes de course, 15secondes de marche. La vitesse est imposée par la distance à parcourir en 45 secondes. Celle-ci augmente en effet de 6,25m à chaque palier, ce qui correspond à une augmentation de 0,5km /h par palier.

Ainsi lors du premier palier, la distance à parcourir est de 100m, ce qui équivaut à une vitesse de 8 km/h. Une fois arrivé au plot, le sportif marche jusqu'au prochain plot placé 6,25m plus loin, puis repart dans l'autre sens (vers le point de départ) ce qui lui fait donc à parcourir 100+6,25=106,25 (8,5km/h). Revenu au point de départ le sportif marche sur place et repart une nouvelle fois dans l'autre sens, mais doit aller encore vers un plot plus loin (112,5m à parcourir). Le test continu ainsi sous cette forme.



Le sportif arrêtera le test lorsqu'il ne lui sera plus possible d'atteindre le plot suivant. Cependant une marge de 3-4m peut être autorisée à condition que le joueur valide réellement le palier suivant. On retiendra le dernier palier réalisé correctement.

3. Programme d'entraînement pour améliorer la VMA.

Le programme se tiendra en deux méso-cycles

Dans le premier méso-cycle l'entraînement sera axé sur la course intermittente avec ses différentes formes (classique, bondissements avec charge et sprint).

Dans le deuxième méso-cycle d'entraînement, il sera question d'imbriquer ces différentes formes de travail intermittent dans une même série.

Pour l'évaluation trois séances seront tenues :

- le test diagnostic pour enregistrer les paramètres avant entraînement,
- le test intermédiaire réalisé à la fin du premier cycle d'entraînement,
- le test final réalisé à la fin du deuxième cycle d'entraînement.

Pour l'entraînement on aura deux séances de 1heure 10mn par semaine qui se tiendront les après midi où l'accent sera mis sur les différentes formes d'intermittence avec :

- l'intermittente course classique : qui consiste à l'apprentissage et au maintien de la régularité du rythme de course,
- l'intermittente course bondissement : concernant les exercices qui développent la fréquence et l'amplitude,
- l'intermittente avec charge : concernant les exercices de renforcement musculaire,
- l'intermittente course sprint : concernant les exercices de démarrage sur 10 m, de vitesse de réaction,

Pour les séances d'entraînement le travail se réalisera de la manière suivante :

Chaque séance va durer 1heure10mn et sera composée de trois parties :

- l'échauffement

Il se tiendra en 15mn à base d'exercices avec ballon.

- le corps de la séance

3 séries de 8mn de course intermittente avec ses différentes variétés sont à effectuer c'est-à-dire (10 secondes de course suivie d'une récupération de 20 secondes (10s-20s pour le premier méso-cycle).

Quand au corps de la séance du deuxième méso-cycle nous allons opter pour l'intermittent 20s-20s et le 15s-15s avec 15s de course et 15s de récupération.

Le temps de récupération entre les séries est de 7mn établi comme suit :

4mn de récupération active avec ballon et 3mn de récupération passive.

- le retour au calme :

Il va durer 10mn avec 5mn de course légère et 5mn d'étirements.

Pour plus de détails voir les séances présentées en annexe.

NB: Les séances 1,8 et 16 sont respectivement le pré-test, le test intermédiaire et le test final.

4- Post tests :

Les tests intermédiaire et final de VMA se sont déroulés de la même manière que le pré-test mais ici les joueurs vont courir par groupe de niveau.

La fréquence cardiaque au repos est enregistrée de la même manière que lors du pré-test.

Les composantes de la composition corporelle (poids, pourcentage de graisse, masse maigre, masse graisse) sont déterminées à l'aide de l'appareil K6 utilisé lors du pré-test.

NB : Les résultats des sujets qui n'ont pas réalisé la totalité du protocole (l'ensemble des tests et des séances d'entraînement) ne sont pas pris en compte lors du traitement des données. Ainsi à la fin du protocole, notre échantillon ne comptait que 14 footballeurs.

III. TRAITEMENT STATISTIQUE

Nous avons évalué les variables étudiées avant entraînement, ensuite, nous avons proposé un programme d'entraînement pour une durée de 8 semaines. A la fin du programme d'entraînement, nous avons évalué les mêmes variables.

Pour connaître les effets du programme d'entraînement sur les variables étudiées, nous avons formulé l'hypothèse suivante :

Ho : il n'existe aucune différence statistiquement significative entre les variables moyennes avant et après entraînement.

Pour infirmer ou confirmer notre hypothèse nous avons réalisé un test T de student.

Le nombre de sujet étant inférieur à 30, nous avons pris le soin de vérifier l'égalité des variances avant de réaliser le test de student.

La comparaison de la valeur du T de student trouvé lors des calculs à celle du T lu sur la table de student à un degré de liberté (ddl) égale à N-1 (N = nombre de sujet = 14-1=13), et à une probabilité d'erreur de 0, 05, nous permet de prendre une décision.

Décisions :

- Si la valeur absolue du T trouvé n'appartient pas à $[T_{lu}, +\infty [$, valeur absolue du T trouvé $< T_{lu}$, donc notre hypothèse est confirmée ; il n'existe aucune différence statistiquement significative entre les paramètres moyens avant et après entraînement.
- Si la valeur absolue du T trouvé appartient à $[T_{lu}, +\infty [$, valeur absolue T trouvé $> T_{lu}$, donc notre hypothèse sera rejetée d'où il existe une différence statistiquement significative entre les paramètres moyens avant et après entraînement.

CHAPITRE III:
REPRÉSENTATION
COMBINATOIRE
ET
RÉSULTATS

PRESENTATION ET COMMENTAIRE DES RESULTATS

TABLEAU 1 : Comparaison des valeurs moyennes de FC repos de nos sujets avant et après 4 semaines d'entraînement.

Variable	FC repos (bat/mn)	
	avant	après
Moyennes	67,71	62,62
	± 8,62	± 6,49
T lu sur la table ddl= 13;P=0 ,05	2,1604	
T trouvé	2,1935	
Décision	DSS	

Fcr = Fréquence cardiaque au repos

DSS = Différence Statistiquement Significative

Commentaire :

Après 4 semaines d'entraînement, la FC r moyenne de nos sujets a significativement baissé.

TABLEAU 2 : Comparaison des valeurs moyennes du nombre de PALIERS, de VMA, et de VO₂max de nos sujets avant et après 4 semaines d'entraînement.

Variables	PALIERS		VMA (km/h)		VO ₂ max (ml. mn-1)	
	avant	après	avant	après	avant	après
Moyennes	15,93	18,93	15,46	16,96	55 ,89	61,14
	±	±	±	±	±	±
	1,27	1,59	0,63	0,80	2,23	2,79
T lu sur la table ddl = 13; P=0,05	2,1604		2,1604		2,1604	
T trouvé	-5,9924		-5,9924		-5,9626	
Décision	DSS		DSS		DSS	

VMA = Vitesse Maximale Aérobie

VO₂max = Consommation Maximale d'Oxygène

DNSS = Différence Non Statistiquement Significative

Commentaire :

Après 4 semaines d'entraînement les valeurs moyennes du nombre de Paliers, de VMA et de VO₂max de nos sujets ont significativement augmenté.

TABLEAU 3 : Comparaison des valeurs moyennes des variables cardiovasculaires avant et après 8 semaines d'entraînement.

Variables	FC repos (bat/mn)		PAS (cm Hg)		PAD (cm Hg)	
	avant	après	avant	après	avant	après
Moyennes	67,71	59,57	12,79	12,21	7,21	7,86
	±	±	±	±	±	±
	8,62	5,50	3,09	1,19	1,25	1,10
T lu sur la table ddl = 13;P=0 ,05	2,1604		2,1604		2,1604	
T trouvé	3,4982		0,7911		-2,0447	
Décision	DSS		DNSS		DNSS	

FC r =Fréquence cardiaque au repos

PAS = Pression Artérielle Systolique

PAD = Pression Artérielle Diastolique

DSS =Différence Statistiquement Significative

DNSS = Différence Non Statistiquement Significative

Commentaire :

Après 8 semaines d'entraînement, seule la valeur moyenne de la FC r a significativement évolué.

TABLEAU 4 : Comparaison des valeurs moyennes du nombre de Palier, de VMA et de VO₂max de nos sujets avant et après 8 semaines d'entraînement.

Variables	PALIERS		VMA (km/h)		VO ₂ max (ml. mn-1)	
	avant	après	avant	après	avant	après
Moyennes	15,93 ± 1,27	20,43 ± 0,94	15,46 ± 0,63	17,71 ± 0,47	55,89 ± 2,23	63,77 ± 1,64
Tlu sur la table ddl = 13;P=0,05	2,1604		2,1604		2,1604	
T trouvé	-7,6681		-7,6681		-7,6461	
Décision	DSS		DSS		DSS	

VMA = Vitesse Maximale Aérobie

VO₂max = Consommation Maximale d'Oxygène

DSS = Différence Statistiquement Significative

Commentaire_: Après 8 semaines d'entraînement, les valeurs moyennes du nombre de Palier, de VMA et de VO₂max ont significativement augmenté.

TABLEAU 5 : Comparaison des valeurs moyennes des paramètres de la Composition Corporelle (Poids, % G, Masse grasse, Masse Maigre) avant et après 8 semaines d'entraînement.

Variables	Poids (kg)		% G		Mg (kg)		Mm (kg)	
	avant	après	avant	après	avant	après	avant	après
Moyennes	72,95	72,60	17,30	16,60	12,60	12,00	60,35	60,60
	±	±	±	±	±	±	±	±
	6,12	5,51	2,02	1,48	2,15	1,65	4,62	4,28
T lu sur la table ddl = 13;P=0,05	2,1604		2,1604		2,1604		2,1604	
T trouvé	1,0510		2,5779		2,4191		-1,6731	
Décision	DNSS		DSS		DSS		DNSS	

% G = Pourcentage de Graisse ; **Mg** = Masse grasse ; **Msg** = Masse sans graisse

DSS = Différence Statistiquement Significative ; **DNSS** = Différence Non Statistiquement Significative

Commentaire : Après 8 semaines d'entraînement, les valeurs moyennes du % G et Masse grasse ont Significativement baissé tandis que les valeurs moyennes du Poids et de Masse sans graisse n'ont pas Significativement changé.

TABLEAU 6 : Comparaison des valeurs moyennes du nombre de Palier, de VMA, et de VO₂max de nos sujets après 4 et 8 semaines d'entraînement.

Variables	PALIERS		VMA (km/h)		VO ² max (ml.mn-1)	
	avant	après	avant	après	avant	après
Moyennes	18,93	20,43	16,96	17,71	61,14	63,77
	±	±	±	±	±	±
	1,59	0,94	0,80	0,47	2,79	1,64
T lu sur la table ddl = 13;P=0,05	2,1604		2,1604		2,1604	
T trouvé	-4,9326		-4,9326		-4,9405	
Décision	DSS		DSS		DSS	

VMA = Vitesse Maximale Aérobie

VO₂max = Consommation Maximale d'Oxygène

DSS = Différence Statistiquement Significative

Commentaire :

Entre la 4^{ème} et la 8^{ème} semaine d'entraînement, les valeurs moyennes du nombre de Palier, de VMA et de VO²max de nos sujets ont encore significativement augmenté.

NB : Les valeurs individuelles des variables étudiées sont présentées dans les tableaux 7, 8 et 9 en annexe.

CHAPITRE IV
DISCUSSION

DISCUSSION

La discussion de notre travail portera sur :

- les composantes de la composition corporelle,
- les variables cardio-vasculaires,
- la vitesse maximale aérobie et le VO₂max.

1. Composantes de la composition corporelle

Le poids moyen de notre échantillon avant entraînement (72,95 Kg) est comparable à celui (70kg) de l'homme de référence [12].

Il n'a pas significativement diminué après 8 semaines d'entraînement (72,59Kg). Cette diminution non significative du poids moyen de nos sujets après entraînement pourrait être expliquée par la variation non significative de la masse maigre (60,34 kg avant et 60,59 kg après) car la variation du poids d'un individu est due à la fois à la variation du poids de la masse grasse et celle de la masse maigre.

Cependant les masses maigres moyennes de notre échantillon avant et après entraînement sont comparables à celle (61,8 kg) de l'homme de référence [12].

Le pourcentage de graisse (17,27%) et le poids de la masse grasse (12,61kg) avant entraînement ont significativement baissé à la fin de l'entraînement pour atteindre respectivement 16,59% et 12,01kg.

Les valeurs moyennes du pourcentage de graisse de nos sujets (17,27% et 16,59%) et du poids de la masse grasse (12,61kg, 12,01kg) sont supérieures aux valeurs (15% et 10,5kg) de l'homme de référence [12].

L'amélioration de la masse maigre, masse consommatrice d'énergie est souhaitable chez le sportif de haut niveau pour l'atteinte de performances [20].

Nos résultats sont en concordance avec ceux de Katch [20] qui a rapporté une augmentation non significative de la masse maigre moyenne de ses sujets à la fin de l'entraînement.

2. Variables cardio-vasculaires

2.1 Fréquence cardiaque

La fréquence cardiaque de repos est un critère d'évaluation du niveau d'entraînement des sportifs et particulièrement des sportifs de haut niveau pratiquant des disciplines d'endurance. Plus le sportif est entraîné en endurance plus sa Fcr est basse [21].

Ainsi les marathonniens, les skieurs de fond, les cyclistes ont des fréquences cardiaques de repos voisinant 30bat/ min [22].

La valeur de la Fcr est aussi un repère d'appréciation des capacités de récupération d'un sportif après un effort. Avant entraînement, la Fcr moyenne (67,71 bat/ min) de nos sujets est comparable à celle d'un jeune adulte sédentaire (70 à 80 bat/ min) ce qui montre que nos sujets n'étaient pas bien entraînés.

La Fcr moyenne de notre échantillon avant entraînement (67,71 bat/ mn) a significativement baissé après 8 semaines d'entraînement (59,57 bat/ mn). Ce ralentissement du rythme cardiaque de repos est le résultat d'un renforcement du nerf vague cardiomodérateur [21].

2.2 La Pression artérielle

La Pression Artérielle Systolique (PAS) est la pression exercée par le sang sur la paroi des artères lors de la systole ventriculaire. L'augmentation de la pression intra ventriculaire lors de la contraction iso volumétrique entraîne l'ouverture des valvules semi lunaires suivie de l'éjection du sang dans l'aorte et l'artère pulmonaire [21]. Selon MONOD et FLANDROIS [21] la pression systolique normale d'un sujet adulte sein au repos pendant 15 minutes se situe entre 11 et 14 cm Hg.

La valeur moyenne de la PAS de nos sujets avant entraînement (12,79 cm Hg) est comprise dans l'intervalle donné par MONOD et FLANDROIS [21].

Cependant si l'on compare la moyenne avant entraînement (12,79 cm Hg) à celle après 8 semaines d'entraînement (12,21 cm Hg), on note une baisse qui n'est pas significative.

La Pression Artérielle Diastolique (PAD) est la pression exercée par le sang sur la paroi des artères lors de la diastole ventriculaire, c'est-à-dire le moment où les ventricules se relâchent

afin de se remplir [21]. Selon MONOD et FLANDROIS [21] sa valeur normale se situe entre 6 et 8 cm Hg chez un adulte sein au repos pendant 15 minutes.

La PAD moyenne de nos sujets avant entraînement (7,21 cm Hg) est comprise dans l'intervalle (6 et 8 cm Hg) rapportée par MONOD et FLANDROIS [21].

Par ailleurs si l'on compare la moyenne de nos sujets avant entraînement (7,21cm Hg) à celle après 8 semaines d'entraînement (7,81 cm Hg), on constate qu'il y'a une augmentation non significative.

3. VMA ET VO2max

3. 1. VMA

La valeur moyenne de la VMA de nos sujets avant entraînement (15,46km/h) est inférieure à celle (17,5km/h) rapportée par le Dr Franck le Gall [23] chez des juniors évoluant dans le Centre Technique National Fernand Sastre à Clairefontaine.

Cependant la VMA moyenne (15,46km/h) avant entraînement a significativement augmenté après 4 semaines d'entraînement pour atteindre 16,96 km/h.

Elle continue de croître significativement pour égaler 17,5 km/h et même dépasser 17,71km/h à la fin de la huitième semaine la moyenne (17,5km/h) rapportée par le Gall [24] chez des footballeurs français de même âge.

Nous ne pouvons nous empêcher de dire que nos sujets étaient bien entraînés à la fin du programme car leur VMA moyenne est comparable à celle (17,5km/h) du portrait robot du footballeur de haut niveau dressé par Cazorla et Farhi [24].

3. 2. VO2max

Le VO2max moyen de nos sujets avant entraînement (55,89ml/mn/kg) est inférieur à celui (61,2ml/mn/kg) rapporté par le Gall [23] chez les juniors français évoluant à Clairefontaine. Ce VO2max moyen a significativement progressé après 4 semaines d'entraînement (61,1 ml/mn/ kg) et même comparable à la valeur des juniors français citée plus haut [23].

Entre la quatrième semaine d'entraînement et la huitième semaine d'entraînement le VO₂max de nos sujets s'est significativement amélioré (63,77 ml/mn/kg).

Cette importante augmentation du VO₂max, justifierait l'efficacité du programme d'entraînement. Le VO₂max étant le principal indicateur du niveau d'endurance et de condition physique, nos sujets sont inclus dans l'intervalle (51 à 70ml/ mn/ kg) rapportée par Taelman chez des jeunes footballeurs (15 -18 ans) bien entraînés évoluant en centre de formation [7].

Le VO₂max de nos sujets (63,77ml/mn/kg) est aussi compris dans l'intervalle (62 et 65 ml/ mn /kg) donnée par Cazorla et Farhi [24] quand ils ont dressé le portrait robot du footballeur de haut niveau actuel.

4. LIMITES DE NOTRE ETUDE

IL faut tout de même reconnaître que notre étude présente quelques limites :

- il est difficile de trouver de jeunes footballeurs fréquentant un centre d'entraînement qui acceptent de participer à un tel protocole,
- certains sujets ayant raté un test ou des séances d'entraînement n'ont pas terminé le protocole,
- nous ne disposions pas de cardiofréquencemètres pour évaluer de manière plus précise la Fcr.

CONCLUSION

L'objectif de notre investigation était l'amélioration de la VMA de jeunes footballeurs âgés de 17 à 18 ans.

Au terme de cette étude durant laquelle nous avons mesuré la VMA avant et après un entraînement, nous ne pouvons nous empêcher de dire malgré les limites évoquées plus haut qu'un programme d'entraînement de 8 semaines en raison de 2 séances de 1 heure 10mn par semaine pourrait :

- augmenter le VO₂max et la VMA, de jeunes footballeurs âgés de 17 à 18 ans,
- diminuer leur Fcr, leur pourcentage de graisse et leur Masse grasse.

RECOMMANDATIONS

La vitesse maximale aérobie, ou VMA est la vitesse à partir de laquelle une personne consomme le maximum d'oxygène c'est à dire atteint la VO₂max. Elle permet aux footballeurs de tenir le plus longtemps possible la fatigue. C'est ainsi que nous recommandons :

- d'améliorer la VMA chez les footballeurs,
- d'accorder plus de temps au travail de la VMA pendant la période précompétitive qui est essentiellement réservée au travail technique et tactique par certains entraîneurs,
- d'accentuer le travail intermittent qui est plus rentable et efficace que le travail continue,
- d'entretenir la VMA pendant la compétition.

SUGGESTION

Il serait intéressant de poursuivre cette étude en proposant le programme d'entraînement à d'autres équipes juniors et même séniors de Ligue 1 ayant un effectif considérable pour évaluer les véritables effets du programme d'entraînement sur les paramètres physiques, cardio-vasculaires et sur la composition corporelle.

BIBLIOGRAPHIE

1 - [http : fr. wikipedia.org wiki](http://fr.wikipedia.org/wiki/Vitesse_maximale_a%C3%A9robie), Vitesse maximale aérobie, Encyclopédie libre, 2009.

2- **Gacon G.**

AEFA, Revue n° 115-116.

3- **Astrand., et Rodhal.**

Précis de physiologie de l'exercice musculaire. Paris –Vigot, 1980.

4- **Taelman R., Simon J.**

Football performance. Paris- Amphora, 1991, Coll. Sport et loisir créé par Vaultier R.

5- **Medelli J.**

VO₂max et performance, aptitude physique, tests d'efforts, tests de terrain. Paris, Chiron, chapitre9, pp75, 101.

6- **Vausseant M., et Coll.**

Un cycle de course : les acquis, Revue EPS, N°228 : Mars Avril, p.46.

7- **Turpin B.**

Préparation physique du footballeur. Paris, édition Amphora, pp.10, 30,76.

8- **ENDRIZZIL.**

Wikipedia encyclopédie libre, cellule de veille scientifique et technologie institut nation de recherche pédagogique 19.allée de Fontenay BP 17424-69347, Lyon cedex 07,2006.

9- [Http; // blog-jiwok.com / Fr / index, php / 2006 / 09 /28](http://blog-jiwok.com/Fr/index.php/2006/09/28) Google.

Qu'est ce que la fréquence cardiaque.

10- **Barbe P., Ritz P.**

Composition Corporelle. Service d'endrologie-nutrition, service de médecine, CHU rangueil, 301403 Toulouse cedex, chu 49033 Angers cedex 1.

11- Behnke in Katch., IF., ET Coll.

Nutrition, Masse Corporelle et Activité Physique. Paris- Vigot, 2ém edition 1985.

12- Fall A.

Les qualités physiques chez l'homme jeune de race mélando-africain. Thèse de doctorat unique scientifique en éducation physique, Université de Liège Belgique 88.

13- Carter J.E.L.

Body composition of mondial athletes. Médecine du sport numéro 16 pp 107-116, karger base 198.

16- Garel G.

La Préparation du footballeur. Paris- Amphora, pp 9 à 12.

17- Pradet M.

La Préparation Physique. Coll. Entraînement, Editions de L'INSEP 1996.

18- Cometti G.

La Préparation physique au football. Coll. sport pratique, Paris-Chiron, octobre 2002.

19- Saltin B., Essen B.

Muscle glycogen lactate ATP and CP in intermittent exercise. Plenum Press: New York 1971; 419-424.

20- Cometti G.

Football ET Musculation. Paris- Actio, 1993.

21- Frank I., Katch William D., Mc Ardle.

Physiologie de l'activité physique. Paris- Vigot, 2ém édition.

22- Monod H., Flandrois R.

Physiologie du sport, base physiologique des activités physiques et sportifs. Paris- Masson, 1994, p.231.

23- De Saltin.

Physiological effet of physical conditioning. Med., sci. Sport 1969, 1:p 50.

24-Dr Le Gall F.

Suivi medico-physiologique et Football. 23 juin 2005.

25-Cazorla et Farhi A.

Revue EPS : Exigences physiques et physiologiques actuelles. Article 273,1998 p 60.

ANNEXES

SPORT PERFORMANCE

Test VMA Intermittent 45-15 - G.GACON 1994

Balise n°	Vitesse en km/h	Distance pour 45 secondes	Temps au 100m	Distance pour le 30-30
1	8	100.00	45.00	67
2	8.5	106.25	42.35	71
3	9	112.50	40.00	75
4	9.5	118.75	37.89	79
5	10	125.00	36.00	83
6	10.5	131.25	34.29	88
7	11	137.50	32.73	92
8	11.5	143.76	31.30	96
9	12	150.00	30.00	100
10	12.5	156.25	28.80	104
11	13	162.50	27.69	108
12	13.5	168.75	26.67	113
13	14	175.00	25.71	117
14	14.5	181.25	24.83	121
15	15	187.50	24.00	125
16	15.5	193.75	23.23	129
17	16	200.00	22.50	133
18	16.5	206.25	21.82	138
19	17	212.50	21.18	142
20	17.5	218.75	20.57	146
21	18	225.00	20.00	150
22	18.5	231.25	19.46	154
23	19	237.50	18.95	158
24	19.5	243.75	18.46	163
25	20	250.00	18.00	167
26	20.5	256.25	17.56	171
27	21	262.50	17.14	175
28	21.5	268.75	16.74	179
29	22	275.00	16.36	183
30	22.5	281.25	16.00	188
31	23	287.50	15.65	192
32	23.5	293.75	15.32	196
33	24	300.00	15.00	200

TABLEAU 7 : Valeurs individuelles et moyennes des variables étudiées chez les sujets avant entraînement.

SUJETS	Ages (ans)	Poids (kg)	Tailles (cm)	PA (cm Hg)		COMPOSITION CORPORELLE			Paliers	VMA (km/h)	VO2max (ml/min/kg)	Fcr (bat/mn)
				Syst	Diast	%G	Mg (kg)	Msg (kg)				
1	18	79,3	178	13	7	21,1	16,7	62,6	14	14,5	52,5	72
2	17	67,2	178	11	7	14,6	9,8	57,4	16	15,5	56	66
3	18	68,5	180	15	8	14,4	9,8	58,7	17	16	57,8	66
4	17	72,7	176	10	6	16,6	12	60,7	17	16	57,8	48
5	18	80,3	182	11	7	18,5	14,8	65,5	14	14,5	52,5	72
6	18	82,5	182	13	7	18,2	15	67,5	17	16	57,8	72
7	17	65,6	173	13	7	15,4	10,1	55,5	17	16	57,8	72
8	17	71,3	173	14	7	19	13,5	57,8	15	15	54,3	54
9	18	72,9	181	8	6	16,6	12,1	60,8	16	15,5	56	60
10	18	74,5	188	10	6	14,5	10,8	63,7	18	16,5	59,5	72
11	18	80,6	181	21	11	17,8	14,3	66,3	16	15,5	56	78
12	17	66,2	173	12	8	17,4	11,5	54,7	14	14,5	52,5	78
13	17	64,1	163	15	7	19,2	12,3	51,8	16	15,5	56	72
14	18	75,6	174	13	7	18,5	13,9	61,7	16	15,5	56	66
Moyennes	17,64	72,95	177,29	12,79	7,21	17,27	12,61	60,34	15,93	15,46	55,89	67,71
Ecart types	0,50	6,12	5,99	3,09	1,25	2,02	2,15	4,62	1,27	0,63	2,23	8,62

PA = pression artérielle ; **Syst** = systolique ; **Diast** = diastolique

VMA = vitesse maximale aérobie

%G = indice de graisse ; **Mg** = masse grasse ; **Msg** = masse sans graisse

VO2max = consommation maximale d'oxygène

Fcr = fréquence cardiaque au repos

TABLEAU8 : Valeurs individuelles et moyennes des variables étudiées chez les sujets après 4 semaines d'entraînement.

SUJETS	Agés (ans)	Tailles (cm)	Paliers	VMA (km/h)	VO ² max (ml/min/ kg)	Fcr (bat/mn)
1	18	178	17	16	57,8	72
2	17	178	18	16,5	59,5	60
3	18	180	18	16,5	59,5	60
4	17	176	18	16,5	59,5	54
5	18	182	18	16,5	59,5	60
6	18	182	18	16,5	59,5	66
7	17	173	21	18	64,8	72
8	17	173	17	16	57,8	66
9	18	181	20	17,5	63	60
10	18	188	22	18,5	66,5	54
11	18	181	20	17,5	63	54
12	17	173	18	16,5	59,5	72
13	17	163	19	17	61,3	60
14	18	174	21	18	64,8	60
Moyennes	17,64	177,29	18,93	16,96	61,14	62,62
Ecart types	0,50	5,99	1,59	0,80	2,79	6,49

VMA =vitesse maximale aérobie

VO₂max =consommation maximale d'oxygène

Fcr =fréquence cardiaque maximale

TABLEAU 9 : Valeurs individuelles et moyennes des variables étudiées chez les sujets après 8 semaines d'entraînement.

SUJETS	Ages (ans)	Poids (kg)	Tailles (cm)	PA (cm Hg)		COMPOSITION CORPORELLE			paliers	VMA (km/h)	VO2max (ml/min/ kg)	Fcr (bat/mn)
				Syst	Diast	G%	Mg (kg)	Msg (kg)				
1	18	77,5	178	13	9	19,7	15,2	62,3	20	17,5	63	60
2	18	66,9	178	11	8	14	9,3	57,6	21	18	64,8	60
3	18	69,7	180	13	9	14,1	9,8	59,9	20	17,5	63	48
4	17	72,5	176	12	8	16,6	12	60,7	20	17,5	63	54
5	18	78,9	182	11	7	17,1	13,4	65,5	20	17,5	63	66
6	18	81,2	182	12	9	17,4	14,1	67,1	20	17,5	63	60
7	17	67,1	173	12	7	16,1	10,8	56,3	22	18,5	66,5	66
8	17	70,8	173	13	7	17,8	12,6	58,2	19	17	61,3	60
9	18	73,2	181	11	8	15,8	11,5	61,7	21	18	64,8	54
10	18	76,7	188	12	7	16,2	12,4	64,3	22	18,5	66,5	54
11	18	78,5	181	14	10	16,9	13	65,5	21	18	64,8	60
12	17	65,7	173	13	7	15,8	10,3	55,4	19	17	61,3	66
13	17	63,6	163	10	6	17,9	11,3	52,3	20	17,5	63	60
14	18	73,9	174	14	8	16,9	12,4	61,5	21	18	64,8	66
Moyennes	17,64	72,59	177,29	12,21	7,86	16,59	12,01	60,59	20,43	17,71	63,77	59,57
Ecart types	0,50	5,51	5,99	1,19	1,10	1,48	1,65	4,28	0,94	0,47	1,64	5,50

PA = pression artérielle ; **Syst**=systolique ; **Diast**=diastolique

VMA = vitesse maximale aérobie

% G = indice de graisse ; **Mg**=masse grasse ; **Msg**=masse sans graisse

VO2max = consommation maximale d'oxygène

Fcr = fréquence cardiaque au repos.

DATE : 27-04-09

THEME: INTERMITTENT « COURSE SPRINT »

CYCLE : 1

OBJECTIF: TECHNIQUE DE COURSE ET VITESSE DE REACTION

SEANCE : 2

ENTRAINEMENT		COMMENTAIRE	DUREE		DEROULEMENT
SEANCE	EXERCICES		RECUP	REPET	
Echauffement	Course légère Assouplissement Stretching	Course modérée autour d'un plateau Elévation genoux, talon fesse, intérieur extérieur, rotation du bassin Etirement des membres inférieurs	7mn 5mn 3mn		
Corps de la séance	Course récupération course récupération	Course (3serie de 8mn de course et 7mn de récupération entre série) à 90% de la VMA trotting 3s course recule + 7s de sprint trotting	10s 16repet 10s	20s 16recup 20s	
Retour au calme	Course légère stretching	Trotting dans le 1/2 Terrain Etirement des membres inférieurs	5mn 5mn		

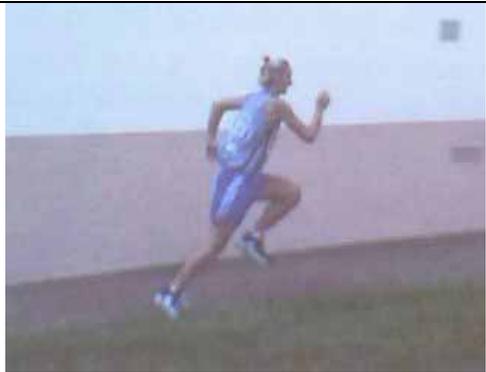
Date : 27-04-09

THEME: INTERMITTENT « COURSE SPRINT »

CYCLE : 1

OBJECTIF: TECHNIQUE DE COURSE ET VITESSE DE REACTION

SEANCE : 3

ENTRAINEMENT		COMMENTAIRE	DUREE		DEROULEMENT
SEANCE	EXERCICES		REPET	RECUP	
Echauffement	Course légère Assouplissement Stretching	Course modérée autour d'un plateau Elévation genoux, talon fesse, intérieur extérieur, rotation du bassin Etirement des membres inférieurs	7mn 5mn 3mn		
Corps de la séance	Course récupération course récupération	Course (3serie de 8mn de course et 7mn de récupération entre série) à 90% de la VMA trotting 3s course recule + 7s de sprint trotting	10s 16repet 10s	20s 16recup 20s	
Retour au calme	Course légère stretching	Trotting dans le 1/2 Terrain Etirement des membres inférieurs	5mn 5mn		

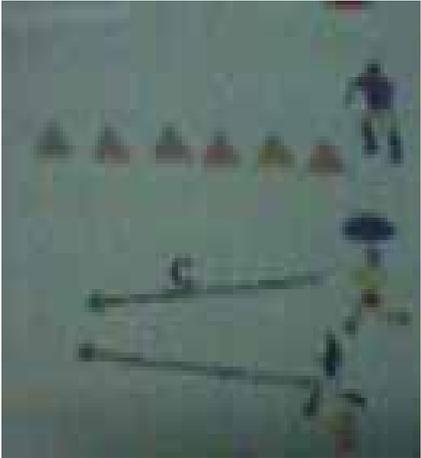
DATE : 30-04-09

THEME : INTERMITTENCE « COURSE BONDISSEMENT »

CYCLE : 1

OBJECTIF : COORDINATION, FREQUENCE DE LA VITESSE ET L'EXPLOSIVITE

SEANCE : 4

ENTRAINE MENT		COMMENTAIRE	DUREE		DEROULEMENT
SEANCE	EXERCICES		REPETIT	RECUP	
Echauffement	Passes courtes	Les joueurs se font des passes courtes avec déplacements	7mn		
	Assouplissements	Talon fesse, élévation genoux, Int, ext balancements	5mn		
	stretching	Etirement des membres inferieurs	3mn		
Cops de la séance	Série 1 course	Course à allure 90% de la VMA	10s	20s	
	récupération	Trotting			
	Serie2 Bondissements	Course + sauts pieds joints + sprint sur 5 m	10s	20S	
	Trotting sur des plots de 30 cm	Trotting			
	récupération	Montée de genoux + slalom pas chassés	10s	16 RECUP	
	Serie3 Bondissements et slalom	Trotting	16recup	20s	
récupération					
Retour au calme	Course modérée	Course autour d'un plateau	5mn		
	stretching	Etirement des membres inferieurs	5mn		

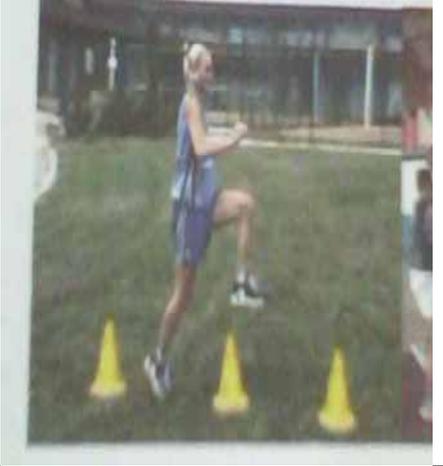
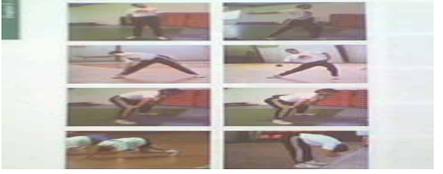
DATE : 5 -5-09

THEME : INTERMITTENCE « COURSE BONDISSEMENT »

CYCLE : 1

OBJECTIF : TECHMIQUE DE COURSE AMPLITUDE POSE DES APPUIS

SEANCE : 5

ENTRAINE MENT		COMMENTAIRE	DUREE		DEROULEMENT
SEANCE	EXERCICES		Répét	Récup	
Echauffement	Course légère Passe a deux avec déplacement libre stretching	Course modérée des joueurs dans le sens de la largeur Passe et va des joueurs avec divers déplacements Etirement des membres inferieurs	7mn 5mn 3mn		
Cops de la séance	<u>Série 1</u> Bondissement récupération <u>Serie2</u> Bondissements avec corde en déplacement récupération <u>Serie3</u> Course récupération	Bondissements verticaux pieds alternés couplés avec pieds simultanés Trotting Sauts avec corde en déplacement Trotting Course à allure 90% VMA Trotting	10s 10s 10s 16recup	20s 20S 16 RECUP 20s	
Retour au calme	Course modérée stretching	Course autour d'un plateau Etirement des membres inferieurs	5mn 5mn		

DATE : 7 -5-09

THEME : INTERMITTENCE « COURSE AVEC CHARGE »

CYCLE : 1

OBJECTIF : RENFORCEMENT MUSCULAIRE

SEANCE : 6

ENTRAINEMENT		COMMENTAIRE	DUREE		DEROULEMENT	
SEANCE	EXERCICES		Répét	Récup		
Echauffement	Course	Course modérée autour d'un plateau	7mn			
	Jeu de taureau	4 joueurs avec 1 au milieu qui récupère la balle dans 1 carré de 5m	5mn			
	stretching	Etirement des membres inferieurs	3mn			
Cops de la séance	<u>Série 1</u> Course + récup Abdo + récup	Course à allure 100% VMA plus trotting Gainage plus trotting	10s 10s	20s 20s		
	<u>Serie2</u> Course plus récup 1/2 squat + récup	Course à allure 100% VMA plus trotting Jambe fléchi à 90° plus trotting	10s 10s	20s 20S		
	<u>Serie3</u> Course plus récup Saut pied joint sur des plots + récup	Course à allure 100% VMA plus trotting Saut pied joint au dessus des plots rapprochés	10s 10s	20s 20s		
			16recup	16 RECUP		
Retour au calme	Course modérée	Course autour d'un plateau	5mn			
	stretching	Etirement des membres inferieurs	5mn			

DATE: 12 –5-09

THEME : INTERMITTENCE “COURSE SPRINT”

CYCLE: 1

OBJECTIF : DEVELOPPER LA VITESSE DE REACTION

SEANCE : 7

ENTRAINEMENT		COMMENTAIRE	DUREE		DEROULEMENT
SEANCE	EXERCICES		REPETIT	RECUP	
Echauffement	Course légère	Course modérée des joueurs autour d'un plateau	7mn		
	Conduite + passes	1 joueur au milieu d'un cercle conduit ; fait la passe et reste au périmètre	5mn		
	stretching	Etirement des membres inferieurs	3mn		
Cops de la séance	<u>Série 1</u> sprint récupération	Sprint en courbe + footing + sprint en courbe	10s	20s	
	<u>Serie2</u> sprint récupération	Trotting Montée de genoux + sprint sur 10 m	10s	20S	
	<u>Série 3</u> sprint récupération	Trotting Sprint sur 5 m + recule+ sprint sur 5 m	10s	16 RECUP	
		Trotting	16repet	20s	
Retour au calme	Course modérée	Trotting autour du terrain	5mn		
	stretching	Etirement des membres inferieurs	5mn		

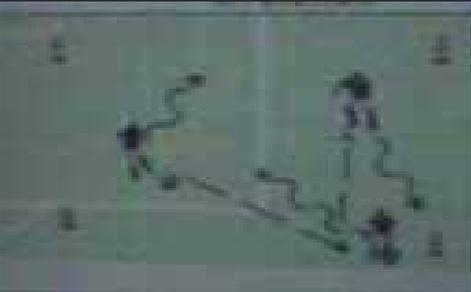
DATE : 19-05-09

THEME : REMISE A NIVEAU

CYCLE: 2

OBJECTIF : REGENERATION

SEANCE: 9

ENTRAINEMENT		COMMENTAIRE	DUREE		DEROULEMENT
SEANCE	EXERCICES		REPET	RECUP	
Echauffement	Contrôles, passes Jonglages Stretching	Les joueurs se font des passes avec déplacements Les joueurs jonglent librement avec 3 par ballon Etirement des membres inferieurs		7mn 5mn 3mn	
Corps de la séance	<u>3 séries</u> Course récupération	Course à allure 100% de la VMA Marche	20s 12repet	20s 12recup	
Retour au calme	Course légère stretching	Trotting dans le 1/2 Terrain Etirement des membres inferieurs		5mn 5mn	

DATE : 22-05-09

THEME : REMISE A NIVEAU

CYCLE: 2

OBJECTIF : REGENERATION

SEANCE : 10

ENTRAINEMENT		COMMENTAIRE	DUREE		DEROULEMENT
SEANCE	EXERCICES		REPET	RECUP	
Echauffement	Course légère Jeu de taureau Stretching	Course modérée dans le sens de la largeur 2 joueurs cherchent le ballon parmi 5 adversaires Etirement des membres inferieurs	7mn 5mn 3mn		
Corps de la séance	<u>3 séries</u> Course récupération	Course à allure 110% de la VMA Marche	15s 16repet	15s 16recup	
Retour au calme	Course légère stretching	Trotting dans le sens de la largeur du Terrain Etirement des membres inferieurs	5mn 5mn		

DATE : 26 -05-09

THEME : INTERMITTENCE AVEC « CHARGE »

CYCLE: 2

OBJECTIF : RENFORCEMENT MUSCULAIRE

SEANCE: 11

ENTRAINE MENT		COMMENTAIRE	DUREE		DEROULEMENT
SEANCE	EXERCICES		REPETIT	RECUP	
Echauffement	Course légère	Course modérée autour d'un terrain	7mn		
	Contrôles passes	Les joueurs se font des passes avec déplacements	5mn		
	stretching	Etirement des membres inferieurs	3mn		
Cops de la séance	<u>Série 1</u> Abdominaux récupération	Gainage avant, droite, gauche	15s	15s	 
	<u>Serie2</u> Saut sur plot récupération	Trotting Sauts avec corde en déplacement	15s	15S	
	<u>Serie3</u>	Trotting	16repet	16 RECUP	
	Demi-squats récupération	Jambes fléchies à 90% degrés VMA Trotting	15s	15s	
Retour au calme	Course modérée	Course autour d'un plateau	5mn		
	stretching	Etirement des membres inferieurs	5mn		

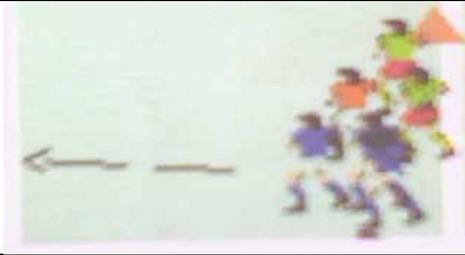
DATE : 29 -05-09

THEME : INTERMITTENCE « COURSE BONDISSEMENT »

CYCLE: 2

OBJECTIF : AMELIORATION TECHNIQUE DE COURSE, COORDINATION, FREQUENCE, DETENTE

SEANCE : 12

ENTRAINE MENT		COMMENTAIRE	DUREE		DEROULEMENT
SEANCE	EXERCICES		REPETIT	RECUP	
Echauffement	Course légère Jeu de taureau stretching	Course modérée dans le sens de la largeur 2 joueurs cherchent le ballon parmi 5 autres Etirement des membres inferieurs	7mn 5mn 3mn		
Cops de la séance	<u>Série 1</u> course récupération <u>Serie2</u> Bondissement récupération <u>Serie3</u> Course récupération	Course à allure 120% de la VMA Trotting Bondissement au dessus des plots de 30 cm Trotting Course à allure 120% de la VMA Trotting	15s 15s 16repet 15s	15s 15S 16 RECUP 15s	
Retour au calme	Course modérée stretching	Course autour d'un plateau Etirement des membres inferieurs	5mn 5mn		

DATE: 02 -06-09

THEME: INTERMITTENCE « VITESSE A 2 RYTHMES »

CYCLE 2

OBJECTIF : AMELIORATION VITESSE DE REACTION ET DE LA COURSE

SEANCE : 13

ENTRAINEMENT		COMMENTAIRE	DUREE		DEROULEMENT
SEANCE	EXERCICES		REPETIT	RECUP	
Echauffement	jonglage assouplissement stretching	Les joueurs jonglent avec toutes les surfaces du corps (pieds cuisse tête) Talons fesses, élévation genoux, balancements Etirement des membres inferieurs	7mn 5mn 3mn		
Cops de la séance	<u>Série 1</u> Course à 2 temps récupération <u>Serie2</u> Course à 2 temps récupération <u>Serie3</u> Course a 2 temps récupération	Course rapide sur 20 m + course modérée marche Course recule sur 5m + sprint sur 10 m marche slalom + accélération sur 15 m marche	15s 15s 16repet 15s	15s 15S 16 RECUP 15s	
Retour au calme	Course légère stretching	Trotting autour d'un plateau Etirement des membres inferieurs	5mn 5mn		

Date : 5 –6-09

THEME : INTERMITTENCE CHARGE SPRINT

Cycle : 2

OBJECTIF : RENFORCEMENT MUSCULAIRE ET VITESSE DE REACTION

Séance : 14

ENTRAINE MENT		COMMENTAIRE	DUREE		DEROULEMENT
SEANCE	EXERCICES		REPETIT	RECUP	
Echauffement	Course légère	Course modérée des joueurs dans le sens de la largeur	7mn		
	Assouplissements	Talons fesses, élévations genoux, Int ext, balancement rotation du bassin	5mn		
	stretching	Etirement des membres inferieurs	3mn		
Cops de la séance	<u>Série 1</u> Saut plots + récup sprint + récup	Sauts pieds joints au dessus d'un plot +marche	15s	15s	
	<u>Serie2</u> Abdo + récup sprint + récup	Démarrage sur 10m puis course + marche	15s	15s	
	<u>Serie3</u> 1/2squats + récup sprint + récup	Gainage ventral gauche droite +marche	15s	15S	
		démarrage sur 10m puis course + marche	15s	15s	
	Jambe fléchi de 90° + marche	15s	15s		
	démarrage sur 10m puis course + marche	16repet	16recup		
Retour au calme	Course modérée	Trotting autour d'un plateau	5mn		
	stretching	Etirement des membres inferieurs	5mn		

DATE : 09 -06-09

THEME : INTERMITTENT « COURSE BONDISSEMENT »

CYCLE 2

OBJECTIF : VITESSE, DETENTE, COURSE

SEANCE : 15

ENTRAINEMENT		COMMENTAIRE	DUREE		DEROULEMENT
SEANCE	EXERCICES		REPETIT	RECUP	
Echauffement	Passes courtes assouplissement stretching	Les joueurs se font des passes courtes avec déplacements Talons fesses, élévation genoux, balancements Etirement des membres inferieurs	7mn 5mn 3mn		
Cops de la séance	<u>Série 1</u> Saut et sprint récupération <u>Serie2</u> Pose des appuis + sprints récupération <u>Serie3</u> Sprint+footing+course en foulées bondissantes récupération	Départ course + saut pieds joints + sprint marche montée de genoux sur des lattes + sprint marche sprint en courbe +footing + course en foulée bondissantes marche	15s 15s 15 s 16repet	15s 15S 16 RECUP 15s	 
Retour au calme	Course légère stretching	Trotting Etirement des membres inferieurs	5mn 5mn		