

**REPUBLIQUE DU SENEGAL**

-----  
**MINISTERE DE LA JEUNESSE  
ET DES SPORTS**  
-----

**INSTITUT NATIONAL SUPERIEUR  
DE L'EDUCATION POPULAIRE ET  
DES SPORTS : INSEPS**

**THEME:**

***ETUDE COMPARATIVE ET CORRELATIVE DE DEUX  
METHODES D'EVALUATION DE LA CONSOMMATION  
MAXIMUM D'OXYGENE ET DE LEUR RELATION AVEC  
LA PERFORMANCE DE 3.000 m.***

**MEMOIRE DE MAÎTRISE ES-SCIENCES ET TECHNIQUES,  
DE L'ACTIVITE PHYSIQUE ET SPORTIVE (STAPS).**

**PRESENTE ET SOUTENU PAR:  
Djiby KEBE**



**ANNEE UNIVERSITAIRE 1989/1990**

**DIRECTEUR DE MEMOIRE  
Mr. ASSANE FALL**

## DEDICACES ET REMERCIEMENTS

-----

Je dédie ce travail :

A mon Père (in mémoriam) qui m'a donné l'exemple de l'homme humble, honnête et travailleur qui respecte son prochain.

A ma Mère, pour le soutien affectif et moral qu'elle a toujours témoigné à mon égard.

A mes frères et soeurs, surtout à Mbaye CISSE KEBE, pour leur soutien de tous les jours, tout mon attachement.

A mes neveux et nièces, surtout à mon neveu et tuteur Babacar KEBE, toute mon amitié.

A mes oncles et tantes, tout mon estime et tout mon attachement.

A Amar MBODJI mon voisin, et Madame, toute ma considération et ma fidélité.

A tous mes amis et amies, pour l'amitié sincère qu'ils me témoignent.

A tous les athlètes de l'ASFA, qui ont fait de ce travail le leur, toute ma gratitude.

A Falilou FALL, pour le soin qu'il a porté à la frappe de ce mémoire, toute ma gratitude.

A tous les étudiants de l'INSEPS, particulièrement ceux de la 4e. année, toute ma reconnaissance.

Au Professeur Fallou CISSE, pour sa disponibilité et son ouverture.

A l'ensemble du Personnel et du Corps professoral de l'INSEPS.

Au Capitaine Mamadou SARR, qui grâce à sa disponibilité m'a aidé à surmonter les difficultés rencontrées pour élaborer ce document, tous mes remerciements et toute ma gratitude.

...

A mon Directeur de Mémoire M. Assane FALL, que je remercie de l'honneur qu'il m'a fait en acceptant de diriger ce travail. Pas à pas il a conduit et suivi ce travail avec patience et bienveillance. Il m'a offert sa sympathie spontanée. Sa qualité d'enseignant n'est plus à louer.

Soyez assuré de toute mon estime et de toute ma gratitude.

A Madame FALL née Krady DIOP ainsi qu' à leurs enfants.

A tous ceux qui de près ou de loin ont contribué à l'élaboration de ce travail, tous mes remerciements.

# S O M M A I R E

|  | <u>PAGE</u> |
|--|-------------|
| INTRODUCTION .....                                 | 1           |
| <u>CHAPITRE I</u> - REVUE DE LITTERATURE .....     | 3           |
| <u>CHAPITRE II</u> - MATERIEL ET METHODE .....     | 9           |
| I - Les sujets .....                               | 10          |
| II - Matériel utilisé .....                        | 10          |
| II.1 - Pour le test d'Astrand .....                | 10          |
| II.2 - Pour le test de LEGER-BOUCHER .....         | 11          |
| III - Protocole .....                              | 11          |
| III.1 - Précautions .....                          | 11          |
| III. 1.a - Avant les tests .....                   | 11          |
| III.1.b - Le jour des tests .....                  | 12          |
| IV - Déroulement des tests .....                   | 12          |
| IV.1- Le test en laboratoire .....                 | 13          |
| IV.1.1 - Utilisation du Nomogramme d'Astrand ..... | 14          |
| IV.2 - Tests sur le terrain .....                  | 16          |
| IV.2.1 - Test de LEGER-BOUCHER, 1980 .....         | 16          |
| IV.2.2 - Le test de 3 000 m .....                  | 17          |
| <u>CHAPITRE III</u> - RESULTATS .....              | 20          |
| I - Présentation des résultats .....               | 21          |
| II - Analyse et discussion des résultats .....     | 28          |
| RESUME ET CONCLUSION .....                         | 31          |
| BIBLIOGRAPHIE .....                                | 34          |

## INTRODUCTION

Les conceptions de l'entraînement sportif ont subi ces dernières années dans le monde des transformations successives dont la plus marquante est certainement l'introduction de concepts issus de la bio-énergétique du mouvement humain. D'une manière générale ces concepts sont difficilement accessibles aux "hommes de Terrain". Ceci tient, nous semble-t-il, au cursus de formation de ces praticiens, lequel cursus n'insiste pas outre mesure sur les grands principes qui régissent les transports d'énergie.

L'entraînement est un concept polymorphe car sa définition s'applique à une multitude de situations très variées. Nous le concevons comme un ensemble de procédés et d'exercices sélectionnés quantitativement et qualitativement programmés à plus ou moins long terme pour améliorer l'état physique originel du sujet, ce qui suppose bien sûr l'amélioration des grandes fonctions et des grands systèmes organiques soumis à l'entraînement. Vu sous l'angle de la bio-énergétique, l'entraînement vise essentiellement l'amélioration de l'efficacité des systèmes de production d'énergie en vue d'une meilleure actualisation des différentes potentialités favorables à la performance motrice, mais celle-ci fait appel à des qualités physiques diverses et parfois contradictoires.

Pour les besoins de cette étude nous avons articulé ces qualités physiques autour de trois composantes.

- 1 - Une composante mécanique : elle concerne l'appareil locomoteur dans ses dimensions analytiques : elle est évaluée par : l'anthropométrie, la force et la souplesse.
- 2 - Une composante neuromotrice : qui a comme support.
  - La perception interne et externe des signaux

- l'interprétation de ces signaux
- une bonne organisation spatiale et temporelle, facteurs indispensables pour une conduite motrice adaptée. Cette composante définit les qualités d'agilité, d'adresse et de dextérité.

3 - Une composante énergétique : à ce niveau trois filières métaboliques sont considérées :

- une filière anaérobie alactique qui définit les qualités de vitesse et de détente
- une filière anaérobie lactique définissant la qualité de résistance
- une filière aérobie où sont mis en jeu les processus oxydatifs qui définissent les qualités d'endurance.

Ces trois filières s'interpénètrent l'une dans l'autre, et sont choisies préférentiellement en fonction de l'intensité et de la durée de l'exercice.

Plusieurs méthodes d'évaluation permettent d'apprécier l'efficacité de ce niveau métabolique chez les coureurs de "1/2 fond et de fond".

Au Sénégal en général toutes les mesures de la  $\dot{V}O_2$  max se font par la méthode indirecte d'Astrand qui utilise comme ergomètre une bicyclette.

Nous pensons que la méthode d'évaluation de la  $VO_2$  max sur piste (méthode de Leger-Boucher) serait mieux corrélée avec les courses de 1/2 fond et de fond".

L'objet de notre travail est de vérifier cette hypothèse en soumettant un groupe de coureurs de "1/2 fond et de fond" aux deux méthodes d'évaluation. Les résultats de ces méthodes seront analysés pour voir s'ils sont corrélés aux performances réalisées par les mêmes athlètes lors d'un test de 3000 m.

Chapitre I - REVUE DE LITTERATURE -

## Chapitre I - Revue de Littérature

### DEFINITION ET SIGNIFICATION DE LA CONSOMMATION MAXIMUM D'O<sub>2</sub>

La consommation d'O<sub>2</sub>, phénomène cellulaire, se réalise à l'intérieur des mitochondries. Toutefois les réserves locales d'O<sub>2</sub> sont particulièrement faibles. La poursuite du métabolisme aérobie implique nécessairement un apport continu à partir du milieu extérieur. Ces modifications de la consommation cellulaire d'O<sub>2</sub> se répercutent sur les différents systèmes qui assurent son transfert depuis l'air atmosphérique jusqu'à la cellule. La prise d'O<sub>2</sub> au niveau de la bouche par la ventilation s'identifie souvent avec la consommation O<sub>2</sub>. Ces deux valeurs ne sont cependant équivalentes que si les régimes métaboliques et ventilatoires sont stables.

La consommation d'O<sub>2</sub> globale ( $\dot{V}O_2$ ) varie suivant l'activité du sujet : elle augmente fortement avec l'exercice musculaire. Lorsqu'un travail est modéré, la consommation d'O<sub>2</sub> reflète exactement la puissance mécanique développée et lui est directement proportionnelle. Toutefois, l'accroissement de la consommation d'O<sub>2</sub> est moindre lorsque les exercices deviennent intenses. Elle cesse alors d'être proportionnelle à la puissance développée ; la consommation d'O<sub>2</sub> plafonne à une valeur maximum constante au dessus de laquelle on n'observe plus aucune augmentation quel que soit l'accroissement du travail mécanique.

Tous les auteurs admettent dès lors que : la consommation maximum d'O<sub>2</sub> peut être définie comme étant le débit le plus élevé d'O<sub>2</sub> qu'un sujet peut prélever et utiliser lors d'un exercice musculaire généralisé et intense conduisant à l'épuisement en deux à six minutes.



La consommation maximum d'O<sub>2</sub> représente le critère le plus utilisé pour estimer l'aptitude physique. Sa valeur dépend notamment de l'âge et du sexe ainsi que du degré d'entraînement physique. Cette valeur peut être évaluée en valeur absolue mais le plus souvent elle est rapportée au Kg de poids corporel ou valeur sélective. Chez l'homme normal blanc de 20 à 30 ans la consommation d'O<sub>2</sub> atteint environ 50 ml·kg<sup>-1</sup>·mn<sup>-1</sup>.

(Astrand, 1956 ; Bottin et Coll, 1968 ; Hettinger et Coll, 1961 ; Flandrois et Coll, 1962 ; Mellerowicz, 1962 ; Hollman, 1963 ; Wyndham et Coll, 1966 ; Shepard, 1966-1969 ; Cumming, 1967 ; Bjorn et Gjessing, 1968). Chez les mélando-africains, une valeur entre 40 et 47 Ml d'O<sub>2</sub>/kg a été rapportée par différents auteurs : Wyndham et Coll (1963) ont mesuré un VO<sub>2</sub> max de 44,7 Ml·Kg<sup>-1</sup>·mn<sup>-1</sup>.

Davies et Coll (1972) situent leur valeur moyenne à 45 ml·Kg<sup>-1</sup> mn<sup>-1</sup>. Des valeurs plus faibles, proches de 40 ml·kg<sup>-1</sup>·mn<sup>-1</sup> sont rapportées par Dedoyard et Ghesquiere (1980), chez des étudiants Zaïrois, et des valeurs légèrement plus élevées de 49 ml·kg<sup>-1</sup>·mn<sup>-1</sup> chez des ouvriers agricoles noirs Américains qui font chaque jour un travail musculaire (Robinson, 1953).

Ces variations de puissance aérobie entre les populations noires sont relativement faibles et résultent de différences de mode de vie des sujets examinés. Les Africains ont le plus faible VO<sub>2</sub> max des différents groupes raciaux qu'ils ont étudiés. Ces auteurs ont cependant employé une méthode indirecte utilisant l'escalier comme ergomètre et la seule fréquence cardiaque comme mesure objective. Toutes ces valeurs ont été confirmées par FALL et PIRNAY (1989) chez des étudiants mélando-africains homogènes quant au degré de sédentarité, leur valeur moyenne est de 47 ml·kg<sup>-1</sup>·mn<sup>-1</sup>.

La consommation maximum d'O<sub>2</sub> augmente avec l'âge jusqu'à 20 ans (Cumming et Danzinger, 1963 ; Koning et Coll. 1961 ; Andersen, 1964 ; Hollman et Coll, 1965 ; Knuttgen, 1967). Au delà de cet âge, elle se réduit progressivement pour atteindre à 60 ans environ 70 % de la valeur mesurée à 25 ans (Robinson, 1938 ; Astrand, 1960 ; Hollman, 1963). En dessous de 12 ans il n'y a pas de différence entre les filles et les garçons. Au delà de cet âge, la consommation maximale d'O<sub>2</sub> atteint chez certains athlètes de "fond et de 1/2 fond" des valeurs exceptionnelles dépassant 80 ml·kg<sup>-1</sup>·mn<sup>-1</sup> (Buskirk et Taylor, 1957 ; Ceretelli et Coll, 1960 ; Astrand, 1964 ; Hermansen et Andersen, 1965 ; Ekblom, 1968-1969). Les variations individuelles résultent en grande partie de facteurs énergétiques différents (Klissouras, 1971) mais la consommation maximale d'O<sub>2</sub> peut être modifiée par l'entraînement. L'accroissement atteint en général 15 à 20 % (Williams et Coll, 1967 ; Shepard, 1968 ; Roskam et Coll, 1970) mais le bénéfice de l'entraînement dépend de l'état initial du sujet et de son degré d'activité physique. La consommation maximale d'O<sub>2</sub> varie peu chez les athlètes de "fond et de 1/2 fond" qui s'adonnent depuis plusieurs années à une activité physique bien intense (Andersen, 1967 ; Ekblom et Coll, 1968 ; Pirnay et Coll, 1971). Par contre une très grande amélioration peut être obtenue lorsque l'entraînement fait suite à un alitement prolongé (Saltin et Coll, 1968).

En dehors de l'appréciation actuelle de l'aptitude physique, la consommation max d'O<sub>2</sub> permet d'étudier l'influence de certaines circonstances particulières sur l'adaptation à l'exercice musculaire. Stenberg et Coll, 1967 ; Faulkner et Coll, 1967 ; Reeves et Coll, 1967, Vogel et Coll, 1967 ; Saltin et Coll, 1967 ; Dill et Adams, 1971 ont ainsi précisé l'influence de l'altitude ou de l'hypoxie. Williams et Coll 1962 ; Saltin 1964 ; Craig et Froehlich 1968, Pirnay et Coll 1968-70 ont étudié l'influence des hautes

températures. La consommation max d'O<sub>2</sub> est encore utilisée pour rechercher l'effet de certains médicaments sur les réactions physiologiques à l'exercice musculaire intense. Celle-ci reste inchangée après ingestion d'amphétamine (Margaria et Coll, 1964 ; Pirnay et Coll, 1968). Par contre les bloqueurs  $\beta$  adrénergique réduisent les performances cardiaques et la consommation maxi d'O<sub>2</sub> (Epstein et Coll 1965 ; Pirnay et Coll 1970).

Les facteurs qui limitent la consommation maxi d'O<sub>2</sub> restent très discutés selon Rowel et Coll 1964. Le sang artériel n'est pas tellement saturé lors des efforts maxima, témoignant d'un fonctionnement inadéquat de l'appareil ventilatoire. Pour Shepard 1958, la diffusion alvéolo-capillaire pourrait devenir insuffisante particulièrement à haute altitude. Cependant, le facteur limitatif est le plus souvent attribué au fonctionnement de l'appareil circulatoire, le transport d'O<sub>2</sub> devenant insuffisant pour accroître davantage sa consommation au niveau du muscle. Pour Mitchell et Coll 1958, Stenberg et Coll 1967 ; ainsi que pour Shepard 1969, la pompe cardiaque paraît incapable d'accroître le débit sanguin. Pour Astrand (1952-56) les muscles périphériques ont un système circulatoire insuffisant pour accepter la totalité du débit sanguin.

Certains auteurs comme Doll et Coll 1968, ont émis l'hypothèse d'une limitation de la consommation d'O<sub>2</sub> au niveau du métabolisme cellulaire. Les chaînes d'oxydo-réduction fonctionneraient à leur vitesse maximum et seraient incapables de métaboliser tout l'O<sub>2</sub> que le sang apporterait en surplus même dans les efforts maximum.

Chaque étape du transfert de l'O<sub>2</sub> dans l'organisme est ainsi évoquée comme facteur limitant de la consommation d'O<sub>2</sub>. Mais les divergences

de la littérature résultent en grande partie de la diversité des conditions expérimentales envisagées. Le plus souvent les conclusions des auteurs restent à l'état d'hypothèse formulée à partir d'expérimentations parcellaires. Le caractère fragmentaire des études concernant la consommation max d'O<sub>2</sub> résulte des grandes difficultés de réunir toutes les conditions indispensables à pareille recherche.

Chapitre II - MATERIEL ET METHODE -

## Chapitre II - MATERIEL ET METHODE

### I - LES SUJETS

Douze (12) athlètes masculins dont les caractéristiques biométriques sont présentées dans le tableau (1) ont pris part à cette étude. Ces athlètes sont tous membres de l'Association sportive des Forces Armées (ASFA) et ont pris part à des compétitions de niveau national et international. L'âge moyen est de 27 ans. Ils ont au moins 3 ans de pratique et ont participé à plusieurs compétitions dans leur discipline respective. Ils ont le même régime alimentaire, le même programme d'entraînement et bénéficient d'un suivi médical permanent ; ce qui fait que ces athlètes étaient en parfait état de santé et d'aptitude physique pour subir les épreuves de l'expérimentation.

### II - MATERIEL UTILISE

Pour les besoins de l'étude nous avons utilisé :

#### II.1 - Test d'Astrand

- Une bicyclette ergométrique de type Monark : elle permet d'effectuer des expériences d'effort physique sub maximal en laboratoire. Elle possède une selle réglable en fonction de la taille du sujet pour lui permettre de pédaler aisément, un pédalier et un volant d'inertie reliés par une chaîne. Sur le même volant est appliquée une sangle de tension réglable (frein DOBELN) et reliée à un contre poids. Des marques numériques permettent de lire la charge du travail. L'instabilité (possibilité de dérivation du poids pendulaire) exige un contrôle permanent. La puissance développée est fonction du produit de la force du freinage (F), exercée par la sangle de tension, par la distance parcourue (d). Cette dernière dépend du rayon de la roue et de la vitesse de pédalage.

- Un chronomètre : il permet d'apprécier le pouls et le temps de pédalage ainsi que la performance au 3 000 m.
- un pèse-personne bien calibré : il sert à la pesée du sujet.

## II.2 - Test de LEGER-BOUCHER

- Une radio-cassette pour la lecture de la bande magnétique contenant le test,
- des plots pour délimiter la piste à chaque 50 m,
- une personne munie d'un sifflet à côté du magnétophone pour retransmettre les "bips" émis pour annoncer à haute voix le nombre de paliers indiqués,
- d'autres personnes qui surveillent les athlètes qui ne suivent plus le rythme pour les retirer du test et retiennent le dernier palier où l'athlète s'est arrêté,
- une piste d'athlétisme de 400 m (voir figure 1).

## III - PROTOCOLE

### III.1 - Précautions

Nous avons l'assistance d'un médecin pour la surveillance médicale des athlètes.

III.1.a - Avant les tests : les sujets étaient tenus de respecter certaines conditions.

Dans le cas du test en laboratoire avec la bicyclette ergométrique, il était recommandé aux sujets :

- de ne pas prendre d'aliments 2 heures avant le test,
- de ne pas fumer dans la demi-heure précédant le test,
- de ne pas effectuer d'exercices physiques importants 24 heures avant.

### III.1.b - Le jour du test :

- Pour le test en laboratoire : les sujets en tenue de sport.

La température était stable et se trouvait au voisinage de la neutralité thermique 23°C.

La salle était correctement ventilée et silencieuse.

Il était également recommandé aux sujets de ne pas parler et de se concentrer sur la bicyclette pour contrôler la charge qu'il faut réajuster au besoin et son rythme de pédalage.

Tous les sujets se présentent 30 minutes avant le début des travaux. 15 minutes avant le démarrage du test le sujet reste coucher sur un lit.

- Pour les tests sur le terrain : la course sur piste avec paliers de 2 minutes de LEGER-BOUCHER et le 3 000 m., il était simplement demandé aux sujets de se présenter 30 minutes avant le test et un repos total de 15 minutes avant le début du test pour la prise de la fréquence cardiaque au repos.

## IV - DEROULEMENT DES TESTS

Trois séries de tests ont été soumis aux sujets dont un (1) en laboratoire avec la bicyclette ergométrique et deux (2) sur le terrain, un test d'épreuve progressive de course sur piste avec paliers de 2 minutes de LEGER-BOUCHER et un test de 3 000 m.

Ces tests se sont tous déroulés le matin de 8 heures à 10 heures et dans des conditions pratiquement identiques avoisinant la température de 23°C, à raison d'une épreuve toutes les 48 heures.

Les mesures commencent par l'enregistrement des valeurs de repos de la fréquence cardiaque. Ainsi au bout de 15 minutes de repos, couché, la fréquence cardiaque était prélevée.



#### IV.1 - Le test en laboratoire

On s'est servi de la bicyclette ergométrique dont les caractéristiques ont été définies dans la première partie du chapitre II.

La mesure indirecte de la consommation maximum d'O<sub>2</sub> (V<sub>O<sub>2</sub> max) sur bicyclette ergométrique consiste à faire pédaler un sujet à une puissance submaximale déterminée en fonction de son poids ceci pendant 6 minutes.</sub>

Le principe repose sur le fait qu'il existe une relation linéaire entre la fréquence cardiaque, la puissance de l'exercice et la consommation maximum d'O<sub>2</sub> (V<sub>O<sub>2</sub> maxi) pendant la phase d'équilibre. C'est à dire que les valeurs de la consommation maximum d'O<sub>2</sub> et de la fréquence sont atteintes pour un niveau voisin de puissance aérobie maximale.</sub>

Durant tout le test nous vérifions aussi bien la charge que la vitesse de pédalage. La prise de fréquence cardiaque se faisait au niveau de l'artère carotide, juste en dessous de l'angle de la mâchoire aux 20 ou 15 dernières secondes de chaque minute.

Pour les sujets, le test commençait aussitôt après la prise de la fréquence cardiaque de repos. Après avoir bien réglé la selle, le sujet commençait toujours par un libre pédalage ensuite il pédalait de manière à retrouver la puissance de travail qui était de 150 watts.

Cette puissance correspondait à une charge de 3 kg à raison de 50 tours par minute. Un tour complet de roue équivaut à une distance de 3 m. Puisque chaque coup développe 2 tours de roue, nous pouvons donc calculer la puissance du travail :

$$W = F \times L = 3 \text{ kg} \times 50 (2 \times 3)$$

$$P = W/t$$

Nous veillions au cours du test à ce que le sujet dépasse au moins 130 bats/minute, sinon nous ajustions la charge.

Après le test la valeur de la consommation maximum d'O<sub>2</sub> a été obtenue à partir du nomogramme d'ASTRAND que nous présentons ci-après.

#### IV.1.1 - Utilisation du nomogramme d'ASTRAND

- Projeter horizontalement sur l'échelle 2 des V<sub>O<sub>2</sub></sub> le point correspondant à la puissance affichée P de l'échelle 1.
- Joindre ce point à celui représentatif de la fréquence cardiaque obtenue à la 6e. mn sur l'échelle 5 (C.F.)
- L'intersection de cette droite et de l'échelle 4 (V<sub>O<sub>2</sub></sub> max) donne la consommation maximum d'O<sub>2</sub> prédite exprimée en litre mn<sup>-1</sup>.

## ÉVALUATION DE L'APTITUDE PHYSIQUE

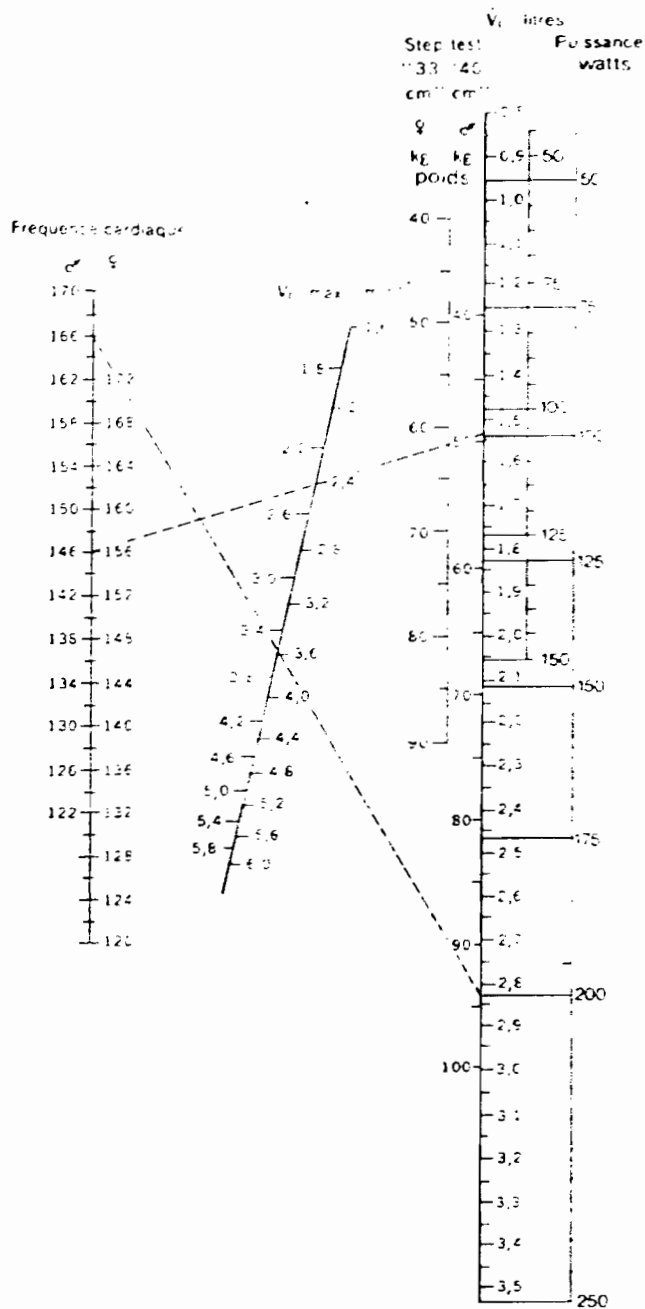


FIG. 10-7 — Nomogramme

Celui-ci permet de calculer la consommation maximale d'oxygène à partir des fréquences cardiaques et des consommations d'oxygène mesurées lors d'exercices submaximaux (travail sur bicyclette course ou marche, et step-test). Lorsque les épreuves ne comportent pas la mesure directe de la consommation d'oxygène, celle-ci peut être estimée par simple translation horizontale depuis l'échelle « poids corporel » (pour le step-test), ou l'échelle « puissance » (pour le travail sur bicyclette) à l'échelle « consommation d'oxygène ». On trace une ligne droite entre le point correspondant à l'exercice, et situe sur l'échelle « consommation d'oxygène » ( $\dot{V}O_2$ , litres) et le point correspondant à la fréquence cardiaque mesurée; cette ligne croise l'échelle « consommation maximale d'oxygène » le point d'intersection correspond à la valeur prédite pour le sujet. Un sujet féminin (61 kg) atteint une fréquence cardiaque de 156 lors d'un exercice de step-test; la consommation maximale prédite est de 2,4 l  $\cdot$  min<sup>-1</sup>. Un sujet masculin atteint une fréquence cardiaque de 166 lors d'un exercice sur bicyclette à la puissance de 200 watts; la consommation maximale prédite est de 3,6 l  $\cdot$  min<sup>-1</sup> (exemples représentés par les lignes en pointillé).

(D'après I. Åstrand, 1960.)

## IV.2 - Test sur le terrain

### IV.2.1 - Le test de LEGER-BOUCHER

Comme en laboratoire la mesure de la consommation maximum d'O<sub>2</sub> peut aussi se faire sur le terrain avec des techniques variées. Mais nous, nous avons choisi le test progressif maximal de course sur piste avec paliers de 2 mn. de LEGER-BOUCHER qui est une méthode de mesure indirecte, et est à la portée de l'entraîneur et du praticien.

L'intérêt de cette épreuve est d'obtenir à la fois la V<sub>O<sub>2</sub></sub> max et la vitesse de course à laquelle elle est atteinte, ce qui permet ensuite à l'éducateur de mieux programmer les vitesses de course en fonction des buts recherchés.

Ce test est surtout recommandé aux spécialistes de sports de longue durée, notamment aux coureurs de "fond et de 1/2 fond" ainsi qu'à tout sportif désireux connaître avec précision la vitesse de course à laquelle sa consommation maximale d'O<sub>2</sub> est atteinte.

Au cours de l'épreuve les vitesses sont réglées au moyen d'une bande sonore émettant des sons à intervalles réguliers. A chaque son, les sujets doivent ajuster leur vitesse en se retrouvant au niveau d'une des bornes repères placées tous les 50 m sur une piste de 400 m (voir fig.1). Les sujets doivent s'efforcer de suivre le rythme imposé le plus longtemps possible.

Les sujets s'arrêtent dès qu'ils pensent ne plus pouvoir courir plus vite ou bien qu'il leur est impossible de terminer le palier en cours. Le nombre de paliers réalisés est leur résultat.

Pour l'heure, les résultats de cette épreuve ne sont validés que pour les adultes (18 ans et plus).

Les résultats sont accessibles directement par la lecture du tableau de correspondance joint à ce chapitre. Il suffit de connaître l'âge du sujet et le nombre de paliers réalisés pour connaître la valeur de la consommation maximale d'O<sub>2</sub> (VO<sub>2</sub> max).

#### IV.2.2 - Le test de 3 000 m.

Ce test est fait pour savoir avec lequel des deux premiers tests il sera le mieux corrélé après analyse des résultats qu'ils donneront. Pour ce dernier, il était demandé aux sujets de se présenter 30 mn avant et 15 mn de repos complet couché au lit avant la prise de la fréquence cardiaque de repos. Il leur était également demandé d'aller au bout de leur force. Il est réalisé comme le LEGER-BOUCHER sur une piste d'athlétisme de 400 m et comprenait 7 tours et demi de course à fond. Les performances réalisées par les sujets sont mentionnées dans le tableau 4.

12 - 18 ANS ET PLUS ; PALIERS 1 à 10

| PALIERS<br>ANNONCES<br>PAR L'ENRE-<br>GISTREMENT | DUREES<br>(min) | VO2 MAX (en ml.min-1.kg-1) CORRESPONDANT AUX PALIERS ATTEINTS<br>CI-DESSOUS SELON L'AGE DE L'EVALUE (en année) |      |      |      |      |      |         | VITESSE DE<br>COURSE<br>(km/h) |
|--|-----------------|--|------|------|------|------|------|---------|--------------------------------|
|  |                 | 12   | 13   | 14   | 15   | 16   | 17   | 18 et + |                                |
| : PALIER 1/4                                     | 30 s            | 24.6   | 24.1 | 23.6 | 23.1 | 22.7 | 22.2 | 21.8    |                                |
| : PALIER 1/2                                     | 1 min           | 25.5   | 25.0 | 24.5 | 24.1 | 23.6 | 23.1 | 22.7    |                                |
| : PALIER 3/4                                     | 1.30            | 26.5   | 26.0 | 25.5 | 25.0 | 24.5 | 24.0 | 23.6    | 7                              |
| : FIN PAL. 1                                     | 2               | 27.6   | 27.0 | 26.5 | 26.0 | 25.5 | 25.0 | 24.5    |                                |
| : PALIER 1.1/4                                   | 2.30            | 28.6   | 28.0 | 27.5 | 27.0 | 26.4 | 25.9 | 25.4    |                                |
| : PALIER 1.1/2                                   | 3               | 29.6   | 29.0 | 28.4 | 27.9 | 27.3 | 26.8 | 26.3    |                                |
| : PALIER 1.3/4                                   | 3.30            | 30.6   | 30.0 | 29.4 | 28.8 | 28.2 | 27.7 | 27.2    | 8                              |
| : FIN PAL. 2                                     | 4               | 31.6   | 30.9 | 30.3 | 29.7 | 29.2 | 28.6 | 28.0    |                                |
| : PALIER 2.1/4                                   | 4.30            | 32.4   | 31.8 | 31.2 | 30.6 | 30.0 | 29.4 | 28.8    |                                |
| : PALIER 2.1/2                                   | 5               | 33.4   | 32.8 | 32.1 | 31.5 | 30.9 | 30.3 | 29.7    |                                |
| : PALIER 2.3/4                                   | 5.30            | 34.4   | 33.7 | 33.1 | 32.4 | 31.8 | 31.2 | 30.6    | 9                              |
| : FIN PAL. 3                                     | 6               | 35.4   | 34.7 | 34.0 | 33.3 | 32.7 | 32.1 | 31.5    |                                |
| : PALIER 3.1/4                                   | 6.30            | 36.4   | 35.7 | 35.0 | 34.3 | 33.6 | 32.9 | 32.3    |                                |
| : PALIER 3.1/2                                   | 7               | 37.4   | 36.6 | 35.9 | 35.2 | 34.5 | 33.8 | 33.2    |                                |
| : PALIER 3.3/4                                   | 7.30            | 38.3   | 37.6 | 36.9 | 36.1 | 35.4 | 34.7 | 34.1    | 10                             |
| : FIN PAL. 4                                     | 8               | 39.3   | 38.6 | 37.8 | 37.1 | 36.3 | 35.6 | 35.0    |                                |
| : PALIER 4.1/4                                   | 8.30            | 40.3   | 39.5 | 38.8 | 38.0 | 37.2 | 36.5 | 35.8    |                                |
| : PALIER 4.1/2                                   | 9               | 41.3   | 40.5 | 39.7 | 38.9 | 38.2 | 37.4 | 36.7    |                                |
| : PALIER 4.3/4                                   | 9.30            | 42.3   | 41.5 | 40.6 | 39.8 | 39.1 | 38.3 | 37.6    | 11                             |
| : FIN PAL. 5                                     | 10              | 43.3   | 42.4 | 41.6 | 40.8 | 40.0 | 39.2 | 38.5    |                                |
| : PALIER 5.1/4                                   | 10.30           | 44.3   | 43.4 | 42.5 | 41.7 | 40.9 | 40.1 | 39.3    |                                |
| : PALIER 5.1/2                                   | 11              | 45.2   | 44.4 | 43.5 | 42.6 | 41.8 | 41.0 | 40.2    |                                |
| : PALIER 5.3/4                                   | 11.30           | 46.2   | 45.3 | 44.4 | 43.6 | 42.7 | 41.9 | 41.1    | 12                             |
| : FIN PAL. 6                                     | 12              | 47.2   | 46.3 | 45.4 | 44.5 | 43.6 | 42.8 | 42.0    |                                |
| : PALIER 6.1/4                                   | 12.30           | 48.2   | 47.3 | 46.3 | 45.4 | 44.5 | 43.7 | 42.8    |                                |
| : PALIER 6.1/2                                   | 13              | 49.2   | 48.2 | 47.3 | 46.3 | 45.4 | 44.5 | 43.7    |                                |
| : PALIER 6.3/4                                   | 13.30           | 50.2   | 49.2 | 48.2 | 47.3 | 46.3 | 45.4 | 44.6    | 13                             |
| : FIN PAL. 7                                     | 14              | 51.2   | 50.2 | 49.2 | 48.2 | 47.3 | 46.3 | 45.5    |                                |
| : PALIER 7.1/4                                   | 14.30           | 52.1   | 51.1 | 50.1 | 49.1 | 48.2 | 47.2 | 46.3    |                                |
| : PALIER 7.1/2                                   | 15              | 53.1   | 52.1 | 51.1 | 50.1 | 49.1 | 48.1 | 47.2    |                                |
| : PALIER 7.3/4                                   | 15.30           | 54.1   | 53.1 | 52.0 | 51.0 | 50.0 | 49.0 | 48.1    | 14                             |
| : FIN PAL. 8                                     | 16              | 55.1   | 54.0 | 53.0 | 51.9 | 50.9 | 49.9 | 49.0    |                                |
| : PALIER 8.1/4                                   | 16.30           | 56.1   | 55.0 | 53.9 | 52.8 | 51.8 | 50.8 | 49.8    |                                |
| : PALIER 8.1/2                                   | 17              | 57.1   | 55.9 | 54.9 | 53.8 | 52.7 | 51.7 | 50.7    |                                |
| : PALIER 8.3/4                                   | 17.30           | 58.1   | 56.9 | 55.8 | 54.7 | 53.6 | 52.6 | 51.6    | 15                             |
| : FIN PAL. 9                                     | 18              | 59.0   | 57.9 | 56.7 | 55.6 | 54.5 | 53.5 | 52.5    |                                |
| : PALIER 9.1/4                                   | 18.30           | 60.0   | 58.8 | 57.7 | 56.6 | 55.5 | 54.4 | 53.3    |                                |
| : PALIER 9.1/2                                   | 19              | 61.0   | 59.8 | 58.6 | 57.5 | 56.4 | 55.3 | 54.2    |                                |
| : PALIER 9.3/4                                   | 19.30           | 62.0   | 60.8 | 59.6 | 58.4 | 57.3 | 56.2 | 55.1    | 16                             |
| : FIN PAL. 10                                    | 20              | 63.0   | 61.7 | 60.5 | 59.3 | 58.2 | 57.1 | 56.0    |                                |

12 - 18 ANS ET PLUS ; PALIERS 11 à 20

| PALIERS<br>ANNONCES<br>PAR L'ENRE-<br>GISTREMENT | DUREES<br>(min) | VO2 MAX (en ml.min <sup>-1</sup> .kg <sup>-1</sup> ) CORRESPONDANT AUX PALIERS ATTEINTS<br>CI-DESSOUS SELON L'AGE DE L'EVALUE (en année) |      |      |      |      |      |         | VITESSE DE<br>COURSE<br>(km/h) |
|--|-----------------|--|------|------|------|------|------|---------|--------------------------------|
|  |                 | 12   | 13   | 14   | 15   | 16   | 17   | 18 et + |                                |
| PALIER 10.1/4                                    | 20.30           | 64.0   | 62.7 | 61.5 | 60.3 | 59.1 | 57.9 | 56.8    | 17                             |
| PALIER 10.1/2                                    | 21              | 65.0   | 63.7 | 62.4 | 61.2 | 60.0 | 58.8 | 57.7    |                                |
| PALIER 10.3/4                                    | 21.30           | 65.9   | 64.6 | 63.4 | 62.1 | 60.9 | 59.7 | 58.6    |                                |
| FIN PAL.11                                       | 22              | 66.9   | 65.6 | 64.3 | 63.1 | 61.8 | 60.6 | 59.5    | 18                             |
| PALIER 11.1/4                                    | 22.30           | 67.9   | 66.6 | 65.3 | 64.0 | 62.7 | 61.5 | 60.3    |                                |
| PALIER 11.1/2                                    | 23              | 68.9   | 67.5 | 66.2 | 64.9 | 63.6 | 62.4 | 61.2    |                                |
| PALIER 11.3/4                                    | 23.30           | 69.9   | 68.5 | 67.2 | 65.8 | 64.6 | 63.3 | 62.1    | 19                             |
| FIN PAL.12                                       | 24              | 70.9   | 69.5 | 68.1 | 66.8 | 65.5 | 64.2 | 63.0    |                                |
| PALIER 12.1/4                                    | 24.30           | 71.8   | 70.4 | 69.1 | 67.7 | 66.4 | 65.1 | 63.8    |                                |
| PALIER 12.1/2                                    | 25              | 72.8   | 71.4 | 70.0 | 68.6 | 67.3 | 66.0 | 64.7    | 20                             |
| PALIER 12.3/4                                    | 25.30           | 73.8   | 72.4 | 71.0 | 69.6 | 68.2 | 66.9 | 65.6    |                                |
| FIN PAL.13                                       | 26              | 74.8   | 73.3 | 71.9 | 70.5 | 69.1 | 67.8 | 66.5    |                                |
| PALIER 13.1/4                                    | 26.30           | 75.8   | 74.3 | 72.8 | 71.4 | 70.0 | 68.6 | 67.3    | 21                             |
| PALIER 13.1/2                                    | 27              | 76.8   | 75.3 | 73.8 | 72.3 | 70.9 | 69.5 | 68.2    |                                |
| PALIER 13.3/4                                    | 27.30           | 77.8   | 76.2 | 74.7 | 73.3 | 71.8 | 70.4 | 69.1    |                                |
| FIN PAL.14                                       | 28              | 78.7   | 77.2 | 75.7 | 74.2 | 72.7 | 71.3 | 70.0    | 22                             |
| PALIER 14.1/4                                    | 28.30           | 79.7   | 78.2 | 76.6 | 75.1 | 73.7 | 72.2 | 70.8    |                                |
| PALIER 14.1/2                                    | 29              | 80.7   | 79.1 | 77.6 | 76.1 | 74.6 | 73.1 | 71.7    |                                |
| PALIER 14.3/4                                    | 29.30           | 81.7   | 80.1 | 78.5 | 77.0 | 75.5 | 74.0 | 72.6    | 23                             |
| FIN PAL.15                                       | 30              | 82.7   | 81.1 | 79.5 | 77.9 | 76.4 | 74.9 | 73.5    |                                |
| PALIER 15.1/4                                    | 30.30           | 83.7   | 82.0 | 80.4 | 78.8 | 77.3 | 75.8 | 74.3    |                                |
| PALIER 15.1/2                                    | 31              | 84.7   | 83.0 | 81.4 | 79.8 | 78.2 | 76.7 | 75.2    | 24                             |
| PALIER 15.3/4                                    | 31.30           | 85.6   | 84.0 | 82.3 | 80.7 | 79.1 | 77.6 | 76.1    |                                |
| FIN PAL.16                                       | 32              | 86.6   | 84.9 | 83.3 | 81.6 | 80.0 | 78.5 | 77.0    |                                |
| PALIER 16.1/4                                    | 32.30           | 87.6   | 85.9 | 84.2 | 82.6 | 80.9 | 79.4 | 77.8    | 25                             |
| PALIER 16.1/2                                    | 33              | 88.6   | 86.9 | 85.2 | 83.5 | 81.9 | 80.2 | 78.7    |                                |
| PALIER 16.3/4                                    | 33.30           | 89.6   | 87.8 | 86.1 | 84.4 | 82.8 | 81.1 | 79.6    |                                |
| FIN PAL.17                                       | 34              | 90.6   | 88.8 | 87.1 | 85.3 | 83.7 | 82.0 | 80.5    | 26                             |
| PALIER 17.1/4                                    | 34.30           | 91.6   | 89.8 | 88.0 | 86.3 | 84.6 | 82.9 | 81.3    |                                |
| PALIER 17.1/2                                    | 35              | 92.5   | 90.7 | 88.9 | 87.2 | 85.5 | 83.8 | 82.2    |                                |
| PALIER 17.3/4                                    | 35.30           | 93.5   | 91.7 | 89.9 | 88.1 | 86.4 | 84.7 | 83.1    | 27                             |
| FIN PAL.18                                       | 36              | 94.5   | 92.7 | 90.8 | 89.1 | 87.3 | 85.6 | 84.0    |                                |
| PALIER 18.1/4                                    | 36.30           |  | 93.6 | 91.8 | 90.0 | 88.2 | 86.5 | 84.8    |                                |
| PALIER 18.1/2                                    | 37              |  | 94.6 | 92.7 | 90.9 | 89.1 | 87.4 | 85.7    | 28                             |
| PALIER 18.3/4                                    | 37.30           |  | 95.6 | 93.7 | 91.8 | 90.0 | 88.3 | 86.6    |                                |
| FIN PAL.19                                       | 38              |  | 96.5 | 94.6 | 92.8 | 91.0 | 89.2 | 87.5    |                                |
| PALIER 19.1/4                                    | 38.30           |  |      |      | 91.9 | 90.1 | 88.3 |         | 29                             |
| PALIER 19.1/2                                    | 39              |  |      |      | 92.8 | 91.0 | 89.2 |         |                                |
| PALIER 19.3/4                                    | 39.30           |  |      |      | 93.7 | 91.9 | 90.1 |         |                                |
| FIN PAL.20                                       | 40              |  |      |      | 94.6 | 92.7 | 91.0 |         |                                |

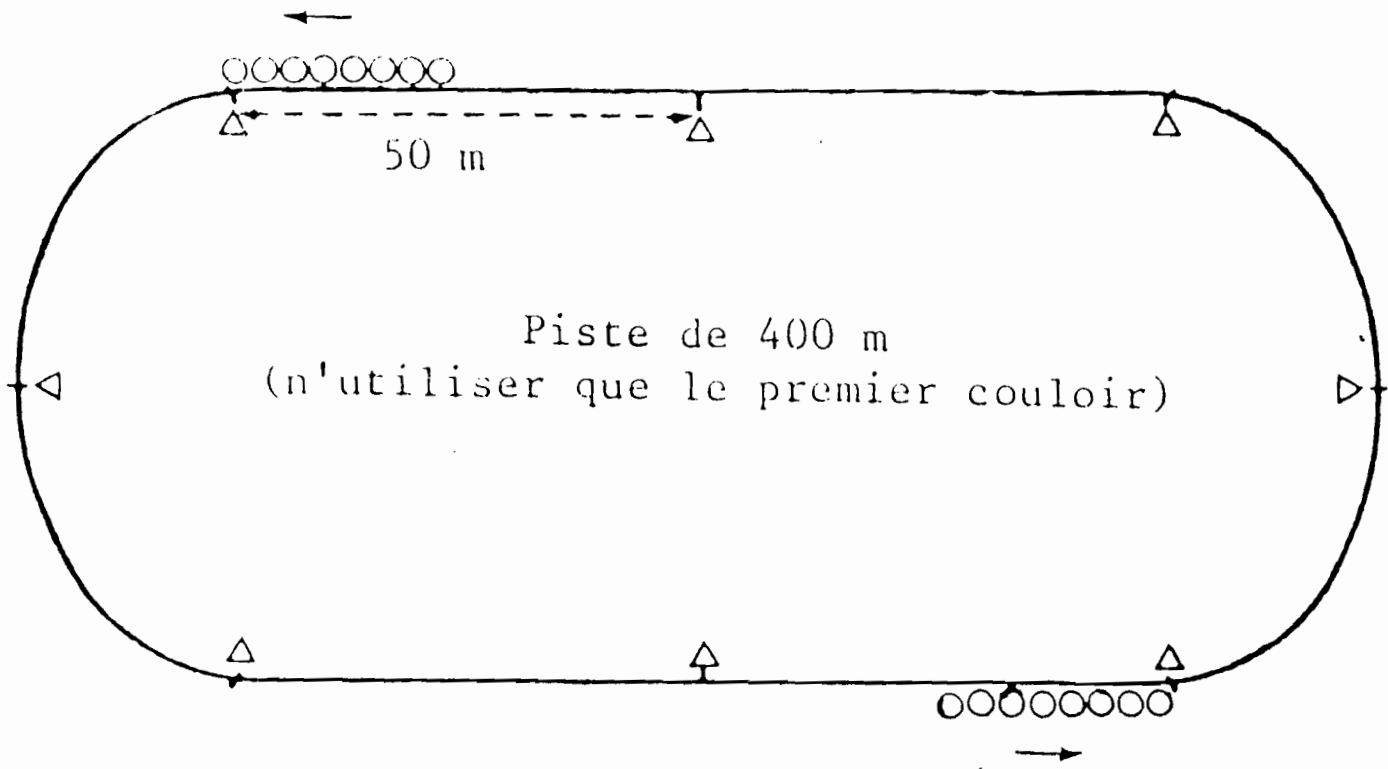
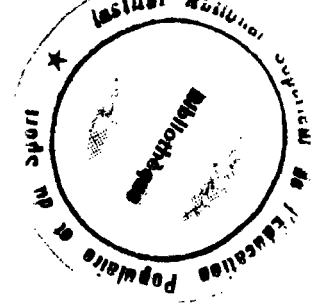


Fig. 1 : Piste de 400 m étalonnée tous les 50 m pour la réalisation de l'épreuve indirecte continue progressive maximale.



- RESULTAT -



## PRESENTATION DES RESULTATS

Nous allons d'abord dresser dans ce chapitre les tableaux récapitulatifs des différents paramètres étudiés. Ensuite nous procéderons à la comparaison des valeurs de repos et des variations dues aux tests pour enfin connaître laquelle des 2 méthodes d'évaluation de la consommation maximale d'oxygène est la mieux corrélée avec le 3 000 m.

| Sujets | Age<br>(an) | Poids<br>(Kg) | Taille<br>(m) |
|--------|-------------|---------------|---------------|
| 1      | 25          | 67            | 1,81          |
| 2      | 28          | 67            | 1,78          |
| 3      | 24          | 62            | 1,74          |
| 4      | 28          | 69            | 1,71          |
| 5      | 26          | 53            | 1,71          |
| 6      | 33          | 53            | 1,70          |
| 7      | 32          | 63            | 1,73          |
| 8      | 28          | 53            | 1,80          |
| 9      | 26          | 64            | 1,72          |
| 10     | 24          | 60            | 1,77          |
| 11     | 25          | 64            | 1,75          |
| 12     | 30          | 54            | 1,68          |

$$\bar{X} = 27$$

$$\bar{X} = 60,75$$

$$\bar{X} = 1,74$$

**TABLEAU I:** Caractéristiques biométriques des sujets

| Sujets | Fréquence cardiaque avant test | Nombre de paliers réalisés | F. cardiaque après test | VO2 max ml/mn/Kg | V km/h |
|--------|--------------------------------|----------------------------|-------------------------|------------------|--------|
| 1      | 52                             | 14 3/4                     | 130                     | 72,6             | 21     |
| 2      | 52                             | 14 1/2                     | 140                     | 71,7             | 21     |
| 3      | 64                             | 13 3/4                     | 170                     | 69,1             | 20     |
| 4      | 52                             | 13                         | 140                     | 66,5             | 19     |
| 5      | 48                             | 14 1/4                     | 140                     | 70,8             | 21     |
| 6      | 48                             | 11 1/4                     | 140                     | 60,3             | 18     |
| 7      | 50                             | 12 3/4                     | 180                     | 65,6             | 19     |
| 8      | 60                             | 13 1/4                     | 140                     | 67,3             | 20     |
| 9      | 64                             | 12 1/4                     | 180                     | 63,8             | 19     |
| 10     | 58                             | 10 1/4                     | 180                     | 56,8             | 17     |
| 11     | 54                             | 11 1/4                     | 180                     | 60,3             | 18     |
| 12     | 50                             | 9 1/2                      | 170                     | 54,2             | 16     |

$$\bar{X} = 54,33$$

$$\sigma = 5,88$$

$$\bar{X} = 157,50$$

$$\sigma = 21,10$$

$$\bar{X} = 64,8$$

$$\sigma = 5,14$$

$$\bar{X} = 19$$

**TABLEAU II** : Comportement individuel de notre population cible pendant l'épreuve progressive sur piste avec paliers de 2 minutes (LEGER-BOUCHER, 1980)

| Sujets | Fréquence cardiaque avant test | F. cardiaque après test | VO2 max ml/mn/Kg |
|--------|--------------------------------|-------------------------|------------------|
| 1      | 48                             | 136                     | 130              |
| 2      | 56                             | 160                     | 140              |
| 3      | 52                             | 144                     | 170              |
| 4      | 52                             | 140                     | 140              |
| 5      | 50                             | 172                     | 140              |
| 6      | 56                             | 164                     | 140              |
| 7      | 54                             | 166                     | 180              |
| 8      | 60                             | 176                     | 140              |
| 9      | 60                             | 160                     | 180              |
| 10     | 56                             | 162                     | 180              |
| 11     | 52                             | 136                     | 180              |
| 12     | 48                             | 156                     | 170              |

$$\bar{X} = 53,66$$

$$\sigma = 3,84$$

$$\bar{X} = 156$$

$$\sigma = 14,44$$

$$\bar{X} = 50,09$$

$$\sigma = 6,43$$

**TABLEAU III** : Comportement individuel de nos sujets lors du test sur bicyclette ergométrique. La moyenne et la dispersion des résultats sont également représentés

| Sujets | Fréquence cardiaque avant test | Fréquence cardiaque après test | Performances |
|--------|--------------------------------|--------------------------------|--------------|
| 1      | 52                             | 172                            | 561"         |
| 2      | 52                             | 144                            | 550"         |
| 3      | 56                             | 170                            | 551"         |
| 4      | 52                             | 160                            | 571"         |
| 5      | 50                             | 166                            | 570"         |
| 6      | 52                             | 176                            | 580"         |
| 7      | 56                             | 180                            | 586"         |
| 8      | 64                             | 172                            | 567"         |
| 9      | 56                             | 168                            | 552"         |
| 10     | 64                             | 180                            | 585"         |
| 11     | 60                             | 164                            | 585"         |
| 12     | 48                             | 168                            | 603"         |

$$\bar{X} = 55,16$$

$$\sigma = 4,94$$

$$\bar{X} = 168,33$$

$$\sigma = 10,23$$

$$\bar{X} = 571,75$$

$$\sigma = 14,03$$

**TABLEAU IV** : Comportement individuel et moyen de nos sujets pendant le test de 3 000 m

| Sujets | VO2 max prédite<br>à partir de la bicyclette<br>(ml/mn/Kg) | VO2 max prédite<br>à partir du test de<br>LEGER-BOUCHER<br>(ml/mn/Kg) | Performances<br>réalisées au<br>3 000 m |
|--------|--|---|---|
| 1      | 55,22  | 72,6  | 561"                                    |
| 2      | 41,79  | 71,7  | 550"                                    |
| 3      | 54,83  | 69,1  | 551"                                    |
| 4      | 52,17  | 66,5  | 571"                                    |
| 5      | 47,16  | 70,8  | 570"                                    |
| 6      | 59,94  | 60,3  | 580"                                    |
| 7      | 42,85  | 65,6  | 586"                                    |
| 8      | 45,28  | 67,3  | 567"                                    |
| 9      | 43,75  | 63,8  | 552"                                    |
| 10     | 46,66  | 56,8  | 585"                                    |
| 11     | 57,81  | 60,3  | 585"                                    |
| 12     | 53,70  | 54,2  | 603"                                    |

$$\bar{X} = 50,09$$

$$\sigma = 6,43$$

$$\bar{X} = 64,98$$

$$\sigma = 5,14$$

$$\bar{X} = 571,75$$

$$\sigma = 14,03$$

**TABLEAU V:** récapitulatif des principales variables étudiées

|  |   |
|--|---|
| Variables  | Performances au 3 000 m<br>$\bar{X} = 571,75$ $\sigma = 14,03$  |
| PMA calculée à partir du test sur piste avec paliers de 2 mn<br>$\bar{X} = 65,8$ $\sigma = 5,14$ | $r = -0,72$<br>. seuil de signification $p = 01$ et $r = 0,735$<br>. nbre de degrés de liberté = <b>11</b><br>donc $r = -0,72$ = significatif |
| PMA calculée à partir du test sur bicyclette ergométrique<br>$\bar{X} = 49,7$ $\sigma = 6,43$    | $r = -0,28$<br>. nbre de degrés de liberté = 11<br>. seuil de signification $p = 01$ et $r = 0,735$<br>donc $r = -0,28$ ,non significatif     |

TABLEAU VI : Corrélations entre les principales méthodes de mesures de PMA en considérant que la relation entre deux variables est linéaire, outre le coefficient de corrélation figurent successivement la moyenne et le sigma de chaque variable.

$$\text{Taux de variance commune} = r^2 \times 100 \quad \left. \begin{array}{l} \text{) pour Luc Leger} = 60,84 \\ \text{) pour bicyclette} = 7,84 \end{array} \right\}$$

Donc 60,84 % des variations observées en  $Vo_2$  max chez Luc Leger sont associées aux variations observées au 3 000 m. Tandis que 7,84 % seulement des variations observées en bicyclette ergométrique sont associées aux variations observées au 3 000 m.

SIGNES UTILISES :

- X = la moyenne
- $\sigma$  = l'écart type
- r = coefficient de corrélation de Pearson
- PMA = Puissance maximale aérobie
- $Vo_2$  max = Consommation maximum d'O<sub>2</sub>.



- ANALYSE ET DISCUSSION DES RESULTATS -

## ANALYSES ET DISCUSSIONS DES RESULTATS

La moyenne de la PMA (puissance Maximale Aérobie) calculée à partir de l'épreuve progressive de course sur piste chez nos sujets est de 65,8 ml d'O<sub>2</sub> min<sup>-1</sup>.kg<sup>-1</sup> (Tableau II). Cette valeur situe notre échantillon nettement au dessus de celle des sédentaires qui est comprise entre 45ml O<sub>2</sub> et 50 ml d'O<sub>2</sub> (Hettinger et Coll, 1962, Flandrois et Coll 1962, Astrand 1956, Fall et Pirnay 1989).

La valeur de 65,8 ml d'O<sub>2</sub> est atteinte pour une vitesse de course moyenne ou vitesse maximale aérobie de 19 km/h. Ce qui nous permet de dire que l'intensité est élevée.

Pendant ce temps la fréquence cardiaque moyenne correspondante immédiatement après le test est de 156 pulsations par minute. Cette valeur est nettement inférieure à celle des sujets sédentaires ; ceci s'explique par le fait que nous avons affaire à des sujets relativement bien entraînés.

Le tableau III rassemble les valeurs moyennes calculées à partir du test sur bicyclette ergométrique. Elles sont sensiblement égales à 50 ml d'O<sub>2</sub> min<sup>-1</sup>.kg<sup>-1</sup> pour la PMA et 156 battements par minute pour la fréquence cardiaque après test.

La moyenne de 50 ml d'O<sub>2</sub> situe notre échantillon à la limite supérieure de la valeur des sportifs peu entraînés ou non confirmés.

Le tableau IV illustre la performance moyenne de notre groupe expérimental au test de 3 000 m, celle-ci est sensiblement égale à 9'28" (571" + - 14,03). Ce temps situe notre échantillon au niveau des meilleurs athlètes sénégalais spécialistes de demi-fond et fond. Mais ces résultats restent quand même moyens sur le plan continental et faibles sur le plan

international. Quant à la fréquence cardiaque moyenne calculée immédiatement après la course elle se situe autour de 168,33 pulsations ( $\pm 10,23$ ).

Cette valeur moyenne de fréquence cardiaque est très proche de celle calculée chez des sujets moyens s'exerçant au seuil anaérobie.

Donc ce résultat situe le degré d'entraînement de notre échantillon un peu au dessus des sujets sédentaires mais nettement en dessous des athlètes d'endurance type qui maintiennent sans déséquilibre une intensité d'exercice correspondant à 80 % du maximum (Williams et Coll, 1967 ; Ekblom 1970 ; Pirnay et Coll 1971).

La tableau V compare les deux méthodes d'évaluation de puissance maximale aérobie (PMA). Nous constatons que les valeurs de  $VO_2$  max obtenues à partir du test de laboratoire sur bicyclette ergométrique sont très faiblement corrélées avec les performances de 3 000 m. En effet, le faible coefficient de corrélation négatif nous incite à dire que ce test est à écarter comme épreuve d'évaluation ou comme épreuve de contrôle de l'évaluation de l'entraînement chez des coureurs de demi-fond et fond.

Par contre les résultats individuels de PMA obtenus à partir du test progressif de course sur piste avec paliers de deux minutes (Leger-Boucher 1980) sont négativement bien corrélés avec les performances du 3 000 m  $r = -0,78$ . Ce résultat confirme notre hypothèse de départ selon laquelle ce dernier test d'aptitude physique est le plus indiqué chez les athlètes de demi-fond d'une manière générale et plus spécialement chez le coureur de 3 000 m.

- RESUME ET CONCLUSION -

## RESUME ET CONCLUSION

L'évaluation de la consommation maximum d'oxygène permet d'apprécier l'aptitude physique en général et de manière beaucoup plus spécifique la qualité endurance. Le  $\dot{V}O_2$  max ou PMA est définie comme le plus grand débit d'énergie que l'organisme peut produire au dépend du métabolisme aérobie musculaire. Il existe différentes méthodes d'évaluation de cette variable (Cooper 1968, Astrand 1952, Astrand R Hyming 1954, Pirnay 1966, Leger 1980).

Le but de notre travail a été d'étudier deux méthodes indirectes d'appréciation de la PMA : le test d'Astrand utilisant comme ergomètre une bicyclette de Monark, et l'épreuve indirecte progressive et maximale de course sur piste avec paliers de deux minutes.

Notre échantillon a été composé de douze athlètes militaires choisis au hasard parmi les rangs de l'ASFA. Leur niveau d'entraînement est relativement bon et leur permet de participer régulièrement à des compétitions nationales et continentales.

Les valeurs moyennes de PMA que nous avons calculées pour chaque méthode d'évaluation sont différentes en valeur absolue. Elles sont de 65,8 ml  $O_2 \cdot \text{mn}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$  ( $\pm 5,14$ ) pour le test de Leger et sensiblement de 50 ml  $O_2 \cdot \text{mn}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$  pour l'épreuve d'Astrand.

Par contre nous n'avions pas trouvé de différence au niveau de la fréquence cardiaque après effort pour les deux tests (tableau II et III). En effet cette variable est encore utilisée pour préciser la tolérance à l'effort.

Pour notre échantillon, nous ne sommes pas surpris de voir une bradycardie relative après effort. Ceci témoigne d'un entraînement quantitatif.

Ces athlètes s'exercent 5 à 6 fois par semaine suivant les enjeux des "meetings" à raison de deux heures d'entraînement par séance.

Les coefficients de corrélation que nous avons trouvés entre les valeurs individuelles de  $VO_2$  max et les performances individuelles du test de 3 000 m confirment notre hypothèse de départ. L'épreuve progressive maximale et indirecte de course sur piste est mieux adaptée aux athlètes de demi-fond (800-1 500 m) et aux coureurs de 3 000 m. Nous avons en effet trouvé une bonne corrélation négative ( $r = -0,78$ ) entre ladite épreuve et le 3 000 m, tandis que cette corrélation rest très faible pour le test d'Astrand.

## **BIBLIOGRAPHIE**

## BIBLIOGRAPHIE

- 1- Andersen, K.L. Physical fitness-Studies of healthy men and women in Norway-In: international research in sport and physical education. Edited by Jokl, E. and Simon. E.Charles C.Thomas. Springfield III, 489-500,1964
- 2- Andersen, K.L.Hermansen. Aerobic work capacity in middle-ages Norwegian men. J. appl Physiol. 20: 432-436,1965.
- 3- Andersen, K.L. The effect of physical training upon the oxygen uptake power of men of various age and fitness level. Forsvarsmedicin 3: 183-187,1967
- 4- Astrand, I; Astrand, P.O., Christensen, E.H. and R. Hedman. Myohemoglobin as an oxygen store in man. Acta physiol. Scand.48:454-460, 1960
- 5- Astrand, P.O. Experimental studies of physical working capacity in relation to sex and age. Copenhagen: Munksgaard 1952
- 6- Astrand, P.O. and I. RHYMING. A nomogram for calculation of aerobic capacity (physical fitness) from pulse rate during submaximal work. J.appl.Physiol.7:218-221,1954
- 7- Astrand, P.O. Human physical fitness with special reference to sex and age. Physiol. Rev.36:307-336,1956
- 8- Astrand, P.O. and K.RODHAL. Précis de physiologie de l'exercice musculaire 2e ed. Masson,1980
- 9- Astrand, P.O.Human fitness with special reference to sex and age. In: International research in sport and physical education. Charles C.Thomas, Springfield P.517,1964
- 10- Binkhorst,R.A.,Pool,J.,VAN Leeuwen,P.and BOUHUY,S.A.Maximum O<sub>2</sub> uptake in healthy nonathletic males. Int. Z.angew.Physiol.22:10-18,1966
- 11- BJORN,E. and GJESSING,E.maximum oxygen uptake of the easter Island population. J. appl.Physiol.25:124-129,1968
- 12- BOTTIN,R.,PETIT,J.M.jDEROANNE,R,JUCHMES,J. et PIRNAY,F. Mesures comparées de la consommation maximum d'O<sub>2</sub> par paliers de 1 à 2 minutes. Int.Z.angew physiol. 26:335-362,1968
- 13- BOTTIN,R.,PETIT,J.M.jDEROANNE,R,JUCHMES,J. et PIRNAY,F.Aptitude physique d'étudiants universitaires .Inst.Z.angew physiol.25:25-31,1968



- 14- BUSKIRK, E., and TAYLOR, H.L. Maximal oxygen intake and its relation to body composition with special reference to chronic physical activity and obesity. *J. appl. physiol.* 11:72-78, 1957
- 15- CRAIG, F.N. and GUMMINGS, E.G. Dehydration and muscular work. *J. appl. Physiol.* 21:670-674, 1966
- 16- CRAIG, F.N. and FROEHLICH, H.L. Endurance of preheated men in exhausting work. *J. appl. physiol.* 24:636-639, 1968
- 17- CUMMING, G.R. and DANZINGER, R. Bicycle ergometer studies in children: correlation of pulse rate with oxygen consumption. *Pediatrics.* 32:202-208, 1963
- 18- CUMMING, G.R. current levels of fitness. *canad. Med. Ass. J.* 96:868-877, 1967
- 19- BURKIRK, E.R., KOLLIAS, J., AKERS, R.F., PROKOP, EK. and REATEGUI, E.P. Maximal performance at altitude and on return from altitude in conditioned runners. *J. appl. physiol.* 23:259-266, 1967
- 20- CERRETELLI, P. e RADOVANI, P. Il massimo consumo di O<sub>2</sub> in atleti olimpionici di varie specialita. *Boll. della societa Italian di Bid. sperimentale* 36:1871, 1960
- 21- DILL, D.B. and ADAMS, W.C. Maximal oxygen uptake at sea level and at 3,090 m. altitude in high school champion runners. *J. appl. Physiol.* 30:854-859, 1971
- 22- DOLL, E., KEUL, J. and MAIWALD, C. Oxygen tension and acid-base equilibria in venous blood of working muscle. *Amer. J. Physiol.* 215:23-29, 1968
- 23- EKBLUM, B., Astrand, P.O., SALTIN, B., STENBERG, J. and WALLSTROM, B. Effect of training on circulatory response to exercise. *J. appl. physiol.* 24:518-528, 1968
- 24- EKBLUM, B. Effect of physical training on circulation during prolonged severe exercise. *Acta physiol. Scand.* 78:145-158, 1970
- 25- EPSTEIN, S.E., ROBINSON, B.F., KAHLER, R.L. and BRAUNWALD, E. Effects of Beta-adrenergic blockade on the cardiac response to maximal and submaximal exercise in man. *J-Clin. Invest.* 44:1745-1753, 1965

- 26- FAULKNER, J.A., DANIELS, J.T. and BLAKE, B. Effect of training at moderate altitude on physical performance capacity. *J.appl.*23:85-89,1967
- 27- FLADROIS,R., PUCCINELLI,R., HOUDAS,Y. et LEFRANCOIS,R. Comparaison des consommations d'O<sub>2</sub> maximum mesurées et théoriques d'une population Française. *J. Physiol. (Paris)* 54:337-338,1962
- 28- GLASSFORD,R.G.; BAYCROFT,G.H.Y.; SEDGWICK,A.W. and MACNAB,R.B.J. Comparison of maximal oxygen uptake values determined by predicted and actual methods *J.appl.Physiol.*20:509-513,1965
- 29- HETTINGER,T.; BLEKHEAD,N.C.; HORVATH,S.M.; ISSEKUTZ,B and RODHAL,K. Assessment of physical work capacity. *J.appl.Physiol.*16:153-156,1961
- 30- HEBBELINK,M. Ergometry in physical research. *J.Sports.Med.*9:69-70.
- 31- HOLLMAN,W. Höchst-und Dauerleistungsfähigkeit des sportlers. Johann æmbrosius BARTH,Munich,1963.
- 32- HOLLMAN,W.; BONCHARD,UND HERKENRATH, G. Die Entwicklung der Leistungsfähigkeit des Kardiopulmonalen Systems bei Kindern und Jugendlichen des achten bis achtzehnten lebensJahres. *Sportarzt* 2:255-260,1965
- 33- KLISSOURAS,V. Heritability adaptive variation. *J.appl.Physiol.*31:338-344, 1971
- 34- KNUTTGEN,H.G. Aerobic capacity of adolescents. *J.appl.Physiol* .22:655-658,1967
- 35- KONIG,K.; REINDELL,H.; KEUL,J. and ROSKAM,H. Untersuchungen über das verhalten von Amung und Kreislauf im Belastungs versirch bei Kindern und Jugendlichen im ALTER von 10-19 Jahren. *Int.Z.Angew.Physiol.* 18:393-434,1961
- 36- LEGER,L.; LAMBERT,J. A maximal multishtage 20 m shuttle run test to predict VO<sub>2</sub> max. *Evr.J.appl. Physiol.* 19:1-12,1982 b
- 37- LEGER,L. 20 m shuttle test;instruction manual (beginners version 11p, advanced version 19p) Montreal sport Med Technology inc;1985a
- 38- LEGER,L.; CAZORIAG. Epreuves d'évaluation de votre capacité physiologique. AREAPS
- 39- LEGER?L.; BOUCHER,R. An indirect continous running multistage field test: the university of Montreal track test. *Can.J.appl.sports.* SC.5:77-84,1980

- 40-LEGER,L. Test de course navette de 20 m pour évaluer la capacité aérobie des adultes.Rapport soumis au ministère du Loisir, de la chasse et de la pêche du Quebec. Dec.1980
- 41- METHENY,E.L., BROUHA,R.E., JOHNSON,R.E and FORBES,W.H. Some physiologic responses of women and men to moderate and strenuous exercise: a comparative study.Amer.J.Physiol. 137:318-326,1942
- 42- MICHAEL,E.D., Jr. and HORVATH,S.M. Physical work capacity of college women.J. appl.physiol. 20:263-266,1965
- 43- MITCHELL?J.H., SPROULE,B.?J. and CHAPMAN,C.B. The physiological meaning of maximal oxygen intake test.J.Clin INVEST. 37:538-547,1958
- 44- MARGARIA,R., AGHEMO,P. and ROVELLI,E. The effects of some drugs on the maximal capacity of athletic performance in man. INT.Z.angew. Physiol.20:281-287,1964
- 45- MARGARIA,R. Exercise and altitude. Excerpta Med.Found.Amsterdam,1967.
- 46- MELLEROWICZ,H. Ergometric. Urban et Schwarzenberg, Munich,1962.
- 47- PIRNAY,F., PETIT,J.M., BOTTIN,R., DEROANNE,R., JUCHMES,J., BELGE,G. Comparaison de 2 méthodes de mesures de la consommation maximum d'O<sub>2</sub> Int.Z.angew.Physiol. einschl Arbeits physiol. 23:203-211,1966
- 48- PIRNAY,F., FALL,Assane. Qualités physiques des mélando-africains. Med sport,63:266-274,1989
- 49- PIRNAY,F., PETIT,J.M., DUJARDIN,J., DEROANNE,R., JUCHMES,J. et BOTTIN,R. Influence de l'amphétamine sur quelques exercices musculaires effectués par l'individu normal; Int.Z. angew. Physiol.25:121-129,1968
- 50- PIRNAY,F., PETIT,J.M., DEROANNE,R. et HAUSMAN,A. Aptitude à l'exercice musculaire sous contrainte thermique.Arch.Int.Physiol.Bioch.76:867-892,1968
- 51- PIRNAY,F., DEROANNE,R; and PETIT,J.M. Maximal oxygen consumption in a hot environment.J.appl.Physiol.28:642-645,1970
- 52- PIRNAY,F., DERANNE,R., DELVAUX,J.M. et PETIT,J.M. Contrôle de l'entraînement par l'ergométrie. SPORT,53:14-18,1971
- 53- REEVES,J.T., GROVER,R.F. and COHN,J.E. Regulation of ventilation during exercise at 10,200 ft in athletes born at low

altitude. *J.appl.Physiol.* 22:546-554, 1967

54- ROBINSON, S. Experimental studies of physical fitness in relation to age. *Arbeitphysiol.* 10:251-323, 1938

55- ROBINSON, S.; PEARCY, M.; BRUECKMAN, F.R.; NICHOLAS, J.R. and MILLER, D.I. Effects of atropine on heart rate and oxygen intake in working man. *J.appl.Physiol.* 5:508-512, 1953.

56- ROSKAMPF, H.; SCHULTZE-WERNINGHAUS, G., LANDRY, F.; SAMEK, L.; HARNASCH, P. und REINDELL, H. Die sauerstoffaufnahmekapazität im verlauf eines vierwöchigen Körperlichen trainings. *Int.Z. angew. Physiol.* 28:197-208, 1970.

57- SALTIN, B. Aerobic work capacity and circulation at exercise in man with special reference to the effect of prolonged exercise and/or heat exposure. *Acta.physiol.Scand.* 62:suppl. 230, 1964.

58- SALTIN, B.; GROVER, R.F.; BLOMQUIST, C.G., HARTLEY, L.H. and JOHNSON Jr. R.L. Maximal oxygen uptake and cardiac output after 2 weeks at 4,300 m. *J.appl.Physiol.* 25:400-409, 1968.

59- SHEPARD, R. J.; VARNAUSKAS, E.; MARTIN, H.B., WHITE, H.A.; PERMUTT, S.; COTES, J.E. and RILEY, R.L. Relationship between cardiac output and apparent diffusing capacity of the lung in normal men during treadmill exercise. *J.appl.* 13:205-210, 1958.

60- SHEPARD, R. J. World standards of cardiorespiratory performance. *Arch. Environ. Health* 13:664-672, 1966.

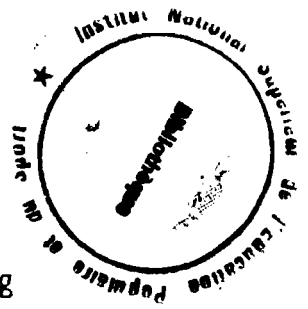
61- SHEPARD, R. J. Intensity, duration and frequency of exercise as determinants of the response to a training regime. *Int.Z. angew. Physiol.* 26:272-278, 1968.

62- SHEPARD, R. J. Endurance fitness. University of Toronto Press, 1969.

63- STENBERG, J.; EKBLÖM, B. and MESSIN, R. Hemodynamic response to work at stimulation altitude. *J.appl.Physiol.* 21:1589-1594, 1966.

64- STENBERG, J.; ASTRAND, P.O.; EKBLÖM, B.; ROYCE, J. and SALTIN, B. Hemodynamic response to work with different muscle groups, sitting and supine. *J.appl.Physiol.* 32:61-70, 1967.

65- VOGEL, J.A.; HANSEN, J.E. and HARRIS, C.W. Cardiovascular response in man during exhaustive work at sea level and high altitude. *J.appl.Physiol.* 23:531-539, 1967



66- WAHLUND, H. Determination of the physical working capacity. *Acta. med. Scand.* 132 suppl. 215, 1948.

67- WILLIAMS, C.G.; BREDELL, G.A.G.; WYNDHAM, C.H.; STRYDOM, N.B.; MORRISSON, J.F.; PETER, J.; FLENNING, P.W. and WARD, J.S. Circulatory and metabolic reactions to work in heat. *J. appl. Physiol.* 17: 625-638, 1962

68- WILLIAMS, C.G.; WYNDHAM, C.H.; KOK, R. and VON RAHDEN, M.J.E. Effect of training on maximum oxygen intake and on anaerobic metabolism in man. *Int. Z. angew. Physiol.* 24: 18-23, 1967

69- WYNDHAM, C.H.; STRYDOM, N.B.; MORRISSON, J.F.; PETER, J.; WILLIAMS, C.G.; BREDELL, C.A.G. and JOFFE, A. Differences between ethnic group in physical working capacity. *J. appl. Physiol.* 18: 361-366, 1963.