



INSEPS

INSTITUT NATIONAL SUPERIEUR DE L'EDUCATION POPULAIRE ET DU SPORT

MEMOIRE DE MAITRISE ES SCIENCES ET TECHNIQUES DE L'ACTIVITE
PHYSIQUE ET SPORTIVE
(S.T.A.P.S)

THEME :

**Amélioration de la vitesse maximale
aérobie chez des jeunes footballeurs
sénégalais âgés de 15 à 16 ans**

Présenté par :
CHRISTIAN BASSE

Sous la Direction de :
M. MAYACINE MAR
PROFESSEUR A L'INSEPS

Co-directeur :
M. MOUNTAGA DIOP
PROFESSEUR A L'INSEPS

Année académique 2007 – 2008



DEDICACES

Je dédie ce modeste travail à :

- ceux qui m'ont donné le jour,
- ceux qui m'ont couvert de taux d'amour,
- ceux qui m'ont permis de réaliser ce détour : **MES PARENTS.**

Loin de moi, je regrette infiniment votre absence ;

Qu'ils trouvent ici l'expression de mon profond attachement, et toute ma gratitude ;

- **mes frères :**

Aboubacar SONKO, Baudouin BASSE, Dominique, Laurent, Victor Maturin
Christian SANKA, Paulin, Moussa DIARRA, Rémy, katim, Marcel Basse, Marcel
Mendy, Edouard, Jonas,

- **mes sœurs :**

Victorine, Sophie, Honorine, Charlotte, A ma nièce Natacha

- **Néné Touty** qui m'a toujours guidé et entouré d'un amour sans faille : merci pour ton soutien,

- **mes Cousins et Cousines**

Paulin, Delphine, Edouard, Christian, Marcel, Brigitte

Vous m'êtes très chers.

- **mes amis :**

Laurent, Adama SOW, Ismaïla DIOUF, Saër DIOUF, Birame COUNDOUL,
Mamadou GUEYE, Daouda SENE, Paly SECK, Matar DIATTA, Ibrahima
NDOYE, David, Samuel, Jean Paulin, Jimmy, Christian Faye, Yang, Aspère Mendy,
Martin Bakourine, Aliou COLY , Souleymane DIALLO, Casimir, Ernest, Benoit,
Formos, Thérèsia Lambal, Eveline Bassène, Awa DIAGNE, Sylvie, Ramata, , ,
Seynabou Diop Diallo, Vous m'avez toujours soutenu.

Recevez à travers ce travail, toute mon affection.

- la famille **MENDY** à **Mbour**,
- la famille **NDOUR**,
- la famille **NDIAYE**,
- la famille **SANKA**,
- la famille **DIARRA** à **Bignona**,
- la famille **DIOP**,
- la famille **BODIAN**,

- **tous mes camarades de promotion** et plus particulièrement,
Souleymane, François Katim TOURE, Edmond, Nicolas, Oumar, Fadel, Moustapha,
Jean Toupane, Nabou, Rita, Anta Badiane, Ndèye Fatou, Penda, Gana, Sagna
Ousmane, Alexandre.

- **tous mes collègues de l'INSEPS :**
- Mame Moussa DIARRA, Moustapha BA, Mouhamadou NIANG, Yves, Bécaye,

- **tous ceux qui m'ont aidé à réaliser ce travail :**
**Mountaga, Laye Seck, Tonton Mor (coach), Salam, Margou (docteur),
Patrick Lucky Mendy,**

- **tonton Grégoire et tante Anastasia**

Pour vos précieux conseils, vos dévouements et vos entières disponibilités dans tous
les moments difficiles durant mon séjour à l'INSEPS. Vous avez toute mon estime, que DIEU
vous bénisse.
- Le secrétariat de l'INSEPS (Tante Marie, Mme Dramé, Mme Mbengue)
- **la promotion TOMAS – RYAN – VIG (Institut « DIAMBARS »).**
- tous les pratiquants de football particulièrement les joueurs de **KEURIGNE-GUI** , et
les pensionnaires de l'Institut « **DIAMBARS** ».

REMERCIEMENTS

REMERCIEMENTS

Je rends grâce à **Dieu le Tout Puissant**,
le miséricordieux, gloire à son fils unique **JESUS CHRIST** notre sauveur,
de m'avoir accordé longue vie, une bonne santé,
du courage et de la patience durant toute ma scolarité et de mener à bien ce travail.

Mes chaleureux sentiments de gratitude et de remerciement s'adressent :

➤ **A mes très chers parents :**

Braves
Et ingénieurs éducateurs
Jamais ne s'effaceront
De mon être profond,
Les merveilles de tes tendres bienfaits.
Pour vous rappeler l'heure sonnée
De la récolte des fruits de vos sacrifices,
Sans lesquels,
L'homme que je suis devenu,
N'aurait jamais du être.

Je remercie aussi :

- **Mayacine MAR**, qui a accepté de m'aider de m'encadrer et de me fournir tout son possible et de me permettre d'acquérir plus d'expérience dans le milieu du football.
- **Mountagua DIOP**,
Un grand sentiment de reconnaissance pour ton aide ton sacrifice que tu m'as prodigué pour la réussite de cette recherche. Et Dieu sait que je vous ai sollicité de très nombreuses fois.
- A monsieur **M. MBAYE** professeur au lycée John Kennedy,
- A tous les enseignants ayant contribué à ma formation,
- A la direction de l'INSEPS,

- A la direction de l'**Institut « DIAMBARS »**,

Qui, tout au long de la saison m'a fait confiance et m'a aidé et permis de mener à bien, cette étude, tout en me laissant cette carte blanche dans l'institut.

- Aux **Coaches Laye SECK, Salam LAM, MOR**,

qui en plus d'avoir cru à mon sujet, m'ont donné sans compter, et Dieu sait que je vous ai sollicité de très nombreuses fois,

Merci pour tout, sans vous rien n'aurait été possible.

- Un grand sentiment de reconnaissance à la promotion **TOMAS RYAN- VIG** pour leurs aides, leurs sacrifices, qu'ils ont prodigués pour la réussite de cette recherche.

- Aux **Honorables Membres du Jury** qui ont accepté de juger et d'évaluer ce modeste travail.

DEFINITIONS DE QUELQUES CONCEPTES

Amplitude : C'est l'écart mesurable entre deux valeurs extrêmes.

Coordination = Synonyme : adresse est déterminée avant tout par les processus de contrôle et de régulation du mouvement.

Fréquence des appuis : Répétition à intervalle plus ou moins régulier.

Gainage : Forme d'abdominal le plus souvent utilisé pour les enfants.

Méso-cycle : Période d'entraînement qui dure au moins un mois et plus

Micro-cycle : Période d'entraînement qui dure au moins une semaine.

Pliométrie : Action où le muscle est d'abord soumis à un allongement puis il se raccourcit immédiatement.

Skipping : Passage sous des frondaisons ou autres obstacles empêchant une course classique.

Souplesse : Concerne la mobilité articulaire, l'extensibilité musculaire, le relâchement.

Sprint : Compétence visant à courir plus vite pendant un court laps de temps.

Demi squat : Exercice de force destiné à améliorer la détente.

Stretching : (To stretch = étirer) consiste à produire lentement un étirement des muscles (jusqu'à environ 5 secondes) et à maintenir la position (partie statique) au moins 10 à 60 secondes.

Travail des « Balancés » : Travail de jambe libre beaucoup plus basé sur le relâchement et la coordination que sur la force.

ABREVIATIONS

INSEP : Institut National du Sport et de l'Education Physique

CAN : Coupe d'Afrique des Nations

CNTFS : Centre national Technique Ferdinand Sastre

VAM : Vitesse Aérobie Maximale

VAMS : Vitesse Aérobie Maximale Supérieure

vVO₂ max : Volume de la consommation maximale d'oxygène (VO₂ max)

V max : Vitesse maximale

MAS : Maximal Aerobic Superior

Récup = Récupération

Minute = mn = '

/3'-3'/ - /2'-2'/ ... = temps (mn) de course – temps (mn) de récupération

Seconde = s = ''

/10''- 20''/ - /15'' 15''/ ... = temps (s) de course – temps (s) de récupération

Sommaire

PLAN

Pages

DEDICACES
REMERCIEMENTS
SOMMAIRE

INTRODUCTION	1
CHAPITRE I : REVUE DE LITTERATURE	5
I. LA NOTION DE PERFORMANCE	6
II. LA NOTION DE PREPARATION PHYSIQUE	8
III. RAPPELS PHYSIOLOGIQUES	10
1 : LES MODIFICATIONS DU METABOLISME AEROBIE	10
1-1 : Augmentation de la myoglobine.....	10
1-2 : Augmentation de l'oxydation du glycogène.....	10
1-3 : Augmentation de l'oxydation des lipides.....	11
2 : LES CHANGEMENTS CARDIO- RESPIRATOIRES	12
2-1 : Les changements cardio- respiratoires au repos.....	12
2-1-1 : Changement de la taille du cœur.....	12
2-2 : Ralentissement de la fréquence cardiaque.....	12
2-3 : Augmentation du volume sanguin et de la quantité d'hémoglobine.....	13
3 : LES CHANGEMENTS OBSERVES A L'EXERCICE	13
3-1 : Augmentation de la puissance aérobie maximale.....	13
3-2 : Augmentation du débit cardiaque.....	14
4 : LES MODIFICATIONS RESPIRATOIRES	14
5 : LES AUTRES MODIFICATIONS DUES A L'ENTRAINEMENT	15
IV. LA VITESSE MAXIMALE AEROBIE (VMA)	15
1 : DEFINITION	15
2 : IMPORTANCE DE LA VITESSE MAXIMALE AEROBIE	16
3 : LES VARIATIONS DE LA VITESSE MAXIMALE AEROBIE	16
4 : MESURE DE LA VITESSE MAXIMALE AEROBIE	17
4.2 : Sur le terrain	17
4.2.1. Les tests continus.....	17
4.2.2. Les tests progressifs.....	18
4.2.3. Les séances tests.....	18

5 : ANALYSE DE QUELQUES FACTEURS DE LA PREPARATION PHYSIQUES VISANT A AMELIORER LA VMA	18
5.1 : L'Endurance	19
5.1.1 : Les méthodes d'entraînement de l'endurance	19
5.1.2 : L'entraînement intermittent	19
5.1.3 : Les avantages de la méthode d'entraînement intermittent	20
5.1.4 : Les principes de la méthode d'entraînement intermittent	20
5.1.5 : L'entraînement de l'endurance chez les jeunes	21
5.2 :L'endurance-vitesse	22
5.2.1: L'entraînement de l'endurance-vitesse	22
6 : LA COORDINATION	23
7 : LES TECHNIQUES DE COURSE A PIED	23
CHAPITRE II : METHODOLOGIE	24
ORGANIGRAMME DU PROGRAMME D'ENTRAINEMENT	26
I. POPULATION D'ETUDE	27
1 : LES SUJETS	27
1.1 : Critères d'inclusion	27
1.2 : Critères d'exclusion	27
2 : MATERIELS	27
II. METHODES	28
1. PRE-TEST	28
1.1 : Evaluation de la fréquence cardiaque de repos avant entraînement	28
1.2 : Evaluation de la vitesse maximale aérobie avant entraînement	28
1.3 : Description du test de Vaméval	29
1.4 : Validité du test de Vaméval	29
2 : PROGRAMME D'ENTRAINEMENT POUR L'AMELIORATION DE LA VITESSE MAXIMALE AEROBIE	29
3 : POST TESTS	30
4 : DEROULEMENT DES TESTS	30
4.1. Déroulement de la prise de fréquence cardiaque de repos	31
4.2. Déroulement de la prise de la fréquence cardiaque maximale	31
4.3. Déroulement du test de Vaméval	31
4.4 .Déroulement de l'entraînement	31
III. TRAITEMENT STATISTIQUE	33

CHAPITRE III : PRESENTATION ET COMMENTAIRE DES RESULTATS	34
I. PERFORMANCES DES SUJETS AVANT ENTRAINEMENT	35
II. PERFORMANCES DES SUJETS APRES QUATRE SEMAINES D'ENTRAINEMENT	36
III. PERFORMANCES DES SUJETS APRES HUIT SEMAINES D'ENTRAINEMENT	37
IV. COMPARAISON DES VALEURS MOYENNES OBTENUES PAR NOS SUJETS AVANT ET APRES ENTRAINEMENT	38
1 : COMPARAISON DES VALEURS MOYENNES DE LA VMA DES SUJETS AVANT ET APRES ENTRAINEMENT	38
2 : COMPARAISON DES VALEURS MOYENNES DE LA VO2 MAX DES SUJETS AVANT ET APRES ENTRAINEMENT	39
3 : COMPARAISON DES VALEURS MOYENNES DE LA FREQUENCE CARDIAQUE DE REPOS ET DE LA FREQUENCE CARDIAQUE MAXIMALE DES SUJETS AVANT ET APRES ENTRAINEMENT	40
CHAPITRE IV : DISCUSSION	41
DUSCUTION	42
LES LIMITES DE NOTRE ETUDE	43
CONCLUSION	44
CONCLUSION	45
SUGGESTIONS	46
BIBLIOGRAPHIE	47
ANNEXES	52

Introduction

Le football de la rue a été le point de départ de la plupart des jeunes footballeurs.

Tous les aspects de l'aptitude au jeu, la tactique, la technique, la condition physique étaient développés en disputant des rencontres entre équipes à effectif réduit dans de petits espaces.

L'engouement et l'intérêt que le football engendre, sont l'aboutissement de la pluralité des pratiquants et l'universalité de ses adeptes à tous les âges et dans tous les milieux.

En effet la formation des jeunes a atteint un niveau élevé dans beaucoup de pays notamment le Sénégal après ses performances lors de la coupe d'Afrique des nations (CAN) et de la coupe du monde 2002.

Le football connaît une mutation permanente. Les conditions sociales, les nouvelles analyses et conceptions (de types associationnistes) du football pour son enseignement ont attribué une place prépondérante à la technique, à la tactique et aux qualités physiques pour former les jeunes footballeurs.

L'acquisition de résultats meilleurs devient alors un impératif. La performance des jeunes au football concourt aujourd'hui à l'établissement de programmes d'entraînement adéquats.

Le football est en effet compétition permanente, performance, opposition, lutte contre les adversaires [25].

Dans sa pratique, le football offre sans aucun doute la base de travail la plus profonde, la plus solide et la plus étendue [5].

De l'initiation au perfectionnement, la formation est particulièrement vaste, extrêmement longue et naturellement précieuse.

Dés lors, l'entraînement est la voie la plus privilégiée pour y parvenir tout en respectant résolument les règles du football.

De ce fait, les jeunes (8 à 18 ans) ont besoin d'une formation sérieuse et planifiée dans l'entraînement des qualités physiques surtout chez les débutants.

La période d'apprentissage au niveau des jeunes (de la formation) est propice au développement des qualités techniques et tactiques. Mais la construction des bases athlétiques (vitesse, endurance, souplesse, résistance ...) y tient une place importante [32].

Chez l'enfant, le débutant ou l'adolescent, les entraînements fondamentaux de bon développement cardio-vasculaire et psychomoteur sont aérobies aussi bien en capacité qu'en puissance.

Ainsi pour atteindre le haut niveau, l'éducateur doit acquérir des connaissances scientifiques telles la biologie, l'anatomie, la biomécanique et les sciences sociales comme la psychologie ou la sociologie. Par conséquent la question de la méthodologie d'entraînement des qualités physiques revêt également un caractère primordial.

Nous voyons souvent un ancien joueur qui, de par son vécu sportif prend en charge des jeunes au sein d'un centre de formation ou club. Il les entraîne sans avoir les compétences requises.

En effet, l'entraînement et surtout l'endurance chez les jeunes a été depuis des décennies et est encore actuellement calqué sur l'entraînement de l'adulte.

Pourquoi certains formateurs appliquent-ils toujours à l'enfant les entraînements des adultes ?

L'enfant n'est pas un adulte en miniature !

Pourquoi faut-il que depuis plus d'un siècle l'adulte oblige l'enfant à courir doucement et longtemps alors que ce dernier aspire à l'inverse au football ?

Heureusement ce modèle est en train de changer progressivement. En effet, des chercheurs récents tels que Cometti [6], Gerbeaux [10] ont démontré que, contrairement aux idées reçues, l'enfant pouvait supporter un travail intermittent à des intensités élevées. Mieux encore, l'enfant, grâce à ses mécanismes physiologiques spécifiques est mieux adapté que l'adulte à ce type d'entraînement [6].

Dés lors, le formateur est assujéti à connaître les bases d'amélioration des qualités athlétiques qui représente la base de toutes les autres composantes. « Le développement harmonieux et méthodique de ces derniers permet de bien construire le joueur de football ».

Ainsi TAEELMAN et HAUZEUR, [23] affirment : « Il ne s'agit pas non plus de soumettre des jeunes joueurs à des exercices d'une intensité physique sans prendre certaines précautions. Même s'il est prouvé par des moyens scientifiques que l'enfant en bas âge supporte très bien des efforts violents, récupère mieux que les adultes et en définitive est capable de réaliser des performances extraordinaires ».

En vue d'apporter une contribution à cette œuvre de formation nous avons choisi d'étudier l'amélioration de la Vitesse Maximale Aérobie chez de jeunes footballeurs sénégalais âgés de 15 à 16 ans.

L'étude de ce concept récent est divisée en plusieurs parties :

Après une série de définition de la préparation physique, de la notion de performance, il est nécessaire de connaître les bases physiologiques de l'entraînement.

Puis nous exposons sur la vitesse maximale aérobie et les méthodes d'entraînement préconisés.

Ensuite nous avons procédé à des tests de variables de la VMA à la fin de chaque cycle d'entraînement.

Enfin, les résultats obtenus nous avons comparé les valeurs moyennes de ces variables avant et après entraînement par les illustrations et les commentaires en suggérant quelques points importants destinés à tous encadreurs ou formateurs de la petite catégorie.

Chapitre 1 :
Revue de Littérature

I. LA NOTION DE PERFORMANCE

La performance est une notion complexe. En cela elle est liée à l'idée d'exploit, de réussite, de succès.

En effet, la pratique du sport de haut niveau a engendré une très forte rationalisation de l'entraînement et de la sélection des sportifs. Pour BOUET [2] « la performance signifie un moyen de mise en demeure, de montrer ce dont on est capable, de faire preuve de toutes les qualités physiques ; la performance désigne la situation qui est précisément créée par la présence concertée de l'obstacle perçue ici comme l'instrument même par lequel est médiatisé l'effort du sportif ».

Ainsi, nous pouvons parler de la performance individuelle et de la performance collective. Des chercheurs ont essayé de modéliser la performance sportive pour mieux la maîtriser.

En fait il s'agit de dégager les principaux facteurs qui agissent sur le résultat. Plusieurs modèles sont construits : nous pouvons citer entre autre celui de WEINECK [28] qui conçoit la performance comme déterminée par quatre groupes de facteurs :

- la personnalité ;
- les facteurs constitutionnels ;
- les capacités et les habilités technico- tactiques ;
- les capacités physiques.

La performance du footballeur est aussi déterminée par des facteurs externes ou extrinsèques et des facteurs internes ou intrinsèques qui sont en étroite interaction.

Les facteurs extrinsèques sont :

- sociologiques : par le réseau de communication qui se hisse entre l'individu et son environnement (milieu) ;
- psychologiques : ils relèvent des relations affectives qui se développent entre l'individu et son entourage social (partenaire, entraîneur, famille, etc.) ;
- matériels : par une grande richesse des actions motrices due à l'aménagement du milieu.

Les facteurs intrinsèques se présentent sous forme de trois phases :

- la phase bio information qui correspond à la prise d'information et à la commande motrice,
- la phase bioénergétique : c'est la sollicitation nerveuse des réserves énergétiques,
- la phase biomécanique qui déclenche les contractions musculaires par l'intermédiaire du système ostéo- articulaire engendrant l'action motrice.

Pour réaliser une performance, le capital athlétique est la base de toutes les autres composantes. Le développement harmonieux et méthodique de ces derniers permet de bien construire le joueur football.

La recherche de la performance s'accompagne d'un niveau d'entraînement qui prépare le joueur aux exigences de la compétition.

Dés lors l'organisme doit s'adapter aux efforts demandés et atteindre un niveau supérieur de performance.

« Or personne ne l'ignore, même chez les jeunes, toutes les activités sportives tendent de plus en plus vers la compétition, avec des performances "à réaliser". Ne l'oublions pas un terrain de football a les mêmes dimensions pour un minime (10ans) que pour un senior en pleine force de l'âge (27 ans) et les conditions de jeu (exemple : terrain lourd) sont également identiques. Les efforts sont donc d'autant plus intensifs pour les jeunes et il faut les y préparer avec plus d'attention encore » [23].

Cependant la conduite de l'entraînement implique donc la modification de la valeur réelle présente en fonction de l'objectif futur.

La mesure essentielle de la conduite de l'entraînement d'après ADAM et ALL [29] « c'est la charge d'entraînement " correctement dosée, elle fournit le stimulus adéquat pour l'amélioration de la performance. Elle permet d'obtenir l'évolution de la performance en tenant compte de tous les éléments constitutifs variables (méthodes, contenus d'entraînement, etc.) des règles d'adaptabilité et des éventuels facteurs de perturbations ».

Par conséquent nous pouvons retenir que le joueur aujourd'hui a une marge de progression de la capacité aérobie exclusivement élevée 51 à 70 ml.mn⁻¹.kg⁻¹ surtout dans la phase de formation des jeunes entre 15 et 18 ans [27 ; 15].

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.

II. LA NOTION DE PREPARATION PHYSIQUE

Tous les entraîneurs se sont un jour posés la question : « Que faire de plus pour que mon athlète dépasse ses performances ? »

Dans chaque sport, il paraît évident qu'accroître ses propres capacités physiques est un des facteurs de haute performance.

PRADET [21] définit exhaustivement ces termes : « la préparation physique, c'est l'ensemble organisé et hiérarchisé des procédures d'entraînement qui vise au développement et à l'utilisation des qualités physiques du sportif. Elle doit apparaître de façon permanente aux différents niveaux de l'entraînement sportif et se mettre au service des aspects techniques et tactiques prioritaires de l'activité pratiquée ».

La préparation physique est orientée essentiellement sur les qualités physiques du joueur tels que la puissance, la vitesse, l'endurance, la souplesse...

Elle doit être une permanence du processus d'entraînement. Aussi va-t-elle en quelques sorte calquer son ordonnancement sur la périodisation habituelle dans la plupart des sports, et qui distingue :

- la préparation physique généralisée : vise au développement mais surtout à l'harmonisation des différentes qualités physiques. Elle est pour l'essentiel mise en place durant la période préparatoire de l'entraînement ;
- la préparation physique auxiliaire : recherche le développement des qualités physiques les plus en rapport avec l'activité pratiquée ;
- la préparation physique spécifique : est entièrement soumise aux exigences compétitives de la spécialité sportive pratiquée dont le seul but est de participer à l'émergence de ce que l'on a coutume d'appeler "l'état de forme". Il se caractérise par la coordination de tous les facteurs conditionnant la performance.

Pour mieux rester dans le domaine du football, certains auteurs se sont intéressés particulièrement à la préparation physique intégrée. Ainsi pour LAMBERTIN [16] « il faudrait faire la différence entre la préparation purement athlétique qui peut faire progresser l'individu et la préparation "spécifique football" qui permet, elle, l'amélioration des qualités spécifiques que doit posséder le joueur de football ».

Le découpage traditionnel en quatre sous ensembles de l'entraînement (technique, tactique, condition physique, mental) n'est pas seulement une juxtaposition mais plutôt des éléments qui s'interfèrent. Un entraînement technico-tactique a un coût énergétique qui doit être pris en compte et qui développe aussi les qualités physiques. Pour jouer au football de haut niveau, il est de plus en plus important de construire les bases athlétiques et mentales

solides chez les jeunes joueurs. Cette préparation à long terme commence à partir de 12 à 14 ans d'une façon progressive, en respectant leur croissance, leur rythme personnel de développement, et leur potentiel de performance [32].

Le jeune ne dispose pas d'assez de temps d'entraînement afin de parfaire les aspects techniques et tactiques dans sa formation. Il est alors difficile d'introduire dans l'entraînement d'autres facteurs de la condition physique et de sortir ainsi du football. Lors de l'entraînement (des joueurs professionnels aussi bien que chez les petites catégories) le ballon doit être le plus présent possible puisqu'il est l'outil essentiel du footballeur.

Toutefois, selon les objectifs recherchés, il faut un juste équilibre entre l'entraînement physique intégré (avec ballon) et séparé (sans ballon) [20].

Si la préparation physique participe à l'amélioration de la performance, alors il y a lieu de s'interroger aussi sur les filières énergétiques de ces différentes qualités physiques.

III. RAPPELS PHYSIOLOGIQUES

Les effets de l'entraînement peuvent se regrouper en trois catégories :

- Ceux qui se manifestent au niveau des tissus en y causant des modifications de natures métaboliques :
- Ceux qui se manifestent au niveau systémique et qui modifient les systèmes cardio – vasculaires et respiratoires
- Les autres effets qui incluent la modification de la masse corporelle du cholestérol, et des triglycérides sanguins, de la pression artérielle et des mécanismes de thermorégulation.

1: Les modifications du métabolisme aérobie

Il se produit 3 adaptations aérobies majeures dans le muscle squelettique ; ces adaptations sont obtenues surtout par les programmes d'entraînement en endurance.

1-1 : Augmentation de la myoglobine

La myoglobine est un pigment musculaire semblable à l'hémoglobine qui sert de recevoir d'O₂ et qui facilite la diffusion de l'O₂ vers les mitochondries où il est consommé. Le contenu en myoglobine du muscle squelettique augmente considérablement après un entraînement.

1-2 : Augmentation de l'oxydation du glycogène

L'entraînement augmente la capacité du muscle squelettique à dégrader le glycogène en présence d'oxygène (oxydation), en CO₂ + H₂O avec production d'ATP. En d'autres mots la capacité du muscle à produire de l'énergie de façon aérobie s'améliore.

La conséquence de ce changement est une augmentation de la puissance aérobie maximale (VO₂max).

Deux adaptations contribuent à améliorer la capacité des cellules musculaires à oxyder le glycogène après entraînement :

- Des augmentations du nombre et de la taille et des mitochondries du muscle squelettique

Chez l'homme, les mitochondries sont environ 14 à 40% plus grandes chez les athlètes que chez les sujets sédentaires ceci est probablement une réponse spécifique qui n'a lieu que dans les fibres musculaires qui ont travaillé durant le programme d'entraînement.

- Une augmentation de l'activité ou de la concentration des enzymes impliquée dans le cycle de KREBS et dans le système de transport d'électrons

Les réactions métaboliques du cycle de KREBS et du système de transport d'électron sont contrôlées par la présence de certaines enzymes. Une augmentation de l'activité de ces enzymes à la suite d'un entraînement signifie que plus d'ATP est produit en présence d'oxygène. En plus de la capacité à oxyder le glycogène la quantité même de glycogène emmagasinée dans le muscle augmente après un entraînement. Le muscle squelettique contient entre 13 et 15g de glycogène par kilogramme. Cette capacité peut augmenter de 2,5 fois. Cette augmentation des réserves de glycogène est due, au moins en partie, au fait que l'entraînement augmente l'activité des enzymes responsables de la synthèse et de la dégradation du glycogène.

1-3 : Augmentation de l'oxydation des lipides

La dégradation (oxydation des lipides en $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ avec production d'ATP en présence d'oxygène augmente également après l'entraînement d'endurance. Il faut se rappeler que les lipides sont des sources importantes de combustible pour les muscles squelettique durant les exercices d'endurance. Par conséquent, cette augmentation du catabolisme des lipides représente un avantage pour améliorer la performance dans ces activités. En fait, pour une charge sous maximale la personne entraînée oxyde plus de lipide et moins de glucide qu'une personne sédentaire.

Cette modification du métabolisme des lipides après entraînement aérobie tient à trois facteurs :

- Une augmentation des réserves intramusculaire des triglycérides qui est la forme sous laquelle les lipides sont emmagasinés.
- Une plus libération des acides gras libres par le tissu adipeux, qui augmente la disponibilité des lipides comme combustibles.
- Une augmentation de l'activité des enzymes responsable du transport et de la dégradation des acides gras.

L'augmentation de la disponibilité des lipides facilite leurs utilisations et améliore l'endurance en économisant les réserves de glycogène.

2: Les changements cardio- respiratoire

Le système de transport de l'oxygène met en jeu des facteurs vasculaires, respiratoires et tissulaires qui se combinent pour réaliser un objectif commun : transporter l'oxygène aux muscles actifs.

2-1 : Les changements cardio- respiratoires au repos

2-1-1 : Changement de la taille du cœur

Le volume du cœur est très important chez les athlètes que chez les personnes sédentaires. Toutefois, la technique couramment utilisée pour mesurer la taille du cœur (radiographie thoracique) ne permettait pas d'observer avec précision les caractéristiques morphologiques du cœur. Aujourd'hui, une technique non invasive, l'échocardiographie permet une mesure directe du diamètre de la cavité des ventricules et de l'épaisseur de la paroi ventriculaire.

Le cœur des athlètes d'endurance se caractérise par une cavité ventriculaire légèrement plus grande que le normal et une épaisseur de la paroi ventriculaire normale. Le volume de sang qui pénètre à l'intérieur du ventricule au cours de la diastole est donc un peu plus important. Cela signifie que le volume d'éjection systolique est plus important chez les athlètes d'endurances que chez les personnes sédentaires que chez les personnes d'autres disciplines.

2-2 : Ralentissement de la fréquence cardiaque

Selon GACON [8] la fréquence cardiaque « est l'expression de la vitesse de rotation de la pompe cardiaque, l'un des maillons essentiel du métabolisme aérobie ».

En d'autres termes, c'est le nombre de battement cardiaque dans l'unité de temps ($b.mn^{-1}$). Il est donc impératif que ce métabolisme soit fortement impliqué pour qu'il puisse fournir des renseignements valables sur le degré de sollicitation de l'aérobie.

La bradycardie (fréquence cardiaque plus lente) de repos peut être due à des facteurs génétiques ; que l'amplitude du ralentissement de la fréquence cardiaque au repos à la suite d'un entraînement est moins grande lorsque la condition physique de la personne est meilleure. La fréquence cardiaque de repos chez l'homme adulte sain, placé dans des conditions thermiques idéales est d'environ $65 b.mn^{-1}$ [28]. Le sujet entraîné quant à lui, présente une fréquence cardiaque d'environ 40 pulsations par minute [28].

Qu'est ce qui provoque cette bradycardie d'entraînement au repos ? Rappelons que le cœur est sous l'influence de deux sortes de nerfs autonomes : les nerfs sympathiques qui

accélèrent la fréquence cardiaque et les ramifications du nerf vague (nerfs parasympathiques) qui ralentissent la fréquence cardiaque. Grâce à son double système de contrôle, la fréquence cardiaque peut diminuer :

- en augmentant l'activité des nerfs parasympathiques,
- en diminuant l'activité des nerfs sympathiques,
- en combinant les deux.

Toutefois, lorsqu'on parle de bradycardie provoquée par l'entraînement, il faut tenir compte d'un autre facteur : la fréquence intrinsèque du nœud sinusal. Si l'entraînement réduit la fréquence intrinsèque du nœud sinusal, la fréquence cardiaque est alors plus lente quelque soit les influences du système nerveux autonome.

2-3 : Augmentation du volume sanguin et de la quantité d'hémoglobine

L'entraînement augmente à la fois le volume total de sang et la quantité totale d'hémoglobine.

Le volume de sang et la quantité totale d'hémoglobine sont importants pour le transport de l'oxygène. De plus la chaleur interne du corps est transmise par le sang à la surface de la peau où elle peut être dissipée. L'augmentation du volume de sang joue un rôle important quand des exercices sont faits dans un environnement chaud. Il est important de remarquer que la concentration d'hémoglobine n'augmente pas à la suite de l'entraînement. Au contraire, elle diminue. Par exemple, la concentration moyenne d'hémoglobine chez les hommes est de 15g/100ml de sang.

3: Les changements observés à l'exercice

C'est un fait reconnu que l'entraînement physique augmente la capacité de travail maximal.

3-1 : Augmentation de la puissance aérobie maximale :

Elle est définie par « la plus grande quantité d'oxygène qui peut être consommée par minute par un sujet donné à un moment donné au cours d'un exercice d'intensité, d'une durée de plusieurs minutes (au moins 2mn) mettant en jeu une masse musculaire importante » [1].

Chez des sujets jeunes, l'amélioration moyenne de la VO_{2max} après un entraînement de 8 à 12 semaines se situe entre 5 et 20%.

Le VO_{2max} selon l'équation de Fick est : $VO_{2max} = Q_s \times FC \times a - vO_2$

Ainsi, deux changements principaux peuvent expliquer l'augmentation du $VO_2 \max$:

- L'augmentation de l'apport d'oxygène vers les muscles actifs grâce à une augmentation du débit cardiaque (débit cardiaque = $Q_s \times FC$) ;
- Une augmentation de la quantité d'oxygène extrait du sang par le muscle squelettique.

L'augmentation de la quantité d'oxygène extrait du sang est reliée aux changements enzymatiques et aux autres changements biochimiques qui ont eu lieu à l'intérieur des muscles à la suite d'un entraînement. Elle augmente selon la puissance fournie lors d'un exercice, mais sans pouvoir dépasser une certaine limite. La vitesse augmentera mais à partir d'un certain niveau, le volume d'oxygène s'en tiendra à un plateau. C'est la VO_2 max. Elle s'obtient à partir de test d'efforts spécifiques de laboratoire ou sur terrain. La notion de la VO_2 max peut être associée à une vitesse de course : vitesse maximale aérobie [3].

3-2 : Augmentation du débit cardiaque

Le débit cardiaque maximal augmente avec l'entraînement. L'amplitude de ce changement est semblable à celui du VO_2 max. le débit cardiaque maximale et le VO_2 max que l'on peut atteindre sont directement liés ;

Le premier est un facteur qui détermine qui le second. Comme on si attend, le débit cardiaque maximal est plus élevé chez les athlètes d'endurance entraînés. Puisque la fréquence cardiaque maximale demeure la même ou diminue légèrement après l'entraînement, l'augmentation du débit cardiaque après entraînement est entièrement due à une augmentation du volume d'éjection systolique. A partir de 120 b.mn^{-1} , la fréquence cardiaque augmente de façon linéaire en fonction de la puissance de l'effort mais à l'approche de sa puissance maximale aérobie, la linéarité s'alterne plus ou moins suivant ses capacités [8]. S'il est classiquement admis que la fréquence cardiaque est l'un des témoins des charges aérobies très facilement maîtrisables, il demeure de même que sa mesure par palpation reste trop imprécise pour être une donnée valide [8].

Mais la fréquence cardiaque est tout de même un indice capable de fournir des indications cohérentes dans l'entraînement [8].

4 : Les modifications respiratoires

La ventilation- minute maximale augment après un entraînement.

Puisque la ventilation n'est un facteur qui limite le VO_2 max on devrait donc considérer l'augmentation de la ventilation- minute comme étant secondaire à celle du VO_2 max. cette

augmentation est produite par des augmentations du volume courant et des fréquences respiratoires

L'entraînement augmente l'efficacité de la ventilation. Une meilleure efficacité de la ventilation signifie que la quantité d'air ventilée pour la même consommation d'oxygène est plus petite que les sujets non entraînés. Puisque le coût en oxygène de la ventilation augmente considérablement à mesure que la ventilation augmente, surtout lors d'un effort prolongé (marathon) a pour résultat de conserver plus d'oxygène pour l'usage des muscles squelettiques actifs.

Les différents volumes respiratoires mesurés au repos (sauf le volume courant) sont plus importants chez les sujets entraînés que chez ceux qui ne sont pas. Il faut mentionner toutefois qu'il existe peut-être de rapport si même il y'a en entre la performance athlétique et les changements du volume pulmonaire.

Comparativement aux non athlètes, les athlètes ont tendance à posséder des capacités de diffusion plus grande au repos et au cours de l'exercice. Cela est particulièrement vrai chez les athlètes d'endurance. On croit que la capacité de diffusion n'est pas directement influencée par l'entraînement, mais les volumes pulmonaires plus grand des athlètes fournissent une plus grande surface d'échange alvéolo- capillaire.

5 : Les autres modifications dues à l'entraînement

A part les modifications précitées il existe d'autres comme :

Les modifications de la masse corporelle

Les modifications de la pression artérielle

Entraînement et acclimatation à la chaleur

Les modifications dans les niveaux du cholestérol et des triglycérides

Les modifications des tissus conjonctifs

Les changements physiologiques qui permettent de libérer plus d'énergie et d'améliorer ainsi des performances sont dues à des principes d'entraînement.

IV. LA VITESSE MAXIMALE AEROBIE (VMA)

1 : Définition

La vitesse maximale aérobie ou puissance maximale aérobie est apparue à la fin des années de 1970 [26]. Elle a depuis été largement décrite et analysée par beaucoup de chercheurs comme Cazorla [4], Gerbeaux [10]...

La VMA présente des termes diverses (VAM, VMA, VAMS, $v\text{VO}_2$ max, V max, vitesse critique, vitesse limite, MAS).

Les définitions données à la VMA varient suivant les auteurs, même si le fond reste semblable.

Pour Léger [19], la VAM (vitesse aérobie maximale), c'est la vitesse de course que l'on atteint à son niveau de VO_2 max (consommation maximale d'oxygène).

Pour Gerbeaux [10], « la VMA est définie comme la vitesse maximale à laquelle peut courir un sujet en restant en régime oxydatif sans produire un surplus important d'acide lactique ».

Toujours pour ce même auteur, en collaboration avec d'autres chercheurs, la VMA est la vitesse à laquelle la consommation maximale d'oxygène est atteinte [10].

Elle s'exprime en kilomètre par heure ($\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$).

Par l'entraînement, la VMA du sédentaire peut être améliorée de 15 à 20% [3].

Plus la VMA est élevée, plus le coureur est capable de courir à des vitesses élevées avant d'atteindre sa VO_2 max. Pour améliorer cette VMA, l'athlète cherchera lors de certaines séances, à solliciter le système aérobie à son niveau maximal [3].

2 : Importance de la Vitesse Maximale Aérobie

La VMA sert de base pour le calcul des distances de course à l'entraînement. Ces vitesses sont exprimées en pourcentage de VMA.

A sa VMA, un sportif peut tenir 4 à 8 minutes. A ce rythme environ 85% de l'énergie est produite de manière aérobie et 15% provient de la filière anaérobie qui diminue la contraction du muscle et produit l'épuisement [3].

Connaître la VMA d'un joueur est très important puisqu'elle représentera un indice indispensable pour réaliser des efforts intenses mais surtout à les enchaîner efficacement pendant toute la durée d'un match [3].

Elle est un excellent repère et un outil pour l'entraînement aérobie.

Sa connaissance sur le terrain nous permet d'individualiser le travail de chacun, en proposant des allures de courses appropriées par rapport à la distance de course [3].

3 : Les variations de la vitesse maximale aérobie

En moyenne, la VMA est $12,5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ selon Astrand et Rodhal [1].

Les valeurs les plus élevées de la VMA (supérieures à $23 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$) ont été observées chez les coureurs de fond [14].

Dans le football actuel, la VMA est devenue un critère de référence. Sachant que les normes varient entre 16 et 19 km.h⁻¹. Pour un joueur de haut niveau et même chez les jeunes (16-17 ans), une VMA de 16.5 à 17 km.h⁻¹ est considérée comme une bonne valeur. [24]

La VMA varie avec l'âge, le sexe ainsi que le degré de l'entraînement physique [24].

4 : Mesure de la Vitesse Maximale Aérobie

Plusieurs tests existent pour évaluer la vitesse maximale aérobie. Selon le test utilisé, le résultat varie légèrement. Une précision de l'ordre de ½ km.h⁻¹ est tout à fait acceptable [3].

La VMA n'est pas une « vitesse vérité » parfaitement déterminée mais elle sert de repère indispensable pour le joueur [3]. A partir de la VO₂ max, la formule de LEGER et MERCIER relie cette VO₂ max à la VMA d'un athlète en supposant une technique de course idéale :

$$VMA = VO_2 \text{ max} / 3,5$$

Dans la pratique, il est difficile d'obtenir la VO₂ max sans appareils complexes, de sorte que la détermination se fait par des tests, de plus la VMA peut être inférieure à la prédilection en fonction de la technique.

Elle peut être déterminée au laboratoire lors des tests d'effort ou par des tests sur terrain.

Ainsi en vue de permettre aux athlètes et aux entraîneurs de prendre en charge, par eux mêmes, l'évaluation de certains aspects de l'entraînement, des outils simples (mesure sur terrain) ont été mis au point.

4.2 : Sur le terrain

Ils sont aussi variés par leurs modes et leurs protocoles. Ils comptent des épreuves en paliers, à vitesse progressive croissante, interrompues 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 selon les auteurs.

Actuellement beaucoup de tests sur terrain sont disponibles.

4.2.1 : Les tests continus :

De nombreux spécialistes ont développé des protocoles permettant de mesurer la VMA. C'est le cas de COOPER [12] qui proposa en 1968 un test qui porte d'ailleurs son nom (12mn de COOPER). ASTRAND en 1954 mettaient au point une épreuve d'effort sous maximale de trois minutes (3mn) [22].

4.2.2 : Les tests progressifs :

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 et / 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 signaux sonores diminue. Le coureur a moins de temps pour parcourir la distance.

Sa vitesse de course croît donc progressivement. Le coureur s'efforce de suivre l'allure imposée le plus longtemps possible. A une certaine vitesse, il n'est plus en mesure de le faire. Normalement la vitesse maximale aérobie correspond à la vitesse du dernier palier fait en entier. Mais le résultat peut être pondéré en fonction du temps tenu au dernier palier.

En définitive, il est préférable que le test ne dure pas plus de 20 à 25 mn.

Donc selon le niveau des coureurs, la vitesse des premiers paliers n'est pas toujours la même.

Plusieurs tests ont été élaborés et validés pour évaluer la PMA et la VMA. Notons la course de navette de Luc Leger [26], le TMI de Billat [26], le test de Brue [26], le TUBII [26] et le Vaméval de Cazorla [26] que nous avons choisi pour notre protocole.

4.2.3 : Les séances tests

Les séances d'entraînement permettent aussi d'estimer la VMA d'un coureur. Les séances 30 s / 30 s, 45 s / 15 s sollicitent approximativement la VMA.

L'objectif est d'alterner des efforts (30s, 45s) et des récupérations (30 s ou 15 s). Cela peut se faire sous forme de navette aller-retour.

Tous ces tests présentés sur le terrain ne possèdent pas un niveau de pertinence suffisant pour évaluer scientifiquement l'aptitude aérobie.

Toutefois ces différents tests peuvent être utilisés dans le but de réaliser une évaluation à long terme. Ces tests peuvent être pratiqués tous seuls.

5. Analyse de quelques facteurs de la préparation physique visant à améliorer la VMA

Les différents facteurs de la préparation physique sont l'endurance, la vitesse, la force, et la souplesse, la coordination etc...

Pour les raisons de notre recherche, quelques facteurs sont étudiés.

5.1 : L'endurance

D'une façon générale, l'endurance est la capacité du sportif à résister à la fatigue [29].

La capacité de performance d'endurance repose sur l'endurance générale (endurance de base) et l'endurance spécifique. L'endurance de base qui s'obtient avant tout par un entraînement en volume. Par contre l'endurance spécifique se fait en intensité puisqu'elle assure, en ce qui concerne les paramètres métaboliques et circulatoires, les conditions nécessaires pour supporter les efforts intenses et obtenir une récupération rapide.

L'efficacité de l'entraînement en endurance ne dépend pas seulement de la charge optimale mais aussi des moyens de récupération utilisés.

Le choix dans la qualité et le nombre de répétitions doit permettre de juger de l'efficacité des méthodes et des contenus employés dans un programme d'entraînement.

5.1.1 : Les méthodes d'entraînement de l'endurance

Pour développer l'endurance il existe globalement deux moyens d'entraînement [6] :

- la course continue,
- le travail interval-training ou intermittent.

Le travail intermittent correspond plus à l'effort du joueur de football. Alors nous choisissons cette forme pour l'entraînement de nos sujets.

5.1.2 : L'entraînement intermittent

Il est fondé sur des bases physiologiques précises et distinctes de l'Interval-training qui est un travail intense. Son objectif est de développer la puissance maximale aérobie (PMA) ou VMA.

La PMA est la puissance développée par un individu pour atteindre la VMA. Ce paramètre est très utilisé en cyclisme car la VMA est un critère qui dépend de la vitesse de déplacement donc du terrain.

Ce type d'entraînement repose sur une protéine musculaire essentielle : la myoglobine qui assure le transfert de l'oxygène à l'intérieur du muscle. C'est la logique selon laquelle a été élaborée la méthode des efforts intermittents conçue par GERSCHLER, REINDALL, et ROSKAMM dans les années 1940. Cette méthode est appelée également interval- training.

L'entraînement intermittent est entrecoupé de périodes de course suivie de repos qui se composent habituellement d'exercices légers [25].

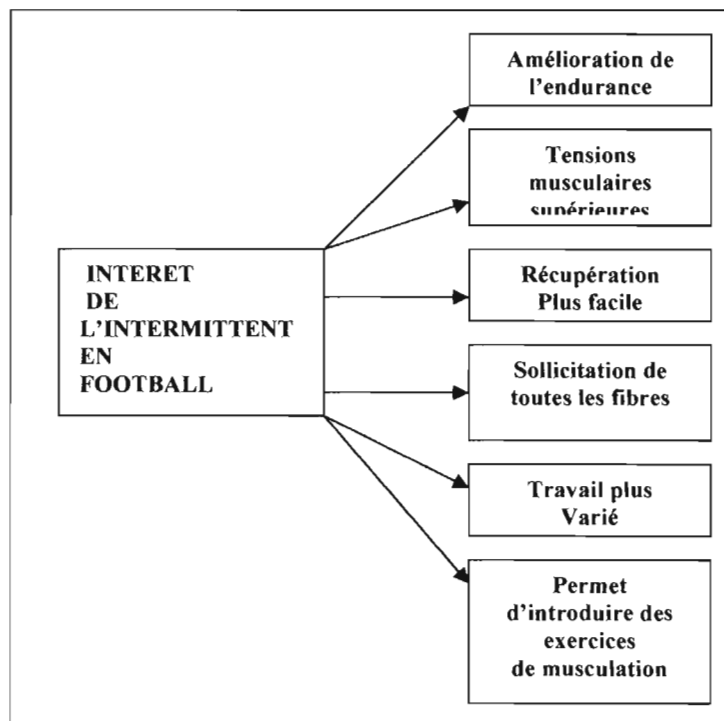
Lors du travail intermittent, il y'a moins de lactate accumulé dans le muscle et par conséquent moins de fatigue. Alors une partie de la dette d'oxygène (O₂) était remboursée durant la période de repos [25].

Il va de soi que de telles quantités de travail sont désormais proscrites de l'entraînement moderne, totalement axés sur la qualité. Mais cela illustre bien les énormes possibilités dans ce type d'entraînement.

5.1.3 : Les avantages de la méthode d'entraînement intermittent

Le football est caractérisé par des sollicitations de type intermittent qui sont pour la plupart explosives. Dès lors l'entraînement intermittent présente des avantages [6] :

Figure 1: Les avantages du travail intermittent (d'après G. Cometti, 1993)



5.1.4 : Les principes de la méthode d'entraînement intermittent

Un match de football est tout sauf une allure moyenne de course puisqu'il s'agit d'une succession de sprint, de course à allure rapide ou lente et de repos [6]. Cette conception a fait apparaître des méthodes d'entraînement :

- Intermittent long

Exemple : 3'-3' / 1'-1' / 2' -2'

- Intermittent court

Exemple : 15''-15'' / 10''-20'' / 10''-12''

- Intermittent court- court

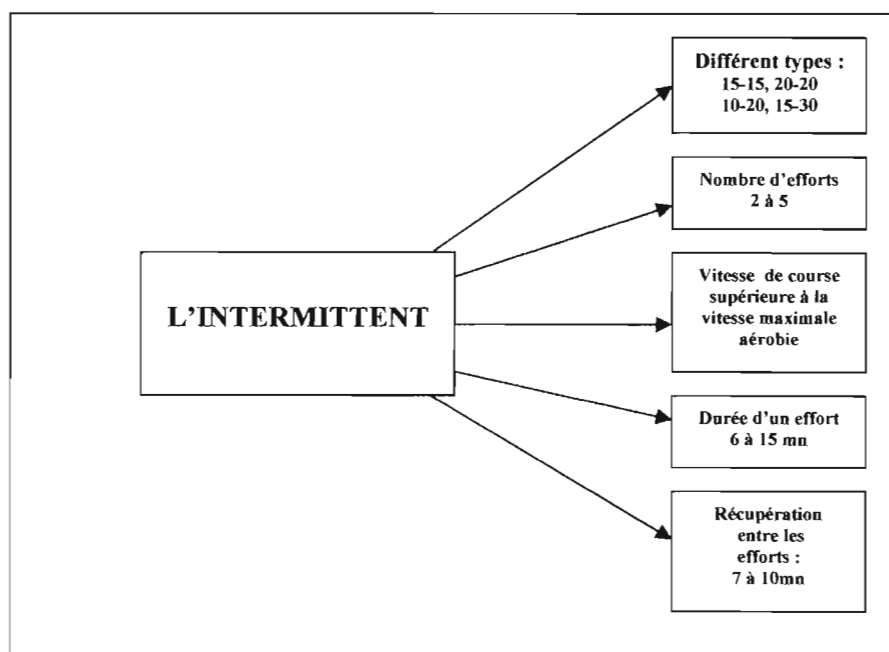
Exemple : 5''-10'' / 5''-20'' / 5''-25''

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

Exemple : duel aérien 5''- récupération 15''- course 10'' - récupération 20''

De ce fait, il découle une logique de l'entraînement moderne en football basée sur les principes du travail discontinu ou intermittent. Pour cela, il faut respecter certains principes d'après COMETTI [6] dans la figure 2 ci-dessous :

Figure 2 : Les principes du travail intermittent (d'après G. Cometti, 1993)



5.1.5 : L'entraînement de l'endurance chez les jeunes

L'entraînement de l'endurance durant l'enfance et l'adolescence doit être orienté surtout vers le perfectionnement de l'endurance de base et l'amélioration de la capacité aérobie. On choisira des distances minimales comme objectif souhaitable et non exigés. La phase optimale de l'entraînement de la capacité d'endurance se situe vers 13 à 14 ans chez les garçons (Koinzer, Endulein et Herforth 1981, 201 Weineck page 176).

L'entraînement de l'endurance doit être varié, attrayante et à la mesure de l'enfant. Elle est la qualité de base chez le footballeur, il convient donc de la développer avec un soin tout particulier.

Dés lors il est bon de préciser l'entraînement de l'endurance chez les jeunes footballeurs [25] :

- vers 10 ans, nous travaillerons l'endurance fondamentale associée à une éducation respiratoire ;
- entre 11 et 13 ans l'endurance fondamentale en évitant des changements de rythme ;
- entre 13 et 15 ans c'est la période idéale pour l'entraînement de la capacité aérobie : 80% du travail d'endurance sera fait en capacité, les 20% restant en puissance ;
- entre 15 et 18 ans, entretien de la capacité et travail de la puissance : période de développement de la puissance aérobie qui est un investissement pour l'avenir.

5.2 : L'endurance- Vitesse

Elle est la capacité de maintenir pendant une période prolongé la phase de vitesse maximale de course.

L'amélioration de l'endurance- vitesse permet au sportif de prolonger plus durablement la phase de coordination – vitesse ou vitesse maximale.

5.2.1 : L'entraînement de l'endurance- vitesse

Le fondement d'endurance- vitesse spécifique de compétition repose dans une certaine mesure sur l'endurance aérobie développé par une charge d'entraînement adaptée. Bien que la quantité absolue de cette charge soit faible dans le programme d'un athlète d'endurance, le contenu relatif peut être relevé et peut atteindre 90° dans la période préparatoire.

Non seulement cela a un effet positif sur l'endurance- vitesse, sur la capacité de récupération après des charges d'entraînement d'intensité ssubmaximale ou maximale.

Ainsi, l'athlète sera capable de tenter plus de répétition à des intensités proches maximum de l'entraînement de la vitesse.

Une fois que le développement de l'endurance aérobie a été mis en place, le joueur doit être exposé à des charges spécifiques proches des conditions de la compétition. Ce travail sera poursuivit dans la phase de compétition. Il existe une très grande variété de séances

permettant de réaliser des objectifs et leurs valeurs ne peuvent être vraiment affirmées que par l'étude de leurs places au sein du plan d'entraînement (exemples séances annexes).

6 : La coordination

La coordination permet de réaliser un mouvement intentionnel (but à atteindre) complexe, adapté donc efficace et économe en énergie, pour résoudre une tâche concrète (avec une grande précision et une vitesse d'exécution maximale).

La coordination est parfois considérée comme une des qualités physiques, au même titre que l'endurance, la vitesse, la force ou la souplesse. Néanmoins un haut-niveau de coordination favorise le développement de ces autres qualités physiques, ainsi que celui de la technique.

En ce sens, la coordination est indispensable pour le développement des capacités physiques. Elle constitue la coordination des contractions de différents groupes musculaires produisant un mouvement adapté au but recherché (course, frappe, détente...). Chez le footballeur, nous cherchons à améliorer la fréquence, l'amplitude de la foulée et la pose des appuis grâce à la coordination.

- le travail de type skipping s'adresse principalement à la phase lancée de conservation de la vitesse,
- le travail de l'amplitude de la foulée de course fait par des bondissements horizontaux avec deux catégories de bondissement :
 - bondissement avec peu déplacement du bassin sur appui,
 - bondissement avec grand déplacement du bassin sur appui.

La fréquence et l'amplitude la foulée sont les résultats d'une série de forces qui réagissent réciproquement et créent une succession de mouvement qui, dans leur globalité, nous appelons course.

7 : Les techniques de course à pied

Pour améliorer une technique de course, il faut tenir compte de certains aspects [11] :

- le tronc doit être placé en position verticale,
- l'action des bras doit être effectuée en souplesse et favoriser le rôle impulsif des jambes,
- le mouvement des jambes en arrière pour la propulsion de l'athlète,
- le mouvement des jambes en avant qui correspond à l'engagement de la jambe libre,
- la position de la tête dirigée vers l'avant dans le prolongement du tronc.

Chapitre 2

Méthodologie

METHODOLOGIE

Notre travail s'est déroulé à l'Institut « **DIAMBARS** ».

Une structure qui nous a permis de faire notre expérimentation, avec la collaboration des encadreurs de l'institut.

La période de nos interventions tenait compte du planning général 2007-2008 élaboré par le responsable de la formation.

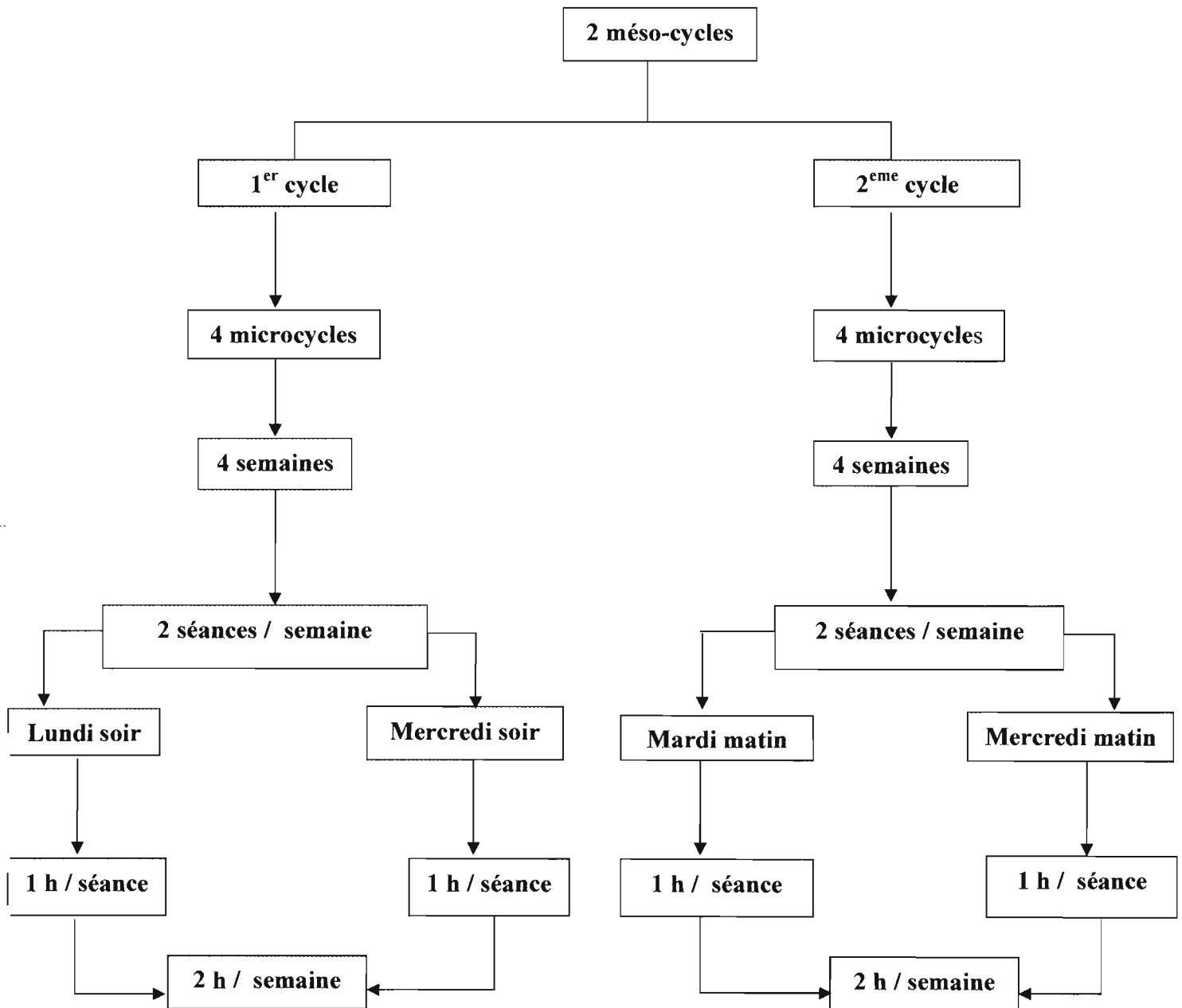
En effet nos propos et nos intentions de travail (organigramme) ont été bien définis avec l'encadrement technique de l'équipe.

Compte tenu de leurs objectifs de fin de saison, nous avons aménagé des séances d'entraînement sans perturber l'agenda de la promotion.

Notre protocole (le pré-test, l'entraînement et les post-tests) s'est déroulé entre la première semaine du mois de Mars 2008 et le début du mois de Mai 2008 en tenant compte des congés scolaires.

Deux méso- cycles d'entraînement répartis en deux cycles de quatre microcycles sont prévus avec deux séances d'une heure par semaine. Les séances du premier cycle sont programmées le lundi et les mercredi soir de 17 heures à 18 heures. Le dernier cycle se déroule le mardi et le mercredi matin de 7 heures à 8 heures (voir page 27 : organigramme du programme d'entraînement).

ORGANIGRAMME DU PROGRAMME D'ENTRAINEMENT



I. POPULATION D'ETUDE

1 : Les sujets

La population d'étude est composée de jeunes joueurs de l'Institut « **DIAMBARS** » du Sénégal qui constitue pour nous un centre modèle (voire annexe).

L'institut « **DIAMBARS** » est un centre de formation situé dans la région de Thiès dans le département de Mbour plus précisément à SALY. Il compte 98 jeunes joueurs.

Ainsi notre étude a été menée chez les jeunes joueurs de 15 à 16 ans (nés entre 1992-1993). Résidant dans le centre, ils suivent des études et pratiquent le football. Ces jeunes sont recrutés après une rigoureuse sélection, composée de phases départementales, régionales et enfin d'une phase nationale.

Au nombre de dix huit joueurs cette promotion du nom de **TOMAS- RYAN- VYG** est à sa deuxième année de formation. Ils ont débuté les entraînements depuis le mois d'Octobre 2007. Ils s'entraînent 5 jours dans la semaine à raison de 2 heures (2h) par jour. Ce qui fait un volume de travail de 10 h par semaine.

Ils participent au championnat des petites catégories de Thiès organisé par le centre lui-même.

1.1 : Critères d'inclusion

Seuls les joueurs résidant dans le centre, âgés de 15 à 16 ans, suivant régulièrement les entraînements et participant aux compétitions de fin de semaine sont inclus dans notre étude.

Les résultats des joueurs ayant réalisé tous les tests et les cycles d'entraînement sont retenus dans notre étude. Cependant nous avons laissé toute la promotion terminer le programme d'entraînement.

1.2 : Critères d'exclusion

Sont exclus de notre étude, les joueurs âgés de moins 15 ans et de plus de 16 ans, les joueurs blessés n'ayant pas régulièrement suivi les 2 cycles d'entraînement et les joueurs n'ayant pas réalisé l'un des tests de Vaméal.

2 : Matériels

Nous avons utilisé le matériel suivant :

- une piste de 200 m en latérite aménagée dans le terrain de football (voir annexe),
- des ballons pour l'échauffement et la récupération active,

- des plots pour baliser le terrain,
- des cordes pour réaliser les sautilllements,
- des cerceaux pour le travail d'amplitude,
- un sifflet,
- un chronomètre,
- des chasubles (rouges, blancs, jaunes) pour l'identification des groupes,
- un baladeur MP3 qui émet le son du test de Vaméval,
- des élastiques pour les exercices de saut,
- des poteaux pour accrocher les élastiques de saut,
- des cônes pour matérialiser les repères,
- des fiches comportant les programmes d'entraînement quotidiens,
- une fiche d'enregistrement pour relever les performances,
- un décamètre,
- un pèse-personne,
- Une toise.

II. METHODES

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

Le pré-test et le test intermédiaire sont suivis chacun d'un cycle d'entraînement.

1 : Pré-test

1.1 : Evaluation de la Fréquence Cardiaque avant entraînement

Avant le pré-test de la VMA, la fréquence cardiaque (fc) est mesurée chez tous les joueurs. L'évaluation est faite manuellement. Elle se manifeste par la prise de pouls au niveau du cou en comptant les battements cardiaques pendant une minute ($b.mn^{-1}$).

1.2 : Evaluation de la vitesse maximale aérobie avant entraînement

Le Vaméval a été choisi pour évaluer la vitesse maximale aérobie des sujets avant le début des entraînements.

Ce test est élaboré en 1990 par CAZORLA Georges [3], professeur à l'INSEP de Bordeaux. Il est un spécialiste des évaluations de terrain et les sports de longue durée (fond, ½ fond). Il s'est référé à l'amélioration du test sur piste de Léger Boucher [3].

1.3 : Description du test de Vaméval

Le Vaméval est circulaire, ovale à intensité croissante par palier. L'évaluation se déroule sur une piste de 200 mètres balisée tous les 20 mètres par des plots. Les vitesses de course sont réglées à l'aide d'un bip sonore qui retentit à intervalles réguliers. Un palier dure une minute. La vitesse de course augmente automatiquement de 0.5 kilomètre par heure (km/h) à la fin de chaque palier. Il est représenté dans le schéma ci-dessous.

Schéma : Parcours du test de Vaméval.



1.4 : Validité du test de Vaméval

Le sujet court en ajustant sa vitesse pour faire correspondre son passage devant le plot avec le signal sonore émis par la bande magnétique. Les premiers paliers serviront à un joueur à étalonner sa vitesse en fonction de celle dictée par le son. Il doit respecter le plus longtemps possible la vitesse de course imposée. Seul un retard de moins de deux mètres (-2 m) est accepté. Lorsqu'il accuse un retard de deux mètres et plus le sujet arrête le test.

Le dernier palier du sujet est retenu pour évaluer la VMA à l'aide d'un tableau de référence (voire annexe).

2 : Programme d'entraînement pour l'amélioration de la vitesse maximale aérobie

Nous avons pratiquement insisté sur l'initiation à la course intermittente et sur la coordination lors du premier cycle.

Dans le deuxième cycle, il est plutôt question de combinaison des étapes.

Les séances d'évaluation sont le test diagnostic avant l'entraînement, puis le test intermédiaire après le premier cycle et un test final à la fin de l'entraînement.

Les contenus des séances d'entraînement sont présentés en annexe.

Le tableau 1 ci-dessous est un résumé du protocole d'entraînement.

Tableau 1 : Programmation des séances d'entraînement.

Séances Semaines	Séance 1	Séance 2
1^{ère} semaine	Evaluation diagnostic	Intermittent « course »
2^{ème} semaine	Intermittent « course sprint »	Intermittent « course avec bondissements verticaux »
3^{ème} semaine	Intermittent «course avec bondissements horizontaux »	Intermittent « force-endurance »
4^{ème} semaine	Intermittent «course sprint »	Evaluation intermédiaire
5^{ème} semaine	Remise à niveau	Remise à niveau
6^{ème} semaine	Intermittent « force-endurance »	Intermittent « course à 2 vitesses »
7^{ème} semaine	Intermittent « à 2 variantes course bondissements »	Intermittent « à 2 variantes charge- sprint »
8^{ème} semaine	Intermittent « à 4 variantes »	Evaluation finale

NB : N'oublions pas que les tests d'évaluation sont considérés comme des séances d'entraînement.

3 : Post tests

Les tests intermédiaires et finaux se sont déroulés de la même manière que le pré-test.

Les joueurs ont couru par groupe de performance (voir distances de course).

4 : Déroulement des tests

Les tests se sont déroulés sur une piste de 200 m en latérite aménagé dans le terrain de football propriété de l'institut « **DIAMBARS** ».

4.1 : Déroulement de la prise de la fréquence cardiaque de repos

Arrivés sur le terrain où se déroulait le test de Vaméval, les joueurs s'allongent sur des tapis pendant 10 minutes (10 mn) 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. Nous avons posé nos deux doigts (le majeur et l'index) sur la face externe de la base du cou. Dès que nous sentons les pulsations entraînées par le passage du sang dans l'artère lors de l'éjection systolique, nous comptons le nombre de battement pendant 60 secondes.

4.2 : Déroulement de la prise de la fréquence cardiaque maximale

Immédiatement après l'arrêt du joueur qui ne peut plus poursuivre le test, l'entraîneur le plus proche de lui, relève la fréquence cardiaque maximale (FC max) au niveau de l'artère carotide en position debout.

Cependant le nombre de pulsations est compté pendant six secondes (6 s) pour éviter une baisse de la fréquence cardiaque. Ensuite le nombre est multiplié par 10 pour le ramener à 60 s.

4.3 : Déroulement du test de Vaméval

Les sujets sont répartis en groupes de performance. Les groupes passent l'un après l'autre. L'échauffement n'est pas nécessaire. Les bips émis par le bip sonore sont repris par le sifflet. Le joueur est séparé de celui qui le suit de vingt mètres (20 m). Ils démarrent le test en même temps.

A chaque sifflet, le joueur doit se trouver au niveau du plot placé 20 m devant lui. Le palier est validé si le joueur n'a pas acquis un retard de plus 2 m pour atteindre le plot suivant.

Nous les encourageons quand ils couraient en leur rappelant le nombre de palier en cours. Nous demandons à un sujet de s'arrêter dès qu'il contractait un retard de plus de 2 m. Le sujet sort de la piste, et nous notons le nombre de paliers sur la fiche d'enregistrement.

4.4 : Déroulement de l'entraînement

Quelques principes sont proposés pour les séances d'entraînement.

Le travail est réalisé de la manière suivante :

- l'entraînement dure une heure,
- l'échauffement est de 15mn à base d'exercices avec ballon (sauf les séances d'évaluation),

- trois séries de 6mn sont à effectuer : 10s de course pour une récupération de 20s (10''-20'') pour le premier méso- cycle. Quant au deuxième méso- cycle, nous avons travaillé sur 15s de course et 15s de récupération (15''-15'') ;

- la récupération entre série est de 6mn (avec 3mn de récupération passive plus 3 mn de récupération active),

- les séances d'entraînement se terminent par un retour au calme de 9 mn (5 mn course légère et 4 mn d'étirement).

- le travail de l'intermittent « course » : consiste à l'apprentissage et le maintien de la régularité du rythme de course (voir annexe) ;

- le travail de l'intermittent « course sprint » : nous avons proposé des exercices de démarrage, de vitesse de réaction (voir annexe) ;

- le travail de l'intermittent « course bondissements » : concerne les exercices qui visent le développement de la fréquence, l'amplitude (voir annexe) ;

- le travail de l'intermittent « force » : est une séance de renforcement musculaire (voir annexe).

Les joueurs sont répartis en trois groupes de performance après le test diagnostique.

Tableau 2 : Les distances de course des sujets pour le cycle 1 et le cycle 2

Groupes	Sujets	Cycle 1	Cycle 2
<i>Groupe 1</i>	1-17-8-18-4	50 m à 85%	60 m à 90%
<i>Groupe 2</i>	6-14-12-11-5-13-9	55 m à 85%	65 m à 90%
<i>Groupe 3</i>	3-10-7-15-16-2	60 m à 85%	70 m à 90%

III. TRAITEMENT STATISTIQUE

Après le recueil des données, nous avons calculé la moyenne et l'écart type de toutes les variables des joueurs.

Pour voir si oui ou non, il y a une amélioration significative des paramètres étudiées, nous avons comparé les moyennes obtenues lors des trois tests (pré- test, test intermédiaire, test final) par un test de Student.

Nous avons fixé notre probabilité d'erreur à 5% (l'erreur que nous avons accepté de commettre en se prononçant sur l'hypothèse posée) :

Ho : il existe une différence statistiquement significative entre les moyennes obtenues lors des trois tests.

NB : Cependant nous avons d'abord vérifié l'égalité des variances avant d'effectuer le test T Student. Car la taille de notre échantillon est faible (9 sujets)

Chapitre 3 :
Présentation et
Commentaire
des Résultats

I. PERFORMANCES DES SUJETS AVANT ENTRAÎNEMENT

Le tableau 3 ci-dessous présente les valeurs individuelles et moyennes du nombre de paliers, de la VMA, de la VO₂max, de la fréquence cardiaque de repos (fc R) et de la fréquence cardiaque maximale (fc max) des joueurs avant entraînement.

Tableau 3 : Valeurs individuelles et moyennes du nombre de paliers, de la VMA (km.h⁻¹), de la VO₂max (ml.mn⁻¹.kg⁻¹), de la fc R (b.mn⁻¹) et de la fc max (b.mn⁻¹) des joueurs avant entraînement.

Sujets	Paliers	VMA (km.h ⁻¹)	Vo ₂ max (ml.mn ⁻¹ .kg ⁻¹)	Fc.r (b.mn ⁻¹)	Fc.m (b.mn ⁻¹)
3	11	13	51	50	190
4	14	14,5	54,6	50	170
7	11	13	49,1	70	190
9	12	13,5	52,9	70	190
11	13	14	52,8	70	170
13	12	13,5	52,9	70	180
16	11	13	51	70	180
17	15	15	58,6	50	180
18	14	14,5	56,7	50	200
Moyenne	12,55	13,77	53,28	61	183
Ecart type	±1,50	±0,75	±2,96	±10,54	±10

Commentaire :

La moyenne du nombre de palier du groupe expérimental est 12,55 km.h⁻¹. Cette moyenne correspond à une VMA de 13,77 km.h⁻¹ soit une VO₂max de 53,28 ml.mn⁻¹.kg⁻¹.

La fréquence cardiaque de repos moyenne est de 61 b.mn⁻¹. Il y a un seul joueur (17) qui a atteint le palier 15 avec une VMA de 15 km.h⁻¹. Sa fréquence cardiaque de repos est 50 b.mn⁻¹ et sa fréquence cardiaque maximale est 200 b.mn⁻¹. La plus faible VMA (13 km.h⁻¹) a été obtenue par les joueurs 3, 7, 16.

II. PERFORMANCES DES SUJETS APRES QUATRES SEMAINES D'ENTRAINEMENT

Le tableau 4 ci-dessous présente les valeurs individuelles et moyennes du nombre de paliers, de la VMA, de la VO₂max, de la fc R et de la fc max des joueurs après quatre semaines d'entraînement.

Tableau 4 : Valeurs individuelles et moyennes du nombre de paliers, de la VMA (km.h⁻¹), de la VO₂max (ml.mn⁻¹.kg⁻¹), de la fc R (b.mn⁻¹) et de la fc max (b.mn⁻¹) des joueurs après quatre semaines d'entraînement.

Sujets	Paliers	VMA (km.h⁻¹)	Vo₂max (ml.mn⁻¹.kg⁻¹)	Fc.r (b.mn⁻¹)	Fc.m (b.mn⁻¹)
3	12	13,5	52,9	70	180
4	15	15	56,4	50	190
7	13	14	52,8	60	180
9	11	13	51	60	170
11	15	15	56,4	50	200
13	11	13	51	50	180
16	11	13	51	60	180
17	14	14,5	56,7	50	190
18	15	15	58,6	50	190
Moyenne	13	14	54,08	55	184
Ecart type	±1,80	±0,90	±2,94	±7,26	±8,81

Commentaire :

La VMA moyenne de nos sujets est 14 km.h⁻¹. La fréquence cardiaque de repos et de la fréquence cardiaque maximale moyenne sont 55 b.mn⁻¹ et 184 b.mn⁻¹ respectivement. Trois joueurs 18, 11, 4, ont atteint une VMA de 15 km.h⁻¹. Cependant une baisse de la VMA de 0,5 à 1 km.h⁻¹ est notée chez les sujets 9, 13, 17. La plus faible VMA est obtenue par les sujets 9, 13, 16 (13 km.h⁻¹).

III. PERFORMANCE DES SUJETS APRES HUIT SEMAINES D'ENTRAINEMENT

Le tableau 5 ci-dessous présente les valeurs individuelles et moyennes du nombre de paliers, de la VMA, de la VO₂max, de la fc R et de la fc max des joueurs après huit semaines d'entraînement.

Tableau 5 : Valeurs individuelles et moyennes du nombre de paliers, de la VMA (km.h⁻¹), de la VO₂max (ml.mn⁻¹.kg⁻¹), de la fc R (b.mn⁻¹) et de la fc max (b.mn⁻¹) des joueurs après huit semaines d'entraînement.

Sujets	Paliers	VMA (km.h⁻¹)	Vo₂max (ml.mn⁻¹.kg⁻¹)	Fc.r (b.mn⁻¹)	Fc.m (b.mn⁻¹)
3	12	13,5	52,9	60	170
4	16	15,5	58,2	50	200
7	15	15	56,4	50	180
9	12	13,5	52,9	70	180
11	16	15,5	58,2	40	200
13	15	15	58,6	50	190
16	12	13,5	52,9	70	170
17	16	15,5	60,5	50	200
18	17	16	62,4	50	200
Moyenne	14,50	14,77	57	54	187
Ecart type	±2,00	±1,00	±3,49	±10,13	±13,01

Commentaire :

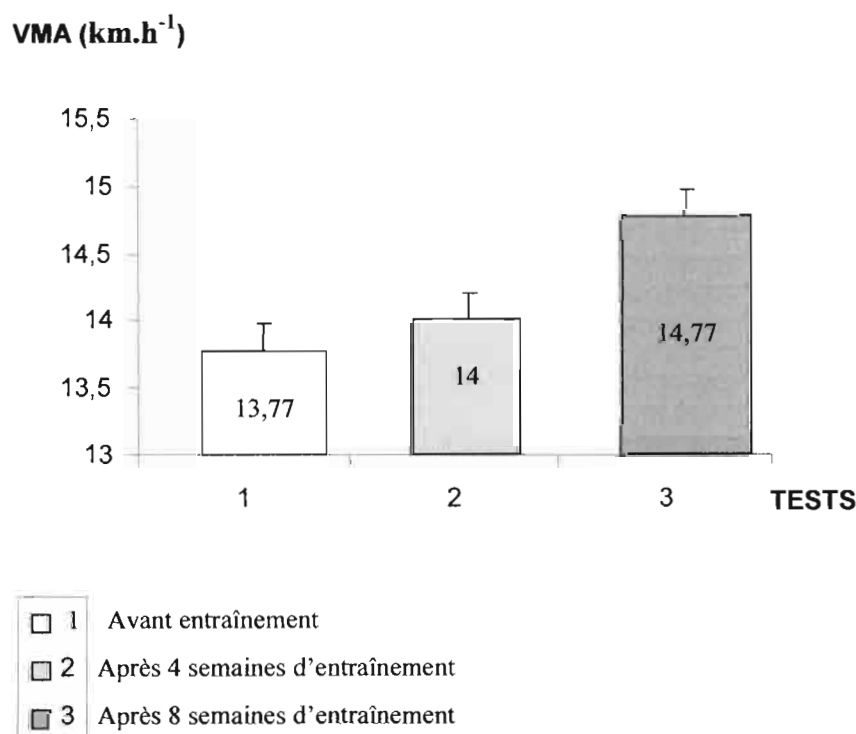
Après huit semaines d'entraînement, les sujets ont obtenus une VMA moyenne de 14,77 km.h⁻¹, une VO₂ max moyenne de 57 ml.mn⁻¹.kg⁻¹, une fréquence cardiaque de repos moyenne de 54 b.mn⁻¹ et une fréquence cardiaque maximale moyenne de 187 b.mn⁻¹. Six sujets (4, 7, 11, 13, 17, 18) ont obtenu une VMA supérieure à la moyenne du groupe. La plus faible VMA (13,5 km.h⁻¹) est obtenue par 3 joueurs (3, 9, 16).

IV. COMPARAISON DES VALEURS MOYENNES OBTENUES PAR NOS SUJETS AVANT ET APRES ENTRAÎNEMENT

1 : Comparaison des valeurs moyennes de la VMA des sujets avant et après entraînement

Le graphique 1 ci-dessous présente les résultats de la comparaison de la VMA moyenne des joueurs avant et après entraînement.

Graphique 1 : Comparaison de la VMA des joueurs avant et après entraînement.



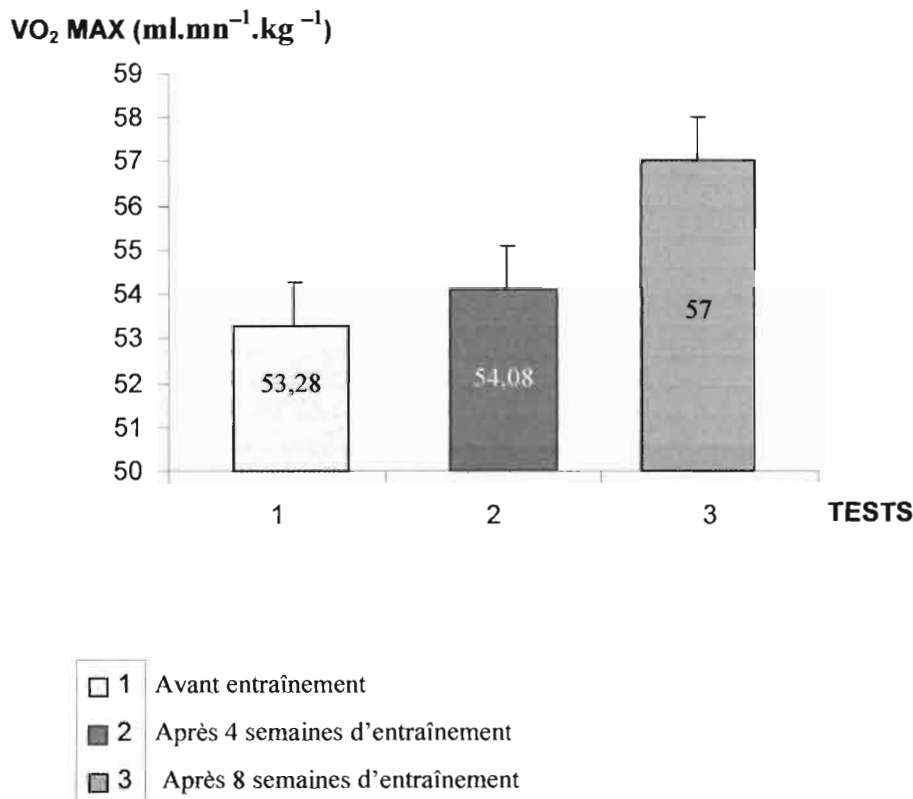
Les résultats du test Student ($P > 5\%$) montrent que la VMA moyenne obtenue par nos sujets à la fin de l'entraînement est significativement supérieure à celle obtenue lors du pré-test et du test intermédiaire.

Ces résultats du test sont confirmés par le graphique 1 ci-dessus.

2 : Comparaison des valeurs moyennes de la VO₂ max des sujets avant et après entraînement.

Le graphique 2 ci-dessous présente les résultats de la comparaison de la VO₂ max moyenne des joueurs avant et après entraînement.

Graphique 2 : Comparaison des valeurs moyennes de la VO₂ max des joueurs avant et après entraînement.



Les résultats du test Student ($P > 5\%$) montrent que la VO₂ max moyenne obtenue par nos sujets à la fin de l'entraînement est significativement supérieure à celle obtenue lors du pré-test et du test intermédiaire.

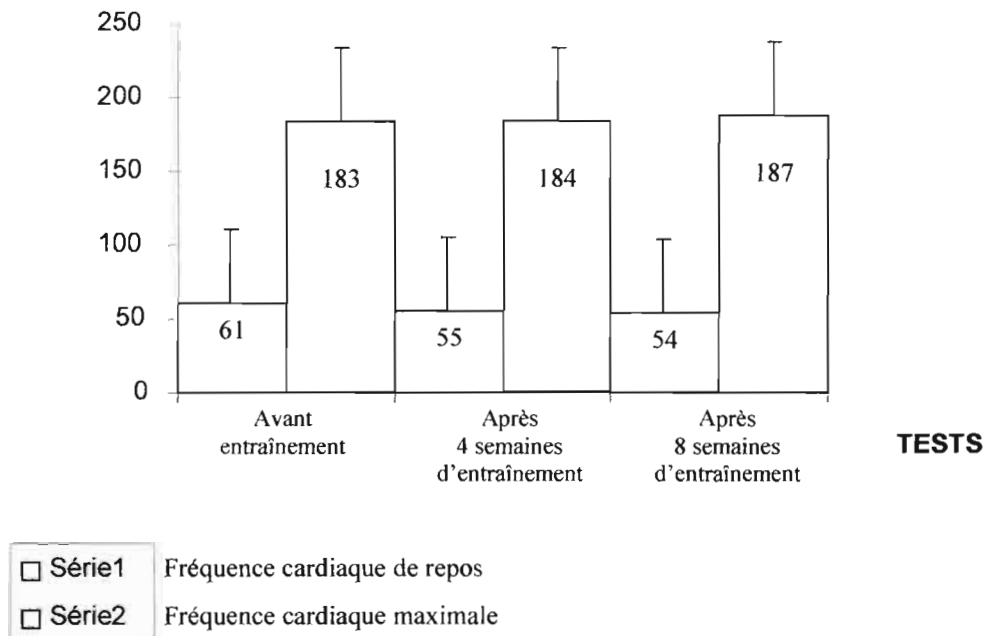
Ces résultats du test sont confirmés par le graphique 2 ci-dessus.

3 : Comparaison des valeurs moyennes de la fréquence cardiaque de repos et de fréquence cardiaque maximale des sujets avant et après entraînement.

Le graphique 3 ci-dessous présente les résultats de comparaison de la fréquence cardiaque de repos et de la fréquence cardiaque maximale moyenne des joueurs avant et après entraînement.

Graphique 3 : Comparaison des valeurs moyenne de la fréquence cardiaque de repos et de fréquence cardiaque maximale des joueurs avant et après entraînement.

FCR - FC MAX (b.mn⁻¹)



Les résultats du test Student montrent que la fréquence cardiaque de repos moyenne obtenue par nos sujets après huit semaines d'entraînement est significativement plus faible que celle obtenue au pré-test et au test intermédiaire.

Cependant, il n'existe aucune différence de la fréquence cardiaque maximale moyenne statistiquement significative entre les trois tests même si on ne l'aperçoit pas nettement sur le graphique ci-dessus.

Chapitre 4 :
Discussion

DISCUSSION

Notre discussion portera sur la vitesse maximale aérobie, la consommation d'oxygène (VO_2 max), la fréquence cardiaque de repos, la fréquence cardiaque maximale et sur les limites de notre étude.

La VMA moyenne de nos sujets avant entraînement est $13,77 \text{ km.h}^{-1}$. Elle a atteint au test intermédiaire (4 semaines) 14 km.h^{-1} et $14,77 \text{ km.h}^{-1}$ après huit semaines d'entraînement.

Quel que soit le test choisi, si celui-ci est réalisé pour la première fois, nous risquons de ne pas trouver les valeurs de la VMA réelles.

Parce que, le premier test constitue quelque part un apprentissage pour le sportif qui ne l'a jamais pratiqué. De ce fait, les valeurs trouvées lors du test diagnostique risquent de ne pas exprimer la valeur réelle du sportif.

La vitesse maximale aérobie moyenne de nos sujets après huit semaines d'entraînement est significativement supérieure à celle obtenue avant entraînement ($13,77 \text{ km.h}^{-1}$). Elle devient 14 km.h^{-1} après quatre semaines d'entraînement et atteint $14,77 \text{ km.h}^{-1}$ après huit semaines d'entraînement.

La moyenne de la vitesse maximale aérobie de notre échantillon est inférieure à celle de jeunes français [18] âgés de 15 ans ($17,1 \pm 0,7$) et de 16 ans ($17,3 \pm 0,7 \text{ km.h}^{-1}$).

Nous n'avons pas noté de différence statistique significative entre la VMA obtenue avant entraînement et celle après quatre semaines d'entraînement chez nos sujets..

Ces résultats signifient que quatre semaines d'entraînement semblent insuffisantes pour l'amélioration significative de la VMA.

La VO_2 max moyenne de nos sujets avant entraînement est $53,28 \text{ ml.mn}^{-1}.\text{kg}^{-1}$.

Elle devient $54,08 \text{ ml.mn}^{-1}.\text{kg}^{-1}$ après quatre semaines d'entraînement et atteint $57 \text{ ml.mn}^{-1}.\text{kg}^{-1}$. Ainsi la VO_2 max moyenne de nos sujets est parfaitement incluse dans l'intervalle (51 à $70 \text{ ml.mn}^{-1}.\text{kg}^{-1}$) délimité par PRADET [22] et KARLSON [13] chez de jeunes footballeurs âgés de 15 à 18 ans en phase de formation.

En outre la VO_2 max moyenne de notre échantillon est inférieure à celle de jeunes footballeurs français ($59,9 \pm 3,1$ à $60,6 \pm 3,2 \text{ ml.mn}^{-1}.\text{kg}^{-1}$) du CNTFS Clairefontaine.

Avant entraînement la moyenne de la fréquence cardiaque de repos de notre échantillon est 61 b.mn^{-1} . Elle baisse jusqu'à 55 b.mn^{-1} après quatre semaines d'entraînement et atteint 54 b.mn^{-1} après huit semaines d'entraînement.

Ces valeurs sont inférieures à celles de l'homme adulte sain et sédentaire (65 b.mn^{-1}) [8].

Plus un athlète est entraîné en endurance, et plus basse sera sa fréquence cardiaque de repos. Cette diminution du rythme cardiaque de repos témoigne d'un renforcement du tonus vagal dû à l'entraînement [8].

La fréquence cardiaque de repos moyenne de nos sujets a significativement baissé après huit semaines d'entraînement. Ainsi l'entraînement subi par nos sujets est efficace pour augmenter chez nos joueurs le tonus du nerf vague cardio modérateur.

Après un exercice, l'augmentation de la fréquence cardiaque de repos est proportionnelle à la réaction et l'adaptation de l'organisme à l'effort.

La fréquence cardiaque maximale moyenne de nos sujets avant entraînement est 183 b.mn^{-1} . Elle est de 184 b.mn^{-1} après 4 semaines, et 187 b.mn^{-1} au test final. Les résultats du test Student n'ont révélés aucune différence significative entre les trois moyennes ($P < 0,05$).

Ces valeurs de la fréquence cardiaque maximale (fc max) trouvées chez nos sujets lors des tests sont inférieures à la fc max théorique qui dépend de l'âge : $\text{fc max} = 220 - \text{âge} \pm 10 \text{ b.mn}^{-1}$ [8].

LES LIMITES DE NOTRE ETUDE

Notre recherche présente quelques limites :

- la faible taille de l'échantillon dû à la perte de sujets (9 joueurs) durant le protocole,
- l'absence souvent de certains joueurs blessés pendant les matches ou à l'entraînement,
- le non surpassement de certains joueurs pendant les séances d'évaluation,
- le manque de concentration souvent de certains joueurs pendant les séances d'entraînement et d'évaluation,
- la fréquence cardiaque évaluée manuellement à cause de la non disponibilité d'un cardio-fréquencemètre.

Conclusion

CONCLUSION

Le but de notre recherche est d'étudier l'amélioration de la Vitesse Maximale Aérobie (VMA) chez de jeunes footballeurs sénégalais. Ces derniers ont subi un programme d'entraînement sur une période de 8 semaines.

Notre échantillon est composé de 18 joueurs sénégalais de l'Institut « **DIAMBARS** » âgés de 15 à 16 ans.

Ainsi neuf parmi eux ont entièrement réalisé les trois tests et les deux cycles d'entraînement. Cela s'explique par les critères d'inclusions.

A la fin du programme d'entraînement (8 semaines) la VMA et la VO_2 max de notre échantillon ont significativement augmenté. La fréquence cardiaque de repos quant à elle, a nettement baissée.

Cependant la fréquence cardiaque maximale n'a pas significativement variée à l'issue des 8 semaines d'entraînement.

Il ressort de cette étude que le programme d'entraînement de huit semaines proposé aux jeunes de l'Institut « **DIAMBARS** » pourrait améliorer la VMA, la VO_2 max et entraînerait un renforcement du nerf vague cardio modérateur.

Notre recherche pourrait servir de grilles d'entraînement et d'évaluation aux éducateurs et entraîneurs de la petite catégorie surtout sur le plan physique afin de participer à la reconstruction du football sénégalais en pleine décadence.

L'institut « **DIAMBARS** » m'a offert l'opportunité de passer de la théorie à la pratique de l'entraînement avec la promotion de **TOMAS –RYAN- VIG**.

Suggestion

SUGGESTIONS

En tant qu'athlète et entraîneur, nous avons toujours regardé le football avec intérêt. Nous nous sommes très vite rendu compte de l'importance de la VMA dans la préparation physique.

Alors, il serait intéressant de poursuivre cette étude avec :

- un nombre de sujets beaucoup plus important,
- trois évaluations à réaliser durant la saison (au début, au milieu et en fin de saison),
- un réaménagement du programme d'entraînement en raison de 16 séances (2 séances d'une heure par semaine)
- des sujets n'étant pas dans les mêmes conditions d'hébergement, de nutrition et d'entraînement que ceux de l'Institut « DIAMBARS »,
- une surveillance et une correction de certains mouvements des joueurs lors des séances d'entraînement.

De ce fait, il faudra améliorer la technique de course en insistant sur ;

- le placement du bassin,
- la fixation du tronc,
- le mouvement des bras,
- l'amplitude de la foulée de course,
- et les appuis au sol.

Bibliographie

BIBLIOGRAPHIE

- 1. Astrand, Rodhal, R. (1980).** *Précis de physiologie de l'économie musculaire.*
Paris, Masson,
- 2. Bouet, M. (1995).** *Signification du Sport.*
Paris, Harmattan, p 36.
- 3. Cazorla, G. (2002).** « *Tests de terrain pour évaluer la capacité aérobie et utilisation de leurs résultats* ».
Coeur et Sport, 7ème congrès international sur l'Homme et l'effort, 28-29 juin.
- 4. Carzorla, G. Dudal, J. (1986).** *in Revue Programmation d'évaluation de la motricité de l'enfant et de l'adolescent.*
Côte d'Ivoire, ministère de la jeunesse et sport France.
- 5. Chesneau, J. L, Duret, G. (1993).** *Fiches technique de football.*
Paris, édition Vigot, p 9.
- 6. Cometti, G. (1993).** *Football et musculation.*
Paris, éditions Actio,.
- 7. Fox et Mathews, D.K (1984).** *Bases Physiologiques de l'activité musculaire.*
Montréal Décarie, Paris, Vigot, p 11.
- 8. Gacon, G. In Revue Signification et rôle de la fréquence cardiaque dans l'entraînement aérobie.**
Cardisport DIJON.
- 9. Gerbeaux, Coll. (1996).** « *Fondamentaux d'une pratique aérobie en milieu scolaire* ».
Revue EP.S n°259, mai-juin, p. 80.
- 10. Gerbeaux, Coll. (1991).** « *Le test piste sans piste : la mesure de la puissance maximale aérobie à l'école* ».
Revue EP.S n°231, septembre-octobre, p. 37.

11. Goriot, G. (1980). *Les fondamentaux de l'athlétisme.*

Paris, Vigot, p 20.

12. Harrichaud, Medelli, J. (1990). *VO2 max et performance, aptitude physique, tests d'efforts, tests de terrain.*

Paris, Chiron, chapitre 9, pp 75,101.

13. Karlson, J. (1979). *Muscle strength and muscle characteristics in monozygous and dizygous, twins*

Acta Physiol.Scand.106, pp 319, 325.

14. Lacour, (1992). *Biologie de l'exercice musculaire.*

Masson, 292 pages.

15. Lacour, J.R. Flandrois, R. Briet, G. (1980). *Influence de l'entraînement sur l'évolution de l'aptitude physique de jeunes footballeurs.*

Marly- le -Roi. XXVI^e congrès Nat Med, Fédération Française de Football.

16. Lambertin, F. *Football Préparation Physique intégrée.*

édition Amphora s.sa, Novembre.

17. Larson. (1941). *A Factor analysis of motor ability variables and tests with tests for college men.*

Research quarterly, 12 octobre, pp 499- 517.

18. Le Gall, F. (2005). : *Suivi médico- physique et football CTNFS. Clairefontaine.*

la pitié Salpêtrière 23 juin.

19. Léger, L. (1999) « *Les cadences infernales* ».

Sport et Vie n°55, juillet-août, p. 40.

20. Mombaerts, E. (1991). *Football.*

Paris, édition, Actio.

21. Pradet, P. (1996). *Préparation Physique.*

Collection d'entraînement, édition d'INSEP, p 22.

22. Pradet, M. (1996). *Comprendre l'athlétisme : sa pratique et son enseignement.*

Paris, INSEP, p. 73.

23. Taelman, R. Hauzeur, J. P. (1989). *L'entraînement du jeune footballeur.*

Paris, édition Amphora s.a., pp. 11-12.

24. Taelman, R. Simon, J. (1991). *Football Performance.*

Paris, Amphora s.a. p 53.

25. Turpin, B. (1990). *Préparation Physique du footballeur.*

Paris, édition Amphora s.sa, pp 10, 30, 76.

26. Vaussenat, M. et Coll (1991). *Un cycle de course : les acquis.*

Revue EPS n°228, Mars- Avril, p.46.

27. Vogelaere, P. (1985). *Football, une approche physiologique.*

Sport 3, pp. 177- 183

28. Weineck, J. (1983). *Manuel d'Entraînement.*

Paris, Vigot, pp17, 35.

29. Weineck, J. (1986). *Manuel d'entraînement.*

Nouvelle traduction, Paris, Vigot, pages 107, 177, 293.

Mémoires

30. Gning, M. (2005-2006). *Profil physique et morphologique des jeunes footballeurs âgés 11 à 16 ans dans la région de Dakar.*

Mémoire de maîtrise STAPS, INSEPS.

31. Goudiaby, E.H. (1991- 1992). *Etude de la relation entre la consommation maximale d'oxygène et la performance chez les athlètes.*

Mémoire de maîtrise STAPS, INSEPS.

32. Mar, M. (2005- 2006). *Importance de la préparation physique au niveau des jeunes : amélioration des qualités de vitesse.*

Master II entraînement et management du sport, université Bourgogne.

33. MBaye, M. T. (1992- 1993). *Etude de la relation entre la consommation maximale d'oxygène, le pouls d'oxygène, la fréquence du pouls de récupération et de la performance maximale dans différents sports.*

Mémoire de maîtrise STAPS, INSEPS.

34. MBissine, M. I.G. D. (2002- 2003). *Profil physique et morphologique de footballeurs sénégalais.*

Mémoire de maîtrise STAPS, INSEPS.

35. Diop, M. (1991- 1992) *Consommation Maximale d'Oxygène et performance au cyclisme.*

Mémoire de maîtrise STAPS, INSEPS.

Annexes




NB : LES SEANCES 1, 8 ET 16 SONT DES SEANCES D'EVALUATION. ELLES SONT REPRESENTEES DANS LA PARTIE DE LA METHODOLOGIE (VOIR DEROULEMENT DU TEST DE VAMEVAL PAGE 32)

Cycle : 1

Séance : 2

Thème : Intermittent « course »

Objectif : remise à niveau, technique de course




Entraînement		Explications	Durée		Evolution
Séance	Exercices		Répétition	Récupération	
Echauffement	Course légère	Course légère et progressive des joueurs dans le sens de la largeur du terrain.		7'	
	Assouplissement	Talon fesse, élévation genoux, rotation du bassin, balancement des bras.		5'	
	Stretching	étirement des membres inférieurs.		3'	
Séries	Course	Course	10"		
	Récupération	Marche		20"	
Retour au calme	Course légère	Ils trottinent autour du terrain		5'	
	Etirement	étirement des membres inférieurs		4'	

Cycle : 1

Séance : 3

Thème : Intermittent « course sprint »

Objectif : vitesse de réaction


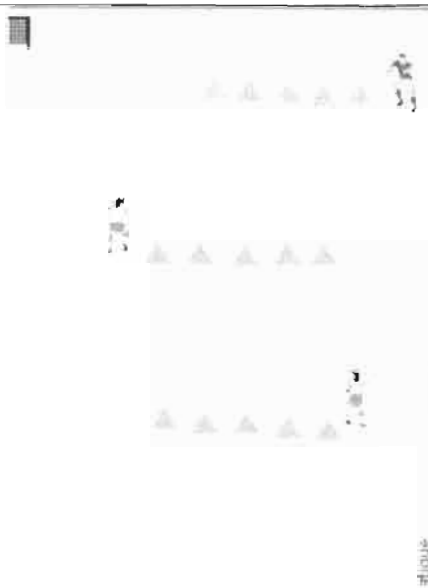
Entraînement		Explications	Durée		Evolution
Séance	Exercices		Répétition	Récupération	
Echauffement	Jeu de torrent	1 joueur cherche le ballon parmi 3 adversaires	7'		
	Passé à deux déplacements libres	Passé entre deux joueurs avec des déplacements variés	5'		
	Stretching	Etirement des membres inférieurs	3'		
Séries	Course	Course	10"	20"	
	Récupération	Trottine			
	Sprint	Accélération sur 10m	3"		
	Récupération	Trottine		27"	
Retour au calme	Course légère	Trottine autour du terrain	5'		
	Etirement	Etirement des membres inférieurs	4'		

Cycle : 1

Séance : 4

Thème : Intermittent « course bondissements verticaux »

Objectif : amélioration de la détente, impulsion


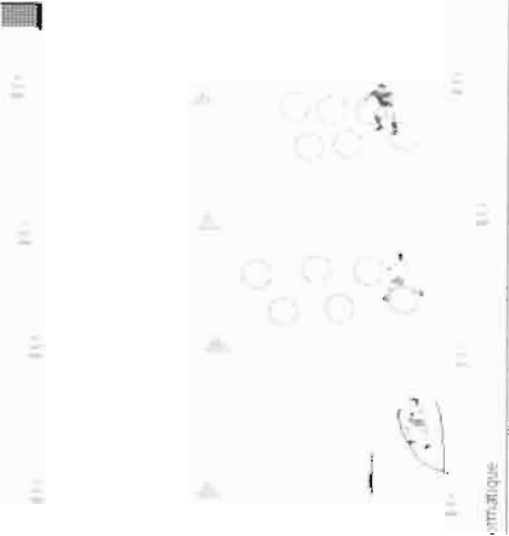
Entraînement		Explications	Durée		Evolution
Séance	Exercices		Répétition	Récupération	
Echauffement	Jonglage	Elévation du ballon avec des gestes techniques	7'		
	Passé à deux, déplacement libre	Passé effectuée par des joueurs avec divers déplacements	5'		
	Stretching	Etirement des membres inférieurs	3'		
Séries	<u>Série 1 :</u> course +récupération bondissement vertical récupération	Course + Marche Saut sur des plots Marche	10" 10"	20" 20"	
	<u>Série 2:</u> course +récupération bondissement vertical latéral droit + récup	Course + Marche Saut sur des plots coté droit Marche	10" 10"	20" 20"	
	<u>Série 3 :</u> course + récupération bondissement vertical latéral gauche récupération	Course + Marche Saut sur des plots coté gauche Marche	10" 10"	20" 20"	
Retour au calme	Course légère	Trottine autour du terrain	5'		
	Etirement	Etirement	4'		

Cycle : 1

Séance : 5

Thème : Intermittent « course bondissements horizontaux »

Objectif : amélioration de la coordination, la pose des appuis, l'amplitude, fréquence


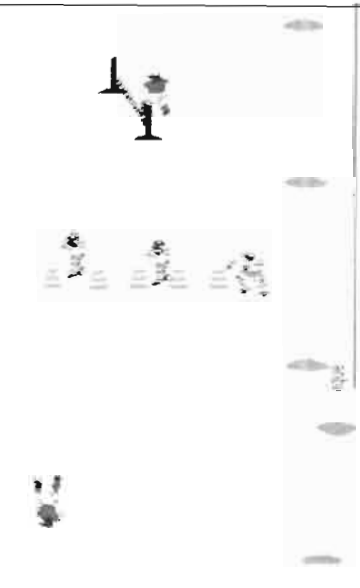
Entraînement		Explications	Durée		Evolution
Séance	Exercices		Répétition	Récupération	
Echauffement	Passé courte	Les joueurs se font des passes courtes avec déplacement Talon fesse, élévation genoux, rotation du bassin, balancement des bras Etirement des membres inférieurs	7'		
	Assouplissement		5'		
	Stretching		3'		
Séries	<u>Série 1 :</u> Course + récup Bondissement sur cerceaux rapprochés Récupération	course + marche saut sur des cerceaux proches marche	10" 10"	20" 20"	
	<u>Série 2 :</u> course + récup Bondissement sur cerceaux éloignés Récupération	course + Marche Saut sur cerceaux écartés marche	10" 10"	20" 20"	
	<u>Série 3 :</u> Course + récup Bondissement avec corde en se déplaçant récupération	Course + Marche Saut avec corde en déplacement Marche	10" 10"	20" 20"	
	Course légère	Trottine autour du terrain	5'		
	Etirement	Etirement	4'		
	Retour au calme				

Cycle : 1

Séance : 6

Thème : Intermittent « force- endurance »

Objectif : renforcement musculaire

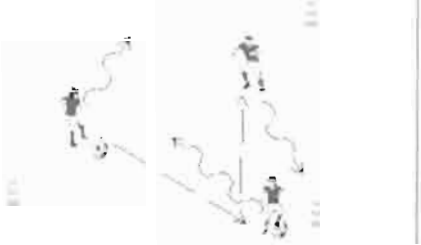

Entraînement		Explications	Durée		Evolution
Séance	Exercices		Répétition	Récupération	
Echauffement	jonglage	Les joueurs jonglent avec toutes les surfaces de contact		7'	
	jeu de taureau	Quatre joueurs avec un au milieu qui essaye de récupérer la balle		5'	
	Stretching	Etirement des membres inférieurs		3'	
Séries	<u>Série 1:</u> Course + Récup Saut sur élastique	course + marche saut sur élastique attaché sur 2 poteaux marche	10" 10"	20"	
	Récupération <u>Série 2:</u> course + Récup Saut sur cône	course + marche saut sur place au dessus du cône marche	10" 10"	20"	
	Récupération			20"	
	<u>Série 3 :</u> course Récup Abdo Récup	course marche gainage marche	10" 10"	20" 20"	
	Course légère	Ils trottinent autour du terrain		5'	
	Etirement	Ils s'étirent ensuite		4'	

Cycle : 1



Séance : 7

Thème : Intermittent « course sprint »

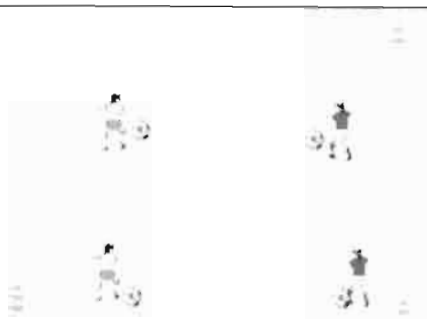
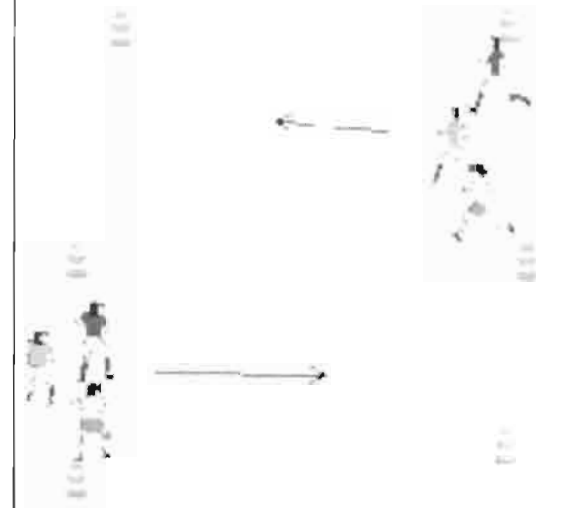
Objectif : amélioration de la vitesse de réaction

Entraînement		Explications	Durée		Evolution
Séance	Exercices		Répétition	Récupération	
Echauffement	Passe et déplacement	Passe et va	7'		
	Passe et accélération	Passe et accélération avec changement direction	5'		
	Stretching	Etirement des membres inférieurs	3'		
Séries	Course	Course	10"	20"	
	Récupération	Trottine			
	Sprint récup	Accélération sur 10m Trottine	3"		
Retour au calme	Course légère	Trottine autour du terrain	5'		
	Etirement	Etirement des membres inférieurs	4'		

Cycle : 2
 Séance : 9
 Thème : remise à niveau
 Objectif : régénération

Entraînement		Explications	Durée		Evolution
Séance	Exercices		Répétition	Récupération	
Echauffement	Conduite de balle	Circulation de balle	7'		
	Jonglage	Les joueurs jonglent avec toutes les surfaces de contacts	5'		
	Stretching	Etirement des membres inférieurs	3'		
Série	Course	Course	15"	15"	
	Récupération	Marche			
Retour au calme	Course légère	Trottine autour du terrain	5'		
	Etirement	Etirement des membres inférieurs	4'		

Cycle : 2
 Séance : 10
 Thème : remise à niveau
 Objectif : régénération

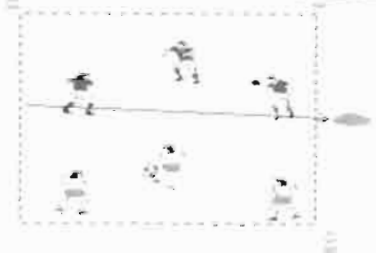

Entraînement		Explications	Durée		Evolution
Séance	Exercices		Répétition	Récupération	
Echauffement	Conduite de balle	Circulation de balle	7'		
	Jonglage	Les joueurs jonglent avec toutes les surfaces de contacts	5'		
	Stretching	Etirement des membres inférieurs	3'		
Série	Course	Course	15"	15"	
	Récupération	Marche			
Retour au calme	Course légère	Trottine autour du terrain	5'		
	Etirement	Etirement des membres inférieurs	4'		

Cycle : 2

Séance : 11

Thème : Intermittent « force- endurance »

Objectif : renforcement musculaire


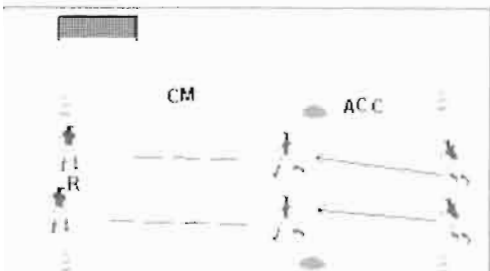
Entraînement		Explications	Durée		Evolution
Séance	Exercices		Répétition	Récupération	
Echauffement	Tennis ballon	Par groupe de 3 joueurs dans un carré délimité au milieu jonglent entre eux	7'		
	Assouplissement	Talon fesse, élévation genoux, rotation du bassin, balancement des bras	5'		
	Stretching	Etirement des membres inférieurs	3'		
Séries	<u>Série 1 :</u> saut sur plot	Saut avant, saut arrière au dessus d'un plot	15"	15"	
	récup	Trottine	15"		
	<u>Série 2 :</u> ½ squats	Jambe semi fléchi formant un 90°	15"	15"	
	Récup	Trottine	15"		
	<u>Série 3 :</u> abdos	Gainage (dorsal latéral ventral)	15"	15"	
	récup	trottine	15"		
Retour au calme	Course légère	Trottine autour du terrain	5'		
	Etirement	Etirement	4'		

Cycle : 2

Séance : 12

Thème : Intermittent « course à 2 vitesses »

Objectif : développement de la vitesse de course, de la vitesse de réaction


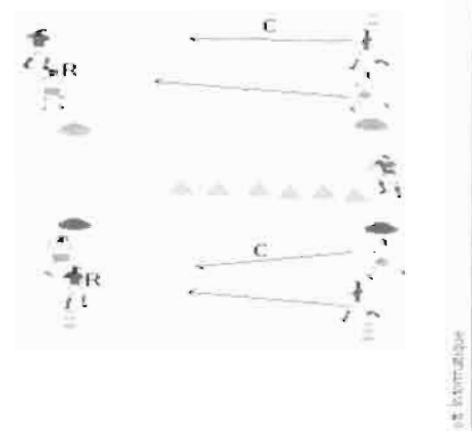
Entraînement		Explications	Durée		Evolution
Séance	Exercices		Répétition	Récupération	
Echauffement	Passé à deux	Les joueurs se font des passes diverses et variées	7'		
	Assouplissement	Talon fesse, élévation genoux, rotation du bassin, balancement des bras	5'		
	Stretching	Etirement des membres inférieurs	3'		
Série	Course à deux vitesses	Course rapide sur 20m ensuite intermittente course	15"		
	Récupération	Marche		15"	
Retour au calme	Course légère	Trottine autour du terrain	5'		
	Etirement	Etirement des membres inférieurs	4'		

Cycle : 2

Séance : 13

Thème : Intermittent « à 2 variantes » : course- bondissements

Objectif : amélioration de l'amplitude, de la coordination et de la détente


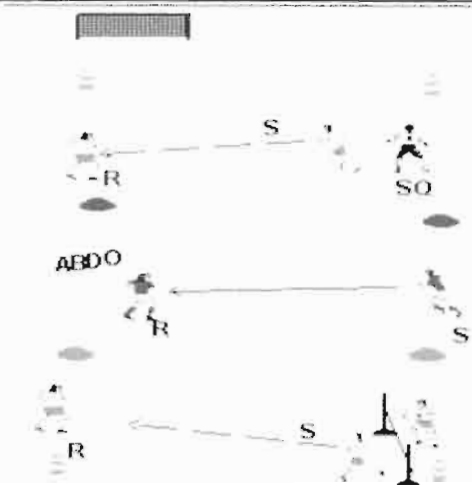
Entraînement		Explications	Durée		Evolution
Séance	Exercices		Répétition	Récupération	
Echauffement	Course légère	Les joueurs courent ensemble dans le sens de la largeur du terrain	7'		
	Circulation de balle	Conduite de balle avec toutes les surfaces de contacts	5'		
	Stretching	Etirement des membres inférieurs	3'		
Séries	<u>Série 1 :</u> Course Récup	Course Trottine	15"	15"	
	<u>Série 2 :</u> Bondissement récup	Bondissement Trottine	15"	15"	
	<u>Série 3 :</u> course	Course	15"		
	Récup	trottine		15"	
Retour au calme	Course légère	Trottine autour du terrain	5'		
	Etirement	Etirement des membres inférieurs	4'		

Cycle : 2

Séance : 14

Thème : Intermittent « à 2 variantes » : force- endurance- sprint

Objectif : développement de la vitesse de réaction et renforcement musculaire


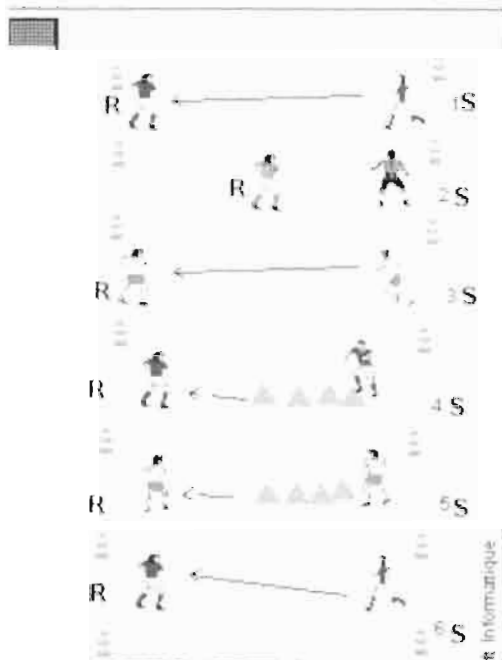
Entraînement		Explications	Durée		Evolution
Séance	Exercices		Répétition	Récupération	
Echauffement	Conduite de balle	Circulation libre avec ballon pour chaque joueur	7'		
	Assouplissement	Talon fesse, élévation genoux, rotation du bassin, balancement des bras	5'		
	Stretching	Etirement des membres inférieurs	3'		
Séries	<u>Série 1 :</u> ½ squats récup Sprint récup	Jambe fléchi de 90° puis marchent Démarrage sur 10m avec réaction marche	15''	15''	
	<u>Série 2 :</u> sprint récup Abdos récup	Démarrage sur 10m avec réaction marche Gainage marche	15''	15''	
	<u>Série 3 :</u> saut corde récup Sprint Récup	Saut sur place avec corde marche Réaction sur 10m puis course Marchent	15''	15''	
			15''	15''	
			15''	15''	
			15''	15''	
Retour au calme	Course légère	Trottine autour du terrain	5'		
	Etirement	Etirement	4'		

Cycle : 2

Séance : 15

Thème : Intermittent « à 4 variantes » : course, force- endurance, sprint, bondissements.

Objectif : détente, vitesse, coordination, force- endurance et course

Entraînement		Explications	Durée		Evolution
Séance	Exercices		Répétition	Récupération	
Echauffement	Course légère	Les joueurs courent ensemble dans le sens de la largeur du terrain Talon fesse, élévation genoux, rotation du bassin, balancement des bras Etirement des membres inférieurs	7'		
	Assouplissement		5'		
	Stretching		3'		
Séries	<u>Série 1 :</u> Course Récupération	course marche	15"	15"	
	<u>Série 2:</u> Charge Récup	½ squats Marche	15"	15"	
	<u>Série 3 :</u> Sprint Récup	Accélération sur 10m + Marche	3"	27"	
	<u>Série 4 :</u> Bondissement vertical Récup	saut pieds joint sur plot marche	15"	15"	
	<u>Série 5 :</u> Bondissement horizontal Récup	saut en déplacement avec corde marche	15"	15"	
	<u>Série 6 :</u> Course Récup	course marche	15"	15"	
Retour au calme	Course légère	Trottine autour du terrain	5'		
	Etirement	Etirement	4'		



Faire du foot passion,
un moteur de l'éducation.

PROMOTION THOMA -RYAN –VIG

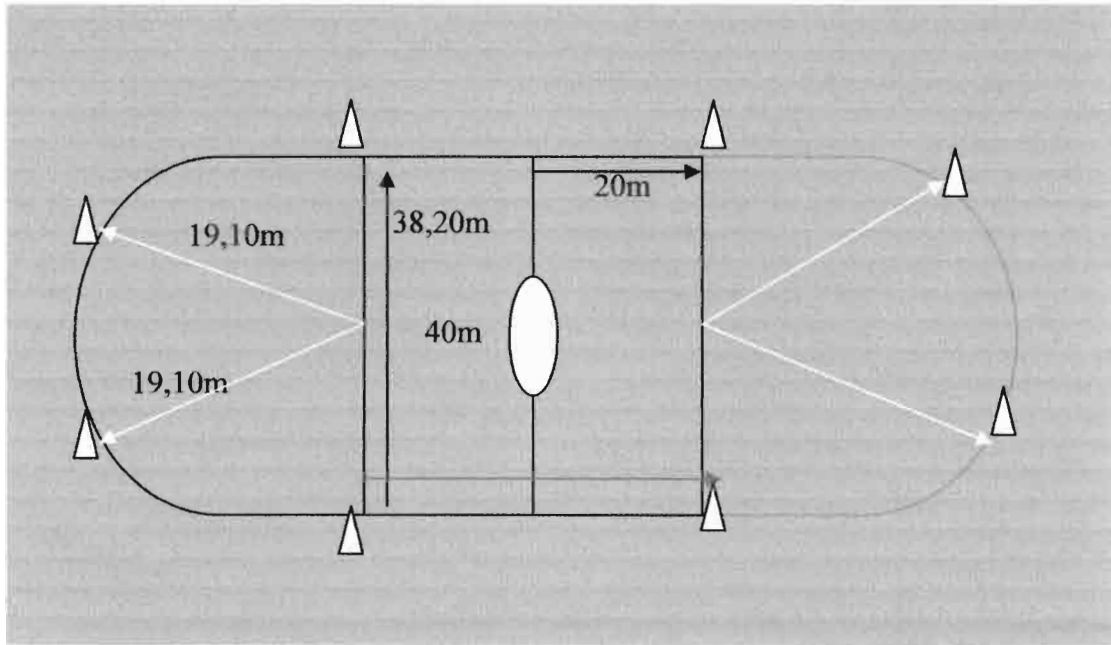
Tableau : Les caractéristiques des joueurs

JOUEURS	Ages	Poids	Tailles	Poste
1	15	64,2	173	Attaquant
2	15	54,1	168	Défenseur
3	15	58,7	167	Attaquant
4	16	54,6	166	Attaquant
5	15	62,7	173	Gardien
6	15	57,3	164	Défenseur
7	16	50,4	168	Milieu
8	16	50,5	166	Défenseur
9	15	56,2	174	Défenseur
10	15	52,2	163	Milieu
11	16	57,7	170	Milieu
12	15	58,9	174	Gardien
13	15	59,1	163	Défenseur
14	15	51,4	167	Milieu
15	15	56,7	160	Défenseur
16	15	46	171	Milieu
17	15	56,6	169	Milieu
18	15	52,4	173	Milieu
Moyenne	15,222	55,538	168,277	
Ecart-type	0,415	4,439	4,079	

Principaux tests de VMA

Test	Allure	Course	Vitesse initiale	Paliers (durée ou distance)	Incrément de vitesse	Estimation de la VMA
<u>Luc-Léger</u>	progressive	continue	VMA - 4 km/h	1 min	0,5 km/h	vitesse du dernier palier réalisé
<u>Léger-Boucher</u>	progressive	continue	8 km/h	2 min	1,0 km/h	vitesse dernier palier réalisé +0,5 km/h pour un palier réalisé aux 2/3
<u>Conconi</u>	progressive	continue	8 km/h	200 m	0,5 km/h	vitesse des 1200 dernier mètres
<u>Léger</u>	progressive	aller-retours (20 m)	VMA - 4 km/h	1 min	0,5 km/h	fonction affine de la vitesse du dernier palier
<u>Garrett 45-15</u>	progressive	intervalles 45-15	8 km/h	1 min	0,5 km/h	vitesse du dernier palier réalisé
<u>demi-Cooper</u>	constante	continue	VMA	6 min	—	vitesse moyenne
<u>1 500 m à 3 000 m</u>	constante	continue	VMA	4 à 9 min	—	vitesse moyenne

CONSTRUCTION DU CIRCUIT DU TEST DE VAMEVAL



Pour tracer de 200 m sur un terrain de football de $L = 90\text{m}$, $l = 45\text{m}$.

- Mesurer 38,20 m sur la ligne médiane à partir d'une des lignes de touche.
- Sur le point ainsi défini (38,20 m), mesurer 20 m de part et d'autre et perpendiculaire à la ligne du milieu.
- A partir de ces deux nouvelles marques tracer respectivement deux demi cercles aux extrémités : rayon = 19,10m.
- Compléter la piste en disposant tous les 20 m des bornes de repères.

NB : BIEN EXPLIQUER LE PROTOCOLE DU TEST ET AU BESOIN DEMONTRER SUR 2 OU 3 INTERVALLES DE 20 METRES.

SPORT PERFORMANCE

EPREUVE DE COURSE CONTINUE A PALIERS DE UNE MINUTE : VAMEVAL

Paliers	Durée	Vitesses correspondantes (en km/h)	Vitesses en m/min	VO extrapolées en fonction de l'âge (ml/min/kg)			
				12 ans	14 ans	16 ans	18 et +
1	0	8	133.3	33.3	32.1	30.9	29.8
2	1	8.5	141.7	35.3	34.0	32.8	31.5
3	2	9	150.0	37.2	35.9	34.6	33.3
4	3	9.5	158.3	39.2	37.8	36.4	35.0
5	4	10	166.7	41.2	39.7	38.2	36.8
6	5	10.5	175.0	43.1	41.6	40.0	38.5
7	6	11	183.3	45.1	43.5	41.9	40.3
8	7	11.5	191.7	47.0	45.4	43.7	42.0
9	8	12	200.0	49.0	47.3	45.5	43.8
10	9	12.5	208.3	51.0	49.1	47.3	45.5
11	10	13	216.7	52.9	51.0	49.1	47.3
12	11	13.5	225.0	54.9	52.9	51.0	49.0
13	12	14	233.3	56.8	54.8	52.8	50.8
14	13	14.5	241.7	58.8	56.7	54.6	52.5
15	14	15	250.0	60.8	58.6	56.4	54.3
16	15	15.5	258.3	62.7	60.5	58.2	56.0
17	16	16	266.7	64.7	62.4	60.1	57.8
18	17	16.5	275.0	66.6	64.3	61.9	59.5
19	18	17	283.3	68.6	66.2	63.7	61.3
20	19	17.5	291.7	70.6	68.0	65.5	63.0
21	20	18	300.0	72.5	69.9	67.3	64.8
22	21	18.5	308.3	74.5	71.8	69.2	66.5
23	22	19	316.7	76.4	73.7	71.0	68.3
24	23	19.5	325.0	78.4	75.6	72.8	70.0
25	24	20	333.3	80.4	77.5	74.6	71.8
26	25	20.5	341.7	82.3	79.4	76.4	73.5
27	26	21	350.0	84.3	81.3	78.3	75.3
28	27	21.5	358.3	86.2	83.2	80.1	77.0
29	28	22	366.7	-	85.1	81.9	78.8
30	29	22.5	375.0	-	-	83.7	80.5
31	30	23	383.3	-	-	85.5	82.3
32	31	23.5	391.7	-	-	87.4	84.0
33	32	24	400.0	-	-	-	85.8
34	33	24.5	408.3	-	-	-	87.5
35	34	25	416.7	-	-	-	89.3

Tableau tiré du document « Comment évaluer et développer vos capacités aérobies – Epreuve de course navette et épreuve Vameval » de Cazorla et Léger.



**Faire du foot passion,
un moteur de l'éducation.**

MAQUETTE DE L'INSTITUT « DIAMBARS »



Les infrastructures sont en construction et la prévision s'avère correspondre aux normes réglementaires du pays avec les éléments suivants :

- Un espace aménagé de 10 hectares
- Espace accueil + hébergement (64 chambres +espaces détente+salle télé)
- Espace détente
- Salle de musculation
- Salle de restauration
- Espace scolarité
- Espace administration (direction +salle de classe 1^{er} étage : élémentaire, secondaire et classe multimédia+ bibliothèque)
- Espace vestiaires
- Espace groupe médical
- Espaces locaux techniques
- 4 terrains de football 105 x 68 dont 2 terrains gazonnés
- 1 terrain d'honneur
- 1 terrain synthétique
- Un amphithéâtre de 150 places.