

REMERCIEMENTS

=====

Nous exprimons notre gratitude à toutes les personnes qui de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce document, en particulier :

. Docteur Fallou CISSE et Monsieur Jean FAYE pour avoir accepté de diriger ce travail malgré leurs multiples préoccupations.

. Mademoiselle Zeineb SANGARE pour la générosité et la qualité du document.

. Mes amis Mansour DIOP, Ibrahima THIAM, Bacary DIALLO et Bourama SAMBOU pour leur assistance morale et affective.

D E D I C A C E

=====

Je dédie ce mémoire à :

Feu mon père Amoro MANGA

Ma mère Khady TAMBA

Mon fils Amara MANGA

Mes cousins Gnyla MANGA, Ibou MANGA, Mamadou MANGA

Mes parents adoptifs : Feu Bocar DIACK et à son épouse Aïssata GAYE

Mes frères adoptifs : Mamadou DIACK, Aliou DIACK et Demba DIACK

Mes soeurs adoptives : Faty Bocar DIACK et Binta DIACK

Mon oncle : Abdoulaye MANGA

Mes amis : Boubacar DIAWARA, Moussa SOUMARE et Samba KANOUTE

Mes camarades de promotion

Tous les membres du personnel de l'I.N.S.E.P.S.

S O M M A I R E

	<u>Pages</u>
INTRODUCTION	6
CHAPITRE I - SYSTEME DE PRODUCTION DE L'ACIDE LACTIQUE	
1.1. - La Glycolyse	11
CHAPITRE II - EXPERIENCE PERSONNELLE	
2.1. - Caractéristiques des sujets	16
2.2. - Dispositif expérimental	17
2.3. - Les tests	17
2.4. - Calculs statistiques	20
CHAPITRE III - PRESENTATION DES RESULTATS	
3.1. - Les valeurs avant le post-test à valeur expérimentale	22
3.2. - Les valeurs après le post-test à valeur expérimentale	22
CHAPITRE IV - ANALYSE ET DISCUSSION DES RESULTATS	
4.1. - Niveau d'entraînement des sujets étudiés	32
4.2. - Performance des sujets suivant le type de récupération	33
CONCLUSION	36
BIBLIOGRAPHIE	38

- I N T R O D U C T I O N -
=====

De nos jours, partout dans le monde, le niveau de la pratique sportive s'est nettement amélioré. Ceci a été possible grâce aux nouvelles méthodes d'entraînement basées sur des données scientifiques et à la collaboration entre entraîneurs et médecins qui travaillent pour l'établissement de programmes d'entraînement et pour un meilleur suivi des sportifs. Ainsi, de plus en plus, l'élaboration des programmes d'entraînement repose sur des approches physiologiques et biochimiques.

En ce qui concerne les courses, il existe plusieurs méthodes d'entraînement. Cependant l'une d'elles attire l'attention plus que les autres : il s'agit de la méthode faisant appel au travail intermittent ou **INTERVAL TRAINING** des Anglo-saxons, exercice interrompu par des périodes de retour au calme appropriées. L'Interval Training est jugé plus performant que les autres méthodes d'entraînement par exercice continu car, il a été prouvé scientifiquement que l'intervalle de retour au calme arrête momentanément la production et l'accumulation de "produits de fatigue".

Quand on se livre à une activité physique, il se déroule une série de réactions chimiques dont le but final est la production de l'Adénosine Triphosphate (ATP). L'ATP est un nucléotide présent dans toutes les cellules, mais surtout dans le tissu musculaire strié (4). Son hydrolyse produit de l'énergie directement utilisable par les tissus en activité.

Au cours de l'exercice musculaire, la production d'ATP passe par les trois filières suivantes :

- La Filière Adénosine Triphosphate/Phosphocréatine (ATP/PC)

La phosphocréatine est emmagasinée dans le muscle. Elle peut presque instantanément produire de l'ATP qui est à son tour emmagasiné dans le muscle. Toutes les activités réalisées avec une intensité maximale en un temps inférieur ou égal à dix (10) secondes tirent leur énergie avant tout

de la filière ATP/PC. Il s'agit par exemple des courses sur des distances inférieures ou égales à cent mètres (100), du lancement de javelot, du poids, du disque et du plongeon.

- La Filière de l'Acide Lactique ou système Acide Lactique (AL)

Dans les courses de 400, 800 mètres et dans la dernière partie du 1500 mètres, la filière de l'acide lactique constitue la principale source d'ATP. Même au repos, l'acide lactique est produit par l'organisme mais en très faible quantité. Au cours de l'exercice musculaire il apparaît en plus grande quantité dans le flot sanguin.

De nombreux sujets associent la fatigue ressentie après effort à l'accumulation de l'acide lactique due à l'insuffisance de la quantité d'oxygène présent au niveau cellulaire (4).

Dans les épreuves sportives citées plus haut, la filière ATP/PC est épuisée et le seul mode de production supplémentaire d'ATP réside dans la libération de l'énergie par la dégradation d'aliments. Dans ce cas, le glucose (sucre) est la source préférentielle et, de fait, la seule source alimentaire.

La dégradation du glucose en acide lactique en l'absence d'oxygène utilise deux ATP pour une production de quatre (4) ATP d'où un gain net de deux (2) ATP par la cellule (4). Nous développerons la filière de l'acide lactique dans un chapitre à part.

- La Filière de l'oxygène ou système aérobie

En présence d'oxygène, les aliments que l'homme ingère, surtout les sucres et les graisses, permettent la production constante d'ATP pour les cellules musculaires. C'est pourquoi toutes les courses dont la durée dépasse une minute trente secondes font obligatoirement appel à la filière de l'oxygène. Il s'agit par exemple des courses de demi-fond, de fond et du marathon. La dégradation complète d'une molécule de glucose en présence d'oxygène, utilise 4 ATP pour une production de 40 ATP d'où un gain net de 36 ATP par cellule (12).

La connaissance, l'intérêt et l'utilisation de ces filières ne sont pas sans contradiction dans l'esprit de certaines personnes surtout en ce qui concerne la filière de l'acide lactique. De nombreux sportifs voire des entraîneurs, des accompagnateurs, pensent que l'acide lactique, lorsqu'il est produit en grande quantité au cours de l'activité musculaire, peut être source de fatigue et diminuer la performance des athlètes.

Comme nous venons de le voir, le 400 mètres plats est une activité physique qui provoque une importante production d'acide lactique dont le devenir est fonction de la quantité d'oxygène disponible au niveau cellulaire. La récupération après une activité physique d'intensité maximale aurait pour rôle de faciliter le retour à la normale des différentes modifications physiologiques engendrées par cette activité (6).

La période de récupération ou intervalle de repos comprend essentiellement deux formes :

- . La récupération passive qui consiste en une activité légère comme la marche ;
- . La récupération active qui consiste quant à elle en une activité modérée comme le footing lent.

Le problème est alors de savoir, quelle est, entre ces deux modes de récupération, celui qui facilite le plus tôt le retour à la situation antérieure à l'exercice.

Nous nous sommes donnés alors comme tâche, de répondre à la question suivante :

"Quelle est, entre la récupération passive et la récupération active, celle qui permet de réaliser un plus grand nombre de répétitions au cours d'une série d'entraînement aux 400 mètres plats ?"

Dans notre démarche nous avons adopté le plan suivant :

. Dans le chapitre I, nous proposons une étude détaillée de la glycolyse pour permettre une meilleure compréhension du système de production de l'acide lactique.

. Le chapitre II sera consacré à l'expérimentation des deux modes de récupération.

. Dans le chapitre III, nous regrouperons et traiterons les résultats.

. Nous procéderons à l'analyse et à la discussion de nos résultats dans le chapitre IV.

. Et enfin, dans le chapitre V, nous résumerons et livrerons nos conclusions.

CHAPITRE I
=====

-

SYSTEME DE PRODUCTION
DE L'ACIDE LACTIQUE

Dans cette partie, nous nous sommes largement inspirés des travaux de FOX ET MATHEWS (5) - de Mc ARDLE, KATCH F. ET KATCH V. (10) - et de VANDER A.J, SHERMAN J.M, LUCIANO D.S. (12).

1.1 - La Glycolyse

Quand une molécule de glucose entre dans la cellule pour y fournir de l'énergie, elle subit une série de réactions chimiques dont l'ensemble est appelé glycolyse. Quand la série de réactions débute à partir du glycogène, il est alors question de glycogénolyse. La glycolyse anaérobie est une suite de onze (11) réactions enzymatiques qui mènent d'une molécule de glucose à deux molécules d'acide lactique. Ces réactions résumées à la figure 1 se passent dans le milieu aqueux de la cellule et en dehors de la mitochondrie.

. Dans une première réaction, sous l'action d'une enzyme appelée hexokinase, il y a incorporation d'énergie aux dépens d'une molécule d'ATP pour phosphoryler le glucose 6-phosphate.

. Sous l'action de la phosphohexose isomérase, le glucose 6-phosphate est transformé en fructose 6-phosphate dans une deuxième réaction.

. Une seconde molécule d'ATP est utilisée au cours d'une troisième réaction qui transfère un phosphate sur le fructose 6-phosphate pour le transformer en fructose 1-6 phosphate sous l'action de la phosphofructokinase.

. Dans une quatrième réaction, sous l'action d'une enzyme appelée aldolase, le fructose 1-6 phosphate (molécule à six carbones) est scindé en deux molécules différentes à trois carbones : le 3 phosphoglycéraldéhyde et le dihydroxyacétone-phosphate.

. Dans une cinquième réaction, le 3 phosphoglycéraldéhyde et le dihydroxyacétone sont rendus identiques sous l'action de la phosphotriose isomérase ; si bien qu'au total, une molécule à six

carbones est transformée en deux molécules identiques à trois carbones.

Sous l'action de la déshydrogénase, le 3 phosphoglyceraldéhyde est transformé en 1-3 diphosphoglycérate par une libération de deux atomes d'hydrogène. La déshydrogénation ne se fait que s'il y a un accepteur d'hydrogène. Dans ce cas précis, seul la Nicotamide-Adénosine-Diphosphate (NAD) joue le rôle de transporteur d'hydrogène en se combinant avec ce dernier pour former le NADH_2 : c'est la sixième réaction.

. La première synthèse directe d'ATP au cours de la glycolyse a lieu au cours de la septième réaction sous l'action de la phosphoglycérate-kinase par le transfert d'un phosphate du 1-3 Diphosphoglycérate sur l'Adénosine Diphosphate (ADP). Le 1-3 diphosphoglycérate est à cette occasion transformé en 3 phosphoglycérate. Ainsi, les 2 ATP consommés aux réactions un et trois sont récupérés à la réaction sept. Ce mode de transfert direct de l'énergie du phosphate entre un substrat et l'ADP est appelé phosphorylation par le substrat.

. Dans une huitième réaction, sous l'action de la phosphoglycérate-mutase, le 3 phosphoglycérate est transformé en 2 phosphoglycérate.

. Une déshydratation provoquée par l'énolase convertit le 2 phosphoglycérate en phosphoénolpyruvate dans une neuvième réaction.

. Deux molécules additionnelles d'ATP sont synthétisées par phosphorylation par le substrat au cours d'une dixième réaction sous l'action de la pyruvate kinase. Ces deux molécules d'ATP représentent un gain net d'ATP pour la cellule. A cette occasion, le phosphoénolpyruvate est transformé en acide pyruvique.

. En l'absence d'oxygène, le NADH_2 formé lors de la sixième réaction ne peut être converti en NAD par transfert d'atomes d'hydrogènes et d'électrons au système des cytochromes. S'il n'y

avait pas d'autres moyens de transformer le NADH_2 en NAD, la glycolyse s'arrêterait une fois le faible stock de NAD de la cellule totalement converti en NADH_2 au cours de la sixième réaction, parce que celle-ci ne peut avoir lieu sans NAD. Ainsi le manque d'oxygène arrêterait la glycolyse.

Toutefois, il y a un autre mode de production de NAD et qui correspond à la onzième réaction. L'addition de deux atomes d'hydrogène à l'acide pyruvique sous l'action de la lactase déshydrogénase donne de l'acide lactique. Le donneur d'hydrogène étant le NADH_2 qui est à cette occasion converti en NAD et la glycolyse peut se poursuivre avec, comme produit final, l'acide lactique au lieu de l'acide pyruvique.

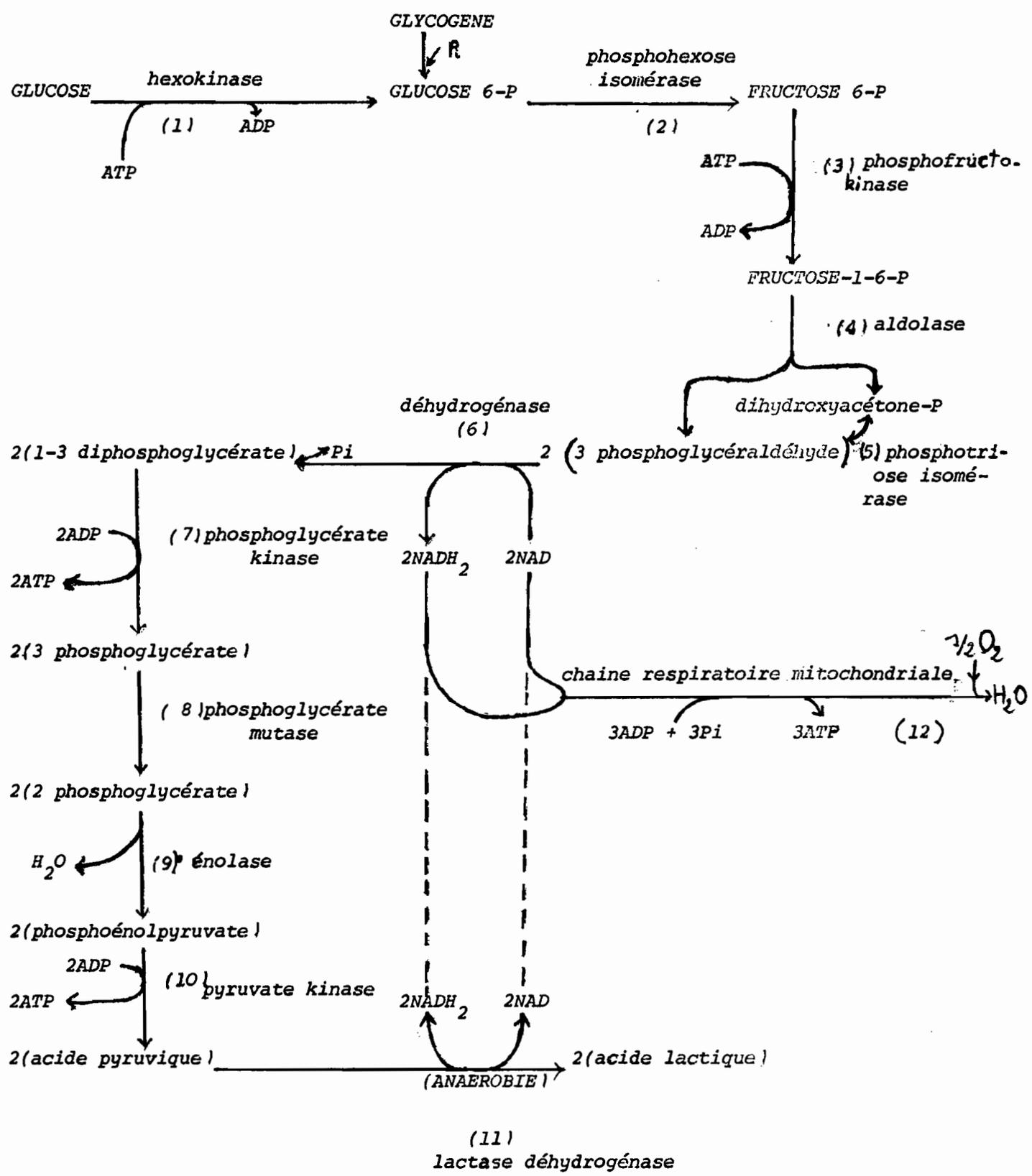


FIGURE 1 : Oxydation du glucose ou du glycogène en acide pyruvique et en acide lactique en l'absence d'oxygène.

CHAPITRE II
=====

-

EXPERIENCE PERSONNELLE

2.1. - Caractéristiques des sujets

Notre étude a porté sur 22 éleve-professeurs de l'Institut National Supérieur de l'Education Populaire et des Sports (INSEPS) de Dakar. Ils sont tous nés au Sénégal et y ont toujours vécu, soumis aux mêmes conditions climatiques naturelles.

Ils ont par ailleurs subi une visite médicale d'aptitude approfondie avant leur admission à l'INSEPS. Ils étaient donc en principe prêts pour un exercice d'intensité maximale.

Ils étaient à différents niveaux de formation à l'Institut : dix étudiants en première année, sept en deuxième année et cinq en quatrième année. La première et la deuxième année de formation constituent un tronc commun et les sports pratiqués sont des sports collectifs, individuels et de combat.

. Quatre sports collectifs :

Foot-ball, Basket-ball, Hand-ball et Volley-ball.

. Trois sports individuels :

Athlétisme, Gymnastique et Natation.

. Deux sports de combat :

Lutte et Judo.

La troisième et la quatrième année de formation représentent des années de spécialisation pendant lesquelles chaque étudiant choisit deux sports :

. Un sport parmi les sports collectifs.

. Un sport parmi les sports individuels et les deux sports de combat. La durée de la pratique est de 16 heures et demie par

semaine dans les deux premières années de formation à raison de deux disciplines par jour. Elle est de cinq heures et demi en troisième et en quatrième années.

La pratique sportive à l'INSEPS de Dakar n'est donc pas négligeable et au mois d'avril, les sujets que nous avons sélectionnés pouvaient être considérés comme ayant un niveau d'entraînement acceptable, et aptes à une course de 400 mètres.

2.2. - Dispositif expérimental

Nous avons utilisé le matériel suivant pour la réalisation de nos tests.

2.2.1. - La Piste d'athlétisme du stade IBA MAR DIOP

Elle mesure 400 mètres. Elle est construite à l'instar de toutes les pistes d'athlétismes de compétitions nationales et internationales.

2.2.2. - Six chronomètres, quatre plots et un sifflet

Tous les 100 mètres, nous avons placé un plot et un chronométreur. Les chronomètres ont servi à prendre la fréquence cardiaque des athlètes au repos, à donner le départ et à évaluer le temps de passage aux plots signalé aux athlètes par le coup de sifflet, à évaluer le temps de récupération, et enfin, à relever le temps et la fréquence cardiaque à l'abandon de chaque sujet.

2.3. - Les Tests

Ils étaient au nombre de deux. Ils ont tous été réalisés sur une distance de 400 mètres. Les sujets avaient d'abord subi un pre-test aux 400 mètres plats et, 38 heures après, ils ont effectué une série d'entraînement. Des précautions ont été prises avant, en particulier pour le post-test et, au cours de l'épreuve, des consignes ont été données.

2.3.1. - Précautions

Les sujets avaient pris leur dernier repas trois heures avant les tests. Nous leur avons demandé d'éviter toute épreuve intense 12 heures avant l'épreuve. Ils ont effectué un échauffement long et progressif de 15 minutes.

2.3.2. - Consignes

Les sujets étaient tenus de respecter rigoureusement le temps de passage aux plots annoncé par le coup de sifflet : accélérer si on est en retard, décélérer dans le cas contraire. En cas d'épuisement total, les sujets étaient également tenus de ne s'arrêter qu'au plot suivant, ce qui nous avait permis de relever le temps à l'abandon, le nombre de mètres parcourus au dernier tour et la fréquence cardiaque à l'arrêt de chaque athlète.

2.3.3. - Déroulement des tests

L'expérimentation a eu lieu au mois d'avril. Chaque sujet avait été soumis à deux tests d'exercices physiques.

- Un pre-test aux 400 mètres plats

Il avait pour but de connaître la performance de chaque sujet. Ce qui nous avait permis de les classer par ordre décroissant et de les regrouper en quatre groupes de niveau G1, G2, G3 et G4 ayant réalisé respectivement des performances comprises entre :

- . 62 secondes (sec.) et 63,66 sec.
- . 60,03 sec. et 60,31 sec.
- . 55,43 sec. et 57,78 sec.
- . 50,99 sec. et 52,34 sec.

Nous avons ensuite calculé la moyenne des performances réalisées par chaque groupe de niveau. Les valeurs moyennes sont respec-

tivement pour les quatre groupes G1, G2, G3 et G4 : 63,25 sec., 60,20 sec., 56,26 sec. et 51,95 sec..

Pour permettre aux sujets de pouvoir effectuer plusieurs répétitions de 400 mètres et d'avoir un temps fixe pour parcourir chaque 100 mètres, nous avons fixé pour chaque groupe de niveau, un temps d'entraînement inférieur à la moyenne de sa performance. Ainsi, nous avons respectivement pour les quatre groupes cités plus haut :

- . 76 sec. aux 400 mètres au lieu de 63,66 sec. soit 19 sec. pour parcourir chaque 100 mètres.
- . 72 sec. au lieu de 60,20 sec. soit 18 sec. aux 100 mètres.
- . 68 sec. aux 400 mètres au lieu de 56,26 sec. soit 17 sec. aux 100 mètres.
- . Enfin 64 sec. au lieu de 51,95 sec. soit 16 sec. pour parcourir chaque 100 mètres.

Nous avons enfin réparti les 22 sujets en deux groupes A et B en classant une moitié de chaque groupe de niveau dans le groupe A et l'autre moitié dans le groupe B pour la suite de notre expérience.

- Un post-test de plusieurs répétitions de 400 mètres à valeur de traitement expérimental

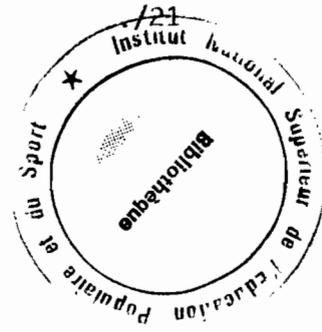
Il avait été effectué 38 heures après le pre-test. Les sujets étaient mis d'abord au repos pendant au moins 15 minutes. Nous avons ensuite procédé à la prise de la fréquence cardiaque de chaque sujet. Ils ont ensuite effectué un échauffement long et progressif de 15 minutes avant de partir par groupe de niveau. Après chaque répétition, les athlètes du groupe A faisaient une récupération passive qui consistait en une marche lente tandis que ceux du groupe B effectuaient une récupération active en procédant à un footing lent. Le temps de récupération pour chaque groupe de niveau est égal au temps d'effort.

Lorsqu'un sujet ne parvenait plus à respecter le temps de passage aux plots, nous lui demandions de s'arrêter au plot suivant où le chronométrateur en place relevait son temps et sa fréquence cardiaque à l'abandon.

2.4. - Calculs statistiques

Après avoir calculé et vérifié l'égalité des caractéristiques de la tendance centrale que sont le mode, la médiane et la moyenne arithmétique, nous avons constaté que la distribution de la population pour les grandeurs étudiées suivait une loi normale. Ce qui nous autorisait à utiliser le test de **STUDENT** pour la comparaison de nos moyennes et de nos écarts types. L'effectif étant le même dans les groupes A et B qui sont par ailleurs indépendants, le nombre de degrés de liberté ($N_1 + N_2 - 2$) était constant.

- . Pour 20 degrés de liberté, la valeur critique t pour une probabilité $P = 0,05$ est égale à 2,086.
- Si $t < 2,086$, la différence n'est pas significative.
- Si $t > 2,086$, la différence est significative (7).



CHAPITRE III
=====

- **PRESENTATION DES RESULTATS**

Tous nos calculs statistiques ont été effectués à partir des résultats recueillis au tableau I. L'ensemble des résultats de nos calculs sont regroupés au tableau VII. Mais pour des raisons de clarté, nous avons rapportés sur des tableaux différents les valeurs moyennes, les écarts types et le degré de signification de chaque paramètre de comparaison considéré.

3.1. - Les Valeurs avant le traitement expérimental

3.1.1. - Performance aux 400 mètres plats

Les valeurs moyennes et les écarts types sont rapportés au tableau II. Les valeurs moyennes des deux groupes étaient égales (57,27 sec.). Nous avons donc au départ deux groupes égaux.

3.1.2. - Fréquence cardiaque au repos

Les valeurs moyennes et les écarts types sont rapportés au tableau III. Celle du groupe A (66,90 battements/minute) est légèrement supérieure à celle du groupe B (66,18 battements/minute). Cependant la différence n'est pas significative.

3.2. - Les Valeurs après le traitement expérimental

3.2.1. - Fréquence cardiaque à l'abandon

Les valeurs moyennes et les écarts types sont rapportés au tableau IV. Celle du groupe A (169,27 battements/minute) est légèrement supérieure à celle du groupe B (166,54 battements/minute). La différence n'est pas significative. En nous servant de la formule d'ASTRAND, nous avons calculé parallèlement la fréquence cardiaque maximale théorique (220-âge). Les valeurs moyennes et les écarts types sont également rapportés au tableau IV.

3.2.2. - Distance totale parcourue

Les valeurs moyennes et les écarts types sont rapportés au tableau V. La valeur moyenne du groupe B (1500 mètres) est supérieure à celle du groupe A (1100 mètres). La différence est significative.

3.2.3. - Temps mis pour parcourir la distance totale

Les valeurs moyennes et les écarts types sont rapportés au tableau VI. Celle du groupe B (260,66 sec.) est supérieure à celle du groupe A (200,81 sec.). La différence est significative.

TABLEAU I: Répartition des 22 sujets en quatre groupe de niveau, en deux groupes A et B et les valeurs individuelles de chaque sujet avant et après le post-test à valeur expérimentale.

		GROUPE													
		A							B						
GN	i	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	
G ₁	A ₁	62	68	170	192	800	175,14	B ₁	63,66	80	170	198	2000	385,00	
	A ₂	63,28	80	180	190	1100	211,81	B ₂	63,06	60	170	195	2000	384,09	
G ₂	A ₃	60,31	72	180	195	1000	187,07	B ₃	60,28	68	144	195	1400	236,30	
	A ₄	60,03	68	150	191	1200	231,41	B ₄	60,15	68	170	195	1500	265,16	
G ₃	A ₅	57,07	60	180	192	1400	254,72	B ₅	57,28	72	160	195	1400	222,15	
	A ₆	57,30	60	170	194	1000	177,25	B ₆	57,12	56	180	194	1400	223,43	
	A ₇	55,43	76	200	192	1100	193,54	B ₇	55,78	56	170	192	1400	228,04	
	A ₈	55,71	56	150	195	1000	179,18	B ₈	55,52	76	180	195	1500	257,76	
	A ₉	55,63	68	150	194	1200	218,07	B ₉	55,66	56	180	194	1500	275,09	
G ₄	A ₁₀	50,99	60	132	197	1400	231,47	B ₁₀	52,18	60	164	194	1100	177,83	
	A ₁₁	52,30	68	200	195	900	149,34	B ₁₁	52,34	76	144	195	1300	211,41	

Légende

GN = Groupe de niveau

1 = Sujets du groupe

2 = Performance aux 400 mètres plats (en sec.)

3 = Fréquence cardiaque au repos (batt/mn)

4 = Fréquence cardiaque à l'abandon (batt/mn)

5 = Fréquence cardiaque maximale théorique (batt/mn)

6 = Distance totale parcourue (en mètres)

7 = Temps mis pour parcourir la distance totale (sec.).

TABLEAU II

PERFORMANCE AUX 400 METRES (sec.)			
GROUPE	EFFECTIF	MOYENNE	ECART TYPE
A	11	57,27	3,66
B	11	57,27	3,35
DEGRE DE SIGNIFICATION	NS		

Moyennes, écarts types et degré de signification des performances réalisées par les groupes A et B aux 400 mètres plats.

La différence est non significative (NS).

TABLEAU III

FREQUENCE CARDIAQUE AU REPOS (battements/minute)			
GROUPE	EFFECTIF	MOYENNE	ECART TYPE
A	11	66,90	7,05
B	11	66,18	8,58
DEGRE DE SIGNIFICATION	NS		

Moyennes, écarts types et degré de signification de la fréquence cardiaque au repos des groupes A et B. La différence est non significative (NS).

TABLEAU IV

GROUPE	FREQUENCE CARDIAQUE A L'ABANDON (battements/minute)			FREQUENCE CARDIAQUE MAXIMALE THEORIQUE (batt/mn)	
	EFFECTIF	MOYENNE	ECART TYPE	MOYENNE	ECART TYPE
A	11	169,27	20,75	193,36	2,01
B	11	166,54	12,27	194,72	1,42
DEGRE DE SIGNIFICA- TION	NS			NS	

. Moyennes, écarts types et degré de signification de la fréquence cardiaque à l'abandon des groupes A et B. La différence est non significative (NS).

. Moyennes, écarts types et degré de signification de la fréquence cardiaque maximale théorique calculée à partir de la formule d'ASTRAND (220-âge). La différence est non significative (NS).

TABLEAU V

DISTANCE TOTALE PARCOURUE (mètres)			
GROUPE	EFFECTIF	MOYENNE	ECART TYPE
A	11	1100	180,90
B	11	1500	259,36
DEGRE DE SIGNIFICATION	S		

Moyennes, écarts types et degré de signification de la distance totale parcourue par les groupes A et B. La différence est significative (S).

TABLEAU VI

TEMPS MIS POUR PARCOURIR LA DISTANCE TOTALE (sec.)			
GROUPE	EFFECTIF	MOYENNE	ECART TYPE
A	11	200,81	29,80
B	11	260,56	66,77
DEGRE DE SIGNIFICATION	S		

Moyennes, écarts types et degré de signification du temps mis pour parcourir la distance totale par les groupes A et B. La différence est significative (S).

TABLEAU VII

. Récapitulation de l'ensemble des résultats de nos calculs statistiques

	2	3	4	5	6	7
N	22	22	22	22	22	22
NA	11	11	11	11	11	11
NB	11	11	11	11	11	11
MA	57,27	66,90	169,27	193,36	1100	200,81
MB	57,27	66,18	166,54	194,72	1500	260,66
MA-MB	0	0,72	2,73	1,36	400	59,85
6A	3,66	7,05	20,75	2,01	180,90	29,80
6B	3,35	8,58	12,27	1,35	259,36	63,77
D.L	20	20	20	20	20	20
t	0	0,205	0,367	1,789	4,04	2,688
D.S	NS	NS	NS	NS	S	S

légende

2 = Performance aux 400 mètres plats	MA = Moyenne du groupe A
3 = Fréquence cardiaque au repos	MB = Moyenne du groupe B
4 = Fréquence cardiaque à l'abandon	MA-MB = Différence des moyennes des groupes A et B
5 = Fréquence cardiaque maximale théorique	6A = Ecart type du groupe A
6 = Distance totale parcourue	6B = Ecart type du groupe B
7 = Temps mis pour parcourir la distance totale	DL = Nbre de degrés de liberté
N = Effectif total	t = Valeur de t
NA = Effectif du groupe A	DS = Degré de signification
NB = Effectif du groupe B	NS = Non significative
	S = Significative

CHAPITRE IV
=====

-

ANALYSE ET DISCUSSION DES RESULTATS

La performance aux 400 mètres, la fréquence cardiaque au repos et à l'effort, la distance totale parcourue et le temps mis pour parcourir cette dernière ont été recueillis. Nous procéderons dans ce chapitre à une analyse et à une discussion des résultats obtenus.

4.1. - Le Niveau d'entraînement des sujets étudiés

La plupart des auteurs ayant travaillé sur les grands cardio-vasculaires en climat tropical ont trouvé pour les sédentaires des valeurs de la fréquence cardiaque de repos de l'ordre de 80 battements/minute (3) et (10). Les valeurs mesurées dans notre travail sont moyennement inférieures (66,90 battements/minute pour le groupe A et 66,18 battements/minute pour le groupe B). Cela est certainement dû aux effets de l'entraînement sur la fréquence cardiaque. l'on sait que la pratique sportive répétée et soutenue, nécessitant une amélioration des conditions de transport de l'oxygène, ralentit le coeur en renforçant le tonus vagal (1) et (11). Les valeurs de la fréquence cardiaque basale des étudiants que nous avons examinés sont légèrement supérieures à celles des sportifs sénégalais et largement supérieures à celles des sportifs européens de haut niveau. Nos sujets sont donc moins entraînés que l'une ou l'autre catégorie de sportifs,

Cet état de fait découle de la vocation de l'INSEPS : c'est un Institut de formation d'élèves professeurs d'éducation physique et sportive. L'enseignement dispensé est aussi pratique que théorique, d'où le nombre restreint d'athlètes de haut niveau. Cependant on peut signaler que le champion en titre du record du Sénégal aux 110 mètres haies est un étudiant de l'Etablissement. D'autre part, certains étudiants évoluent dans des équipes de première division du championnat national sénégalais de football, basket ball, de volley ball ou de handball, voire dans une équipe nationale sénégalaise.

La température ambiante a aussi une influence non négligeable sur la fréquence cardiaque. On sait que la thermorégulation en climat chaud s'accompagne d'une augmentation de la fréquence cardiaque

assurant ainsi un plus grand afflux de sang vers le réseau cutané par un accroissement du débit cardiaque (8).

L'insuffisance de l'entraînement de l'ensemble des sujets examinés expliquerait les faibles performances réalisées par rapport au record du Sénégal qui est de 45 secondes. Cependant il est à noter que ce record a été réalisé à 2300 mètres d'altitude en 1968 à Mexico ; donc dans des conditions particulières.

Par ailleurs les différents groupes montrent des individualités avec des performances plus ou moins proches du record du Sénégal. C'est ainsi que le quatrième groupe est à 6,95 secondes de ce record avec une moyenne de 51,95 secondes aux 400 mètres plats. Cela s'explique par le fait qu'il est constitué par des étudiants participant activement aux compétitions scolaires et/ou universitaires, parfois civiles. Les autres groupes ont, quant à eux, une moyenne de performances largement en dessous du record du Sénégal.

A la décharge de nos différents groupes, on peut penser, en outre que les faibles performances découlent d'une période d'inactivité de 30 jours pour congé juste avant le début de l'expérimentation.

4.2. - Performance des sujets suivant le type de récupération

L'importante élévation de la fréquence cardiaque à la fin de la série d'entraînement est habituelle. L'on sait que le rythme cardiaque se modifie immédiatement au cours de l'exercice musculaire et même avant celui-ci. Cette augmentation est d'origine nerveuse et s'explique par la décharge d'adrénaline par les glandes surrénales et la mise en activité de la sensibilité proprioceptive à point de départ musculaire (6), (8) et (9). Elle est d'autant plus marquée que l'exercice musculaire est plus intense. Elle permet à l'organisme d'augmenter son débit cardiaque pour, d'une part, répondre aux besoins en oxygène des muscles en activité, et d'autre part, évacuer les produits du métabolisme cellulaire au cours de l'effort que sont : la chaleur, le gaz carbonique et l'acide lactique (6,).

Le 400 mètres plats est une épreuve qui sollicite à fond le système cardiovasculaire entraînant généralement l'élevation de la fréquence cardiaque jusqu'à sa valeur maximale.

Cependant la fréquence cardiaque que nous avons recueillie à la fin de la série d'entraînement ne reflète pas exactement la puissance d'un 400 mètres. En effet, les sujets étaient à bout de souffle et s'étaient arrêtés parce qu'épuisés. La fréquence cardiaque prise à la fin du pre-test aurait mieux reflété le phénomène. Nous regrettons beaucoup de n'avoir pas prélevé une telle donnée.

Tout de même, la prise du pouls à l'abandon nous montre que les sujets ayant observé une récupération active entre les séries présentaient une accélération moindre de la fréquence cardiaque. Et pourtant dans les deux cas, elle était largement inférieure à la fréquence cardiaque maximale théorique calculée à partir de la formule d'ASTRAND qui s'exprime ainsi : fréquence cardiaque maximale = $220 - \text{âge}(1)$.

Sur le plan de la distance totale couverte, les sujets soumis à une récupération active entre les répétitions, malgré une moindre sollicitation cardio-vasculaire ont parcouru une plus grande distance et couru plus longtemps que les sujets dont les séries de 400 mètres étaient entrecoupées de récupération passive.

Les différences de performances observées dans les deux formes de récupération seraient dues à l'utilisation faite de l'acide lactique produit au cours du post-test.

En récupération active, le maintien d'une certaine vitesse circulatoire élevée après la course facilite l'élimination des produits provenant de la contraction musculaire. Ainsi la chaleur, le gaz carbonique et l'acide lactique sont constamment récupérés par le système veineux. Le gaz carbonique est éliminé par les poumons, la chaleur par la sudation tandis que l'acide lactique dans son nouveau métabolisme passe par quatre (4) voies : (5)

. Bien que négligeable, une petite quantité est excrétée dans l'urine et la sueur.

. Lorsque l'énergie est disponible, l'acide lactique peut être reconverti en glucose ou en glycogène dans les muscles squelettiques striés en particulier, dans le foie, le cœur et le cerveau. Toutefois, la resynthèse du glucose et du glycogène à partir de l'acide lactique au cours de l'activité musculaire est extrêmement lente.

. L'acide lactique peut également être converti en protéine au cours de l'exercice musculaire mais en très faible quantité aussi.

. L'utilisation de l'acide lactique comme substrat par le système aérobie représente le principal mécanisme de son élimination au cours de l'exercice musculaire ou durant les périodes de récupération.

En présence d'oxygène, l'acide lactique est d'abord converti en acide pyruvique ensuite en gaz carbonique et en eau par le cycle de **KREBS** et le système de transport des électrons. La dégradation d'une molécule d'acide pyruvique par le cycle de **KREBS** est concomitante à une production de 14 ATP (11).

On peut donc retenir que dans toutes les épreuves sportives relevant de la capacité anaérobie, il y a production d'acide lactique d'autant plus importante que le sujet est plus entraîné. L'acide lactique est d'autant plus vite utilisé pour la production d'ATP et reconverti en glucose ou en glycogène qu'une certaine vitesse circulatoire est maintenue élevée grâce à la récupération active.

CHAPITRE V
=====

--

CONCLUSION

L'expérimentation a consisté en plusieurs répétitions de 400 mètres plats effectuée par deux groupes homogènes constitués après un pre-test aux 400 mètres. Les répétitions ont été entrecoupées de récupération passive pour le premier groupe et de récupération active pour le second. La fréquence cardiaque a été mesurée au repos et après la série de 400 mètres.

Il ressort de notre étude que :

- La fréquence cardiaque de repos pour l'ensemble de nos sujets, est supérieure à celle des sportifs européens de haut niveau et inférieure à celle des sédentaires sénégalais.

La fréquence cardiaque de la série de 400 mètres effectuée avec une récupération active entre les répétitions est moins élevée que celle dont la série est entrecoupée de récupération passive.

- La fréquence cardiaque à l'arrêt de la course pour les deux groupes est moins élevée que la fréquence cardiaque maximale théorique calculée à partir de la formule d'ASTRAND (220-âge).

- La récupération active permet de couvrir une plus grande distance et de soutenir le plus longtemps possible un effort intense que la récupération passive au cours d'une série de 400 mètres.

A partir de ces constatations, nous pouvons dire que l'utilisation de la filière anaérobie n'est pas un facteur de contre-performances du fait de l'importante production d'acide lactique. Bien au contraire, ce dernier est une véritable source d'énergie pouvant être mis à profit au cours de la récupération active. Le vieil adage selon lequel l'acide lactique est source de fatigue doit être banni. Sa production est d'autant plus importante que le sujet est plus entraîné et il est plus facilement utilisable par le cycle de KREBS pour la production de l'ATP au cours de l'exercice musculaire.

B I B L I O G R A P H I E

- 1 - ASTRAND P.O ET RODHAL K.,
La fréquence cardiaque - La régulation thermique in "Précis de l'exercice musculaire". PP. 143-154 ; 394-398.
MASSON, PARIS 1980.

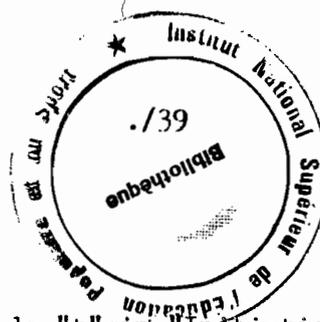
- 2 - BHUSHAN V.,
Appendices-table de "t" in "Les méthodes en statistique" P.151
LES PRESSES UNIVERSITAIRES DE LAVAL - QUEBEC 1984.

- 3 - CISSE F.,
Influence de l'entraînement sur les valeurs de repos in "Contribution à l'étude de l'adaptation cardio-vasculaire et de l'entraînement en climat chaud" P.35.
Mémoire pour l'obtention du Diplôme d'Etude et de Recherche en Biologie Humaine
UNIVERSITE PARIS V. - V.E.R Biomédicale des Saints-Pères 1984.

- 4 - FOX E.L ET MATHEWS D.K.,
L'énergie pour l'effort in "Interval Training" pp. 19-24
VIGOT EDITIONS - PARIS 1977.

- 5 - FOX E.L ET MATHEWS D.K.,
Physiologie de l'élimination de l'acide lactique in "Bases physiologiques de l'activité physique" PP. 31-32
VIGOT - EDITIONS PARIS - QUEBEC 1984.

- 6 - GUILLET R. GENETY J.,
Physiologie des activités physiques-Psychophysiologie et Psychologie du sport - les tests d'aptitudes et de contrôle in "Abrégé de médecine du sport". PP. 45-48 ; 57-68 ; 73-83.
MASSON ET Cie-EDITEURS, PARIS 1975.



7 - GODBOUT P.,

Les caractéristiques de la distribution de "t" in "Initiation à la recherche en sciences de l'activité physique". PP. 82-84.

LES PRESSES UNIVERSITAIRES DE LAVAL, QUEBEC 1986.

8 - HERMAN H. ET CIER J.F.,

Les adaptations cardiovasculaires à l'exercice musculaire in "Précis de physiologie" PP. 519-530.

MASSON, PARIS 1976.

9 - KARPOVICH P. ET SINNING W.,

Le rythme cardiaque - l'exercice dans les conditions inhabituelles d'environnement in "Physiologie de l'activité musculaire". PP.285-306 ; 351-379.

VIGOT FRERES, PARIS 1975.

10 - Mc ARDLE W.D., KATCH F. ET KATCH V.,

Libération de l'énergie des aliments in "Physiologie de l'activité physique". PP. 78-83

VIGOT EDITIONS, QUEBEC 1987.

11 - QUEVAULIER J., PERLMUTER L., OBEASKA P. ET KOPF. A.,

Fréquence cardiaque in "Chier de biologie" PP. 36-37.

MASSON, PARIS 1972.

12 - VANDER A.J., SHERMAN J.H. ET LUCIANO D.S

Métabolisme des glucides in "Physiologie humaine". PP. 67-73

Mc GRAW-HILL EDITEURS, QUEBEC 1977.