

# INTRODUCTION 1

## Chapitre I : Rappels sur l'électrocardiogramme 2

Electrocardiogramme normal	2
Particularités du cœur sportif	3
a- Secondaire à l'hypertonie vagale de repos	3
b- Lié à l'augmentation de la masse myocardite	3
c- Atypies de la repolarisation	3

## Chapitre II : Sujets et méthode 5

1- Sujets	5
2- Méthodes d'étude	5
2-1 L'entraînement	5
a- Période de préparation foncière	5
b- Période d'entraînement spécifique	5
2-2 Matériel	6
2-3 Méthodologie	6
a- Protocole	7
b- Utilisation du matériel	7
2-4 Calculs statistiques	9

## Chapitre III : Résultats 10

A- avant entraînement spécifique	10
1. Valeurs des données anthropométriques	10
2. Valeurs obtenues du test de Ruffier-Dickson	11
3. Valeurs des plis cutanés	12
4. Grandeurs de la pression artérielle allongée et debout	13
5. Grandeurs de l'électrocardiogramme	14
I. Au Plan du rythme	15
1- Résultats globaux	15
1-1 Rythme sinusal	15
1-2 Rythme ectopique	15
2- Résultats analytiques	15
2-1 Selon le sexe	15
2-1-2 Chez les hommes	15
2-1-2 Chez les dames	15
2-2 Selon l'âge	15
2-3 selon le morphotype	15
II/ Au plan de la Fréquence Cardiaque	16
1- Résultats Globaux	16
2- Résultats analytiques	16
2-1 Selon le sexe	16
2-1-1 Chez les hommes	16
2-1-2 Chez les dames	16
2-2 Selon l'âge	16
2-3 Selon le morphotype	16
III/ Au Plan des axes électriques du cœur	16
1- Axe de QRS	16
2- Axe de P	17
3- Axe de T	17
IV/ Au Plan des Auriculogrammes	17
1- Morphologie de l'onde P	17

2-	Durée de P	17
3-	Amplitude de P	17
3-1	Résultats globaux	17
3-2	Résultats analytiques	17
3-2-1	Selon le sexe	17
	a- Chez les hommes	17
	b- Chez les dames	17
3-2-2	Selon l'âge	18
3-2-3	Selon le morphotype	18
V/ Au Plan des Complexes QRS		18
1-	Durée de QRS	18
1-1	Résultats globaux	18
1-2	Résultats analytiques	18
1-2-1	Selon le sexe	18
	a- Chez les hommes	18
	b- Chez les dames	18
1.2.2	Selon l'âge	18
1.2.3	Selon le morphotype	19
VI/ Au Plan de la conduction		19
1-	Conduction auriculo – ventriculaire	19
2-	Conduction intraventriculaire	19
2-1-	Bloc de branche droit incomplet	19
2-1-1	Résultats globaux	19
2-1-2	Résultats analytiques	19
2-1-2-1	Selon le sexe	19
	a- Chez les hommes	19
	b- Chez les dames	19
2-1-2-2	Selon l'âge	19
2-1-2-3	Selon le morphotype	20
2-2	Bloc de branche droit complet	20
VII/ Au Plan de la systole électrique du cœur		21
1-	Calcul de QT idéal	21
2-	QT mesuré	22
3-	QT mesuré – QT idéal	22
VIII/ Au Plan de la repolarisation		22
1-	Segment ST	22
2-	Onde T	22
2-1-	Résultats globaux	22
2-1-1	Sens	23
2-1-2	Morphologie	23
2-2	Résultats analytiques	23
2-2-1	Selon le sexe	23
2-2-1-1	Chez les hommes	23
	a- Sens	23
	b- Morphologie	23
2-2-1-2	Chez les dames	23
	a- Sens	23
	b- Morphologie	23
2-2-2	Selon l'âge	23
	a- Sens	23
	b- Morphologie	24
2-2-3	Selon le morphotype	24
3-	Onde U	24

IX/ Au Plan des Indices	24
1- Indice de Lewis	24
2- Indice de Sokolow-Lyon	24
B- Après Entraînement Spécifique	25
1- Valeurs anthropométriques	25
2- Grandeurs obtenues avec le test de Ruffier-Dickson	26
3- Grandeurs des plis cutanés	27
4- Grandeurs de la pression artérielle allongée et debout	28
5- Grandeurs de l'électrocardiogramme	29
I/ AU PLAN du Rythme	30
1- Résultats globaux	30
1-1 Rythme Sinusal	30
2- Résultats analytiques	30
2-1 Selon le sexe	30
2-1-1 Chez les hommes	30
2-1-2 Chez les dames	30
2-1-2-1 Selon l'âge	30
2-1-2-1 Selon le morphotype	30
II/ Au Plan de la fréquence cardiaque	30
1- Résultats globaux	30
2- Résultats analytiques	31
2-1 Selon le sexe	31
2-1-1 Chez les hommes	31
2-1-2 Chez les dames	31
2-2 Selon l'âge	31
2-3 Selon le morphotype	31
III/ Au Plan des axes électriques du cœur	32
1- Axe de QRS	32
2- Axe de P	32
3- Axe de T	32
IV/ Au Plan des auriculogrammes	32
1- Morphologie de P	32
2- Durée de P	32
3- Amplitude de P	32
V/ Au Plan des complexes QRS	32
1- Durée de QRS	32
VI/ Au Plan de la Conduction	33
1- Conduction auriculo – ventriculaire	33
2- Conduction intraventriculaire	33
2-1 Bloc de branche droit incomplet	33
2-2 Bloc de branche droit complet	33
VII/ Au Plan de la systole électrique du cœur	34
1- Calcul de QT idéal	34
2- QT mesuré	35
3- Calcul de QT mesuré – QT idéal	35
VIII/ Au Plan de la repolarisation	35
1- Segment ST	35
2- Onde T	35
2-1 Résultats globaux	35
2-1-1 Sens	35
2-1-2 Morphologie	36
2-2 Résultats analytiques	36

2-1-3	Selon le sexe	36
2-2-1-1	Chez les hommes	36
a-	Sens	36
b-	Morphologie	36
2-2-1-2	Chez les dames	36
a-	Sens	36
b-	Morphologie	36
2-1-4	Selon l'âge	36
a-	Sens	36
b-	Morphologie	37
2-1-5	Selon le Morphotype	37
a-	Sens	37
b-	Morphologie	37
IX/	Au Plan des Indices	37
1-	Indice de Lewis	37
2-	Indice de Sokolow-Lyon	37
<b>Chapitre IV : Interprétation des résultats38</b>		
I-	Avant entraînement spécifique	38
I.1.	Tableau I	38
a-	L'âge	38
b-	La taille	38
c-	Poids	38
d-	Poids de masse grasse	38
e-	Pourcentage de masse grasse	38
f-	Poids de masse maigre	39
g-	Index de hausse corporelle	39
1-2-	Tableau II	39
1-2-1-	Po ou Pouls de repos	39
1-2-2-	P1 ou Pouls juste après exercice	39
1-2-3-	P2 ou Pouls une minute après exercice	39
1-2-4-	Indice de Ruffier	40
1-3-	Tableau III	40
1-3-1-	Biceps	40
1-3-2-	Triceps	40
1-3-3-	Sous scapulaire	40
1-3-4-	Supra iliaque	40
1-4-	Tableau IV	40
1-4-1-	Pression artérielle allongée	41
1-4-2-	Pression artérielle debout	41
1-5-	Tableau V	42
1-5-1-	Fréquence cardiaque	42
1-5-2-	Durée de PR	42
1-5-3-	Durée de l'onde P	43
1-5-4-	Amplitude de l'onde P	43
1-5-5-	L'axe de QRS	43
1-5-6-	L'indice de Sokolow-Lyon	43
1-5-7-	Durée de QT	43
II/	Après entraînement spécifique	44
II- 1-	Tableau VI	44
a-	L'âge	44
b-	Taille	44
c-	Poids	44
d-	Pourcentage de masse grasse	44
e-	Poids de masse grasse	44
f-	Poids de masse maigre	45

g-	Index de masse corporelle	45
II- 2-	Tableau VII	45
a-	Po	45
b-	P1	45
c-	P2	45
d-	Indice de Ruffier	46
II- 3-	Tableau VIII	46
3-1	Biceps	46
3-2	Triceps	46
3-3	Sous scapulaire	46
3-4	Supra iliaque	46
II- 4	Tableau IX	46
4-1-	Pression artérielle allongée	47
4-2-	Pression artérielle debout	47
II-5-	Tableau X	48
a-	Fréquence cardiaque	48
b-	Durée de PR	48
c-	Durée de P	49
d-	Amplitude de l'onde P	49
e-	Axe de QRS	49
f-	Indice de Sokolow-Lyon	49
g-	Durée de QT	49
III-	Comparaison entre les valeurs moyennes obtenues avant et après entraînement spécifique.	50
1-	Valeurs moyennes des poids de la masse maigre de la masse grasse et du poids de masse grasse.	50
2-	Valeurs moyennes des plis cutanés	52
3-	Valeurs moyennes du poids	53
4-	Valeurs moyennes du test de Ruffier-Dickson	54
5-	Valeurs moyennes de la pression artérielle (Position allongée)	56
6-	Valeurs moyennes de la pression artérielle (Position debout)	58
7-	Valeurs moyennes de l'électrocardiogramme	60

## Chapitre V : Commentaires 62

A-	Sur la méthodologie	62
B-	Sur nos résultats	62
1-	Données cliniques	62
a-	Pression artérielle	62
b-	Indice de Ruffier-Dickson	62
c-	Composition corporelle	63
2-	L'électrocardiogramme	64
a-	Fréquence cardiaque	64
b-	L'intervalle PR	64
c-	Durée du Complexe QRS	64
d-	Durée de QT	64
e-	Blocs de branche droits incomplets	65
f-	Troubles de la repolarisation	65

## Conclusion 66

### 3-2- Valeurs moyennes des plis cutanés

	Plis cutanés (mm)			
	Biceps	Triceps	Sous scapulaire	Supra iliaque
Valeurs moyennes et écarts-types avant entraînement spécifique	3,4 ± 0,77	6,6 ± 1,85	8,17 ± 1,34	5,15 ± 1,4
Valeurs moyennes et écarts-types après entraînement spécifique	2,95 ± 0,61	5,46 ± 1,48	7,29 ± 1,56	4,3 ± 1,37
Valeurs de t et degré de signification	3,21 S à P < 0,05	3,93 S à P < 0,01	2,53 S à P < 0,05	2,93 S à P < 0,05

Tableau 12 : Comparaison entre les valeurs moyennes des plis cutanés avant et après entraînement spécifique.

#### a- Biceps

La valeur moyenne du biceps est passée de 3,4 mm à 2,95 mm après entraînement, soit une différence de 0,45 mm significative à  $P < 0,05$ .

#### b- Triceps

La valeur moyenne du triceps est passée de 6,6 mm à 5,46 mm, soit une diminution de 1,14 mm qui est significative à  $P < 0,01$ .

#### c- Sous scapulaire

La valeur moyenne a baissé, elle est passée de 8,17 mm à 7,29 mm soit une différence de 0,88 mm significative à  $P < 0,05$ .

#### d- Supra iliaque

La valeur moyenne est passée de 5,15 mm à 4,3 mm, soit une diminution de 0,85 mm significative à  $P < 0,05$ .

## INTRODUCTION

La pratique intensive et régulière d'un entraînement physique est à l'origine d'adaptation du système cardio-vasculaire. Ces adaptations sont cliniques, électrocardiographiques, morphologiques, fonctionnelles et sont regroupées sous le terme de syndrome du cœur d'athlète.

Si les particularités du cœur du sportif ont été étudiées avec les techniques d'exploration les plus modernes comme l'échocardiographie ou l'imagerie par résonance magnétique, l'électrocardiogramme de repos reste un examen simple, très couramment utilisé en consultation médicale, qui conserve un rapport qualité - prix performant en particulier chez le sportif. Sa réalisation est obligatoire depuis Avril 2000 pour les sportifs de haut niveau inscrits sur les listes des fédérations. Pour les autres sportifs, il n'est pas obligatoire, mais il faut

savoir qu'il permet de détecter plus de contre-indications à la pratique que l'interrogatoire et l'examen clinique seuls.

Curieusement, les aspects électrocardiographiques du cœur d'athlète, aujourd'hui bien connus, n'ont attiré l'attention des auteurs américains qu'à partir des années 70 avec quelque retard sur les Européens.

Néanmoins dès 1973, tout était dit avec la publication de la méta-analyse de Lichtman(22), ensuite confirmée par d'autres (Plas, J.P. Cousteau)(9,27).

Le présent travail vise à évaluer l'effet de l'entraînement sur les grandeurs cardio-vasculaires et la composition corporelle des athlètes, mais surtout les particularités électrocardiographiques du cœur d'athlète au repos qui permettent :

- Le dépistage d'une anomalie électrique pouvant orienter vers une pathologie cardiaque contre-indiquant ou nécessitant une adaptation à la pratique de l'activité physique et sportive ;
- L'appréciation de la forme physique.

## **RAPPELS SUR L'ELECTROCARDIOGRAMME**

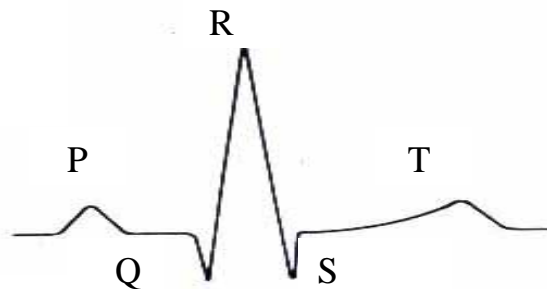
### **1. Electrocardiogramme normal**

Tout électrocardiogramme comporte la succession régulière des phénomènes qui reproduisent le déroulement normal de l'activation cardiaque, dans l'ordre suivant :

- Onde P : correspondant à la dépolarisation auriculaire. La repolarisation auriculaire existe bien mais ne s'inscrit que dans certaines conditions pathologiques : Péricardites, infarctus des oreillettes. Cette onde P a une

durée (0,8 et 0,11 seconde), une amplitude (1,5 et 2,5 mm) et une morphologie positive, négative ou diphasique fonction des sens de dépolarisation auriculaire et de la position des électrodes exploratrices.

- L'intervalle PR : correspond au temps de conduction auriculo-ventriculaire incluant également le temps de dépolarisation auriculaire, donc aussi la durée de l'onde P. Il se mesure du début de l'onde P au début de l'onde R. Sa durée varie avec la fréquence cardiaque, l'âge et de nombreuses conditions pathologiques. Sa mesure et les variations constituent un élément important dans l'étude des troubles intéressant la conduction auriculo-ventriculaire ;
- Complexe QRS : reflet de la dépolarisation synchrone des deux ventricules, il possède une durée, une amplitude, une morphologie dépendant, comme pour l'onde P, du sens de propagation, de l'activation ventriculaire par rapport aux électrodes du plan frontal.
- Onde T : précédée du segment ST, qui l'unit au complexe QRS, elle correspond, comme le segment ST, à la repolarisation ventriculaire. Elle est moins ample que QRS et de plus longue durée. Sa morphologie peut également être positive, négative, ou diphasique selon le sens de la repolarisation par rapport à l'électrode.



**2. Particularités du cœur du sportif :** Les atypies électriques de l'électrocardiogramme les plus souvent rencontrées.

Le cœur du sportif est un cœur normal ou légèrement hypertrophié qui doit se traduire par un électrocardiogramme normal.

Souvent, cependant, l'électrocardiogramme de repos du sportif de haut niveau décèle des «anomalies» sans signification pathologique qu'il faut savoir reconnaître. Elles sont de trois types :

**a- Secondaire à l'hypertonie vagale de repos**



La bradycardie sinusale constitue un point de repère classique pour les sujets pratiquant l'endurance. Cette bradycardie est le fruit d'une modification bien connue de la balance vago - sympathique.

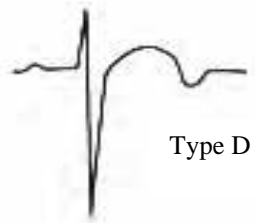
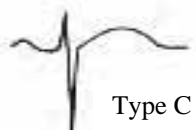
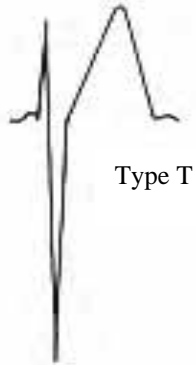
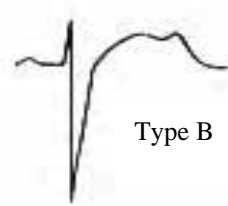
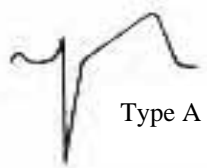
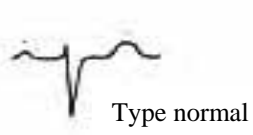
### **b- Lié à l'augmentation de la masse myocardique**

Il est classique de retrouver fréquemment de grandes ondes R en précordiales gauches et d'avoir ainsi des valeurs de Sokolow-Lyon au-delà de 35 mm.

### **c- Atypies de la repolarisation**

Sous l'influence de l'entraînement, et seulement quand celui-ci est intense et prolongé, l'électrocardiogramme du sportif peut parfois objectiver des atypies de repolarisation classées par Plas en cinq catégories (27).

- La repolarisation de type T, plus nette en dérivations précordiales où la hauteur de l'onde T peut tripler. Cette modification est assez souvent observée quand la condition physique est très bonne.
- La repolarisation de type A caractérisée par le redressement de la partie initiale de ST qui devient oblique et ascendante. L'ensemble ST-T conserve cependant une positivité importante.
- La repolarisation de type B comporte un segment ST également oblique ascendant avec une onde T bifide (correspond donc à un type A avec T bifide).
- La repolarisation de type C est caractérisée par un segment ST large qui englobe complètement l'onde T.
- La repolarisation de type D se présente comme un sus - décalage de ST, curviligne, souvent moins marqué que dans les autres types, mais qui aboutit à une onde T inversée et pointue. Cet aspect est proche de celui observé en pathologie coronarienne d'ischémie-lésion



# **SUJETS ET METHODE**

## **1- Sujets**

Cette étude a été réalisée sur une population de 10 athlètes : trois (3) hommes et sept (7) dames du Centre International d'Athlétisme de Dakar (CIAD), basé au Stade Léopold Sédar SENGHOR.

L'âge de ces athlètes varie entre 20 et 29 ans avec une moyenne de 23,6 ans, leur taille entre 1,66 et 1,84 m avec une moyenne de 1,72 m et leur poids entre 51 et 76 kg avec une moyenne de 61,65 kg.

Ils sont originaires du Cameroun, du Gabon, de l'Ile Maurice, de Madagascar, et du Sénégal.

## **2- Méthodes d'étude**

### **2.1- L'entraînement**

L'entraînement était constitué de deux étapes : une période de préparation foncière de deux mois à dominante aérobie et une période d'entraînement spécifique à dominante anaérobie de trois mois.

#### **a- Période de préparation foncière**

Les athlètes faisaient d'abord un échauffement d'au moins 20 minutes dont 10 mn de course, d'éducatifs, d'étirements et d'assouplissements au choix des sujets. Ensuite la séance d'entraînement consistait à faire 2 séries de 3 x 500m. Les repos entre les répétitions étaient de 1mn 30s et les repos entre les séries étaient complètes. A la fin de chaque séance, il y avait un retour au calme de 6 à 10mn.

Les athlètes faisaient aussi 3 séances de musculation par semaine.

#### **b- Période d'entraînement spécifique**

Les athlètes étaient soumis d'abord à un échauffement d'au moins 20mn composé d'une course de 10mn, d'éducatifs, d'étirements et d'assouplissements au choix des sujets. Puis la séance proprement dite consistait à faire une série de 3x250m. Les récupérations étaient de 12mn entre les répétitions et 8mn entre les séries. Il y avait aussi une séance de récupération active à la fin de chaque séance d'entraînement d'environ 15mn.

L'entraînement comportait aussi 2 séances de musculation par semaine.

### **2.2- Matériel**

Le matériel utilisé dans cette étude était constitué par :

- Un balancier pour évaluer le poids ;
- Un samotomètre servant à mesurer la taille des athlètes ;
- Un tensiomètre à pression pour évaluer la pression artérielle en position allongée et debout ;
- Un adipomètre permettant de déterminer les mesures des plis cutanés ;
- Un fréquence - cardiomètre pour mesurer la fréquence cardiaque ;
- Un électrocardiographe à trois pistes du type Helliger ek 53 avec 12 dérivations.

### 2.3- Méthodologie

Elle comportait deux étapes :

- Une première étape pendant laquelle nous avons mesuré pour chaque sujet après la préparation foncière, le poids, la taille, les plis cutanés et évalué le poids de masse grasse, de masse maigre, de même que le pourcentage de masse grasse.

La fréquence cardiaque était exprimée au repos et après le test de Ruffier-Dickson. Le test de Ruffier - Dickson est un test dynamique d'exploration de la fonction cardio-vasculaire. Il a l'avantage de se traduire par un seul nombre. Il consiste à effectuer 30 flexions sur les jambes en 30 à 45 secondes et à enregistrer les pouls au repos ( $P_0$ ), juste après l'exercice ( $P_1$ ) et une minute après l'exercice ( $P_2$ ). De ce test découle l'indice de Ruffier-Dickson :

$$I = \frac{P_0 + P_1 + P_2}{10} - 200$$

Les pressions artérielles systolique et diastolique en position couchée et debout avaient été aussi mesurées. La pression artérielle moyenne était calculée à l'aide de la formule suivante :

$$P_{am} = P_d + 1/3 (P_s - P_d)$$

Tandis que la pression différentielle est

$$P_{A \text{ diff}} = P_s - P_d$$

L'enregistrement de l'électrocardiogramme avait été aussi réalisé et avait constitué surtout la base de notre étude.

- La deuxième étape avait été réalisée après trois mois d'entraînement spécifique où les mêmes mesures ont été refaites de la même manière et dans

les mêmes conditions que pour ces grandeurs physiologiques citées ci-dessus.

### **a- Protocole**

Le protocole consistait en une série de mesure du poids, de la taille, de la pression artérielle systolique et diastolique en position allongée et debout, des plis cutanés, et à évaluer les poids de masse grasse et maigre, le pourcentage de masse grasse.

Les pressions artérielles moyennes et différentielles avaient été calculées. L'électrocardiogramme avait été effectué et a fait l'objet d'une étude approfondie.

Nous avons aussi mesuré le test de Ruffier-Dickson et calculé son indice.

Chaque sujet était son propre témoin et les résultats obtenus avaient fait l'objet d'une analyse et de comparaison pour apprécier les évolutions individuelles et moyennes des sujets en vue de la discussion. Cependant cinq sujets n'étaient pas disponibles pendant la prise de la pression artérielle debout dans la seconde étape, il s'agit des sujets (1, 2, 7, 8, 9).

Lors de la première étape, le sujet huit n'avait pas fait le test de Ruffier à cause d'une élévation des ischiojambiers.

### **b- Utilisation du matériel**

- Les sujets montaient sur la base du samotomètre, dos contre la tige verticale graduée en centimètres. Une autre petite tige orthogonale à la première et mobile aidera à lire la taille une fois reposée au-dessus de la tête du sujet par projection orthogonale.
- Pour la mesure du poids, chaque sujet se plaçait sur le balancier et s'immobilisait ; on lisait ensuite sur le cadran l'indication de l'aiguille en kilogrammes.
- Pour le tensiomètre à pression, les sujets portaient le brassard contenant le manomètre relié à un tuyau muni d'une pompe et d'une poire. A l'aide de la pompe, on gonflait le brassard et avec la poire, on décompressait progressivement. La pression est lue directement sur le manomètre suivant l'indication de l'aiguille en millimètres de mercure (mm Hg).
- Le fréquence-cardiomètre est un bracelet qui permet de lire directement la fréquence cardiaque une fois serré autour du poignet.
- L'utilisation de l'adipomètre consistait à saisir fermement un pli cutané entre le pouce et l'index, en prenant soin d'inclure le tissu sous-cutané et d'exclure le tissu musculaire sous-jacent. Les mâchoires de la pince doivent exercer une tension constante de 10g/mm<sup>2</sup> aux points de contact avec la peau. On fait ensuite une lecture de l'épaisseur de la double couche de peau et de tissu sous-cutané sur le cadran de la pince ou adipomètre. On enregistre la lecture

en millimètres dans les deux secondes qui suivent l'application complète de la tension de la pince.

Cependant, cette méthode a des limites car les résultats peuvent être affectés par l'épaisseur de la peau, la répartition sous-cutanée et corporelle du tissu adipeux et sa compressibilité.

- l'électrocardiographe permet d'enregistrer un électrocardiogramme et nous donne des informations valables en ce qui concerne le fonctionnement électrique du cœur.

L'électrocardiogramme s'inscrit sur une bande de papier millimétré. Il est composé de 12 dérivations séparées :

- six dérivations thoraciques ou précordiales ;
- six dérivations des membres.

Pour obtenir les dérivations des membres, les électrodes sont placées sur les bras droit et gauche et sur la jambe gauche pour former un triangle appelé triangle d'Einthoven. Ainsi la mise en place de ces électrodes forme un triangle et chaque côté du triangle formé par les trois électrodes représente une dérivation (DI, DII, DIII) en utilisant une paire d'électrodes différentes pour chacune des dérivations.

La dérivation DI est horizontale et l'électrode du bras gauche est positive, celle du bras droit est négative

Lorsqu'on considère la dérivation DIII, le détecteur du bras gauche devient négatif et celui de la jambe gauche positif.

La dérivation AVR utilise le bras droit comme positif et toutes les autres électrodes des membres comme une terre «commune négative ».

La dérivation AVL utilise le bras gauche comme positif. L'électrode positive d'AVF est située sur le pied gauche.

NB : AVR = Bras droit positif

AVL = Bras gauche positif

AVF = Pied gauche positif

Donc les six dérivations DI, DII, DIII, AVR, AVL, AVF, se réunissent pour former six lignes de références qui se coupent avec précision et siègent dans un plan sur le thorax du malade.

Pour les dérivations thoraciques, elles sont dénommées de V1 à V6. Elles vont progressivement de la droite vers la gauche du malade. Elles couvrent le cœur dans ses rapports anatomiques.

Les dérivations V1 et V2 sont placées en regard des cavités droites du cœur, V5 et V6 en regard des cavités gauches et les dérivations V3 et V4 siègent en regard du septum interventriculaire.

Les positions réelles des électrodes précordiales sur le thorax sont standardisées ainsi :

- V1 : extrémité interne du 4e espace intercostal droit
- V2 : extrémité interne du 4e espace intercostal gauche
- V4 : dans le 5e espace intercostal gauche, sur la ligne verticale médio - claviculaire
- V3 : à égale distance entre V2 et V4, V2, V3 et V4 étant disposées en une ligne oblique.
- V5 : 5e espace intercostal gauche au croisement de la ligne verticale axillaire antérieure
- V6 : 5e espace intercostal gauche au croisement de la ligne verticale axillaire moyenne

Les dérivations V1 et V2 sont appelées précordiales droites tandis que les dérivations V5 et V6 sont appelées dérivations précordiales gauches.

## 2.4- Calculs statistiques

Puisqu'il s'agit d'observations paires, nous avons utilisé la moyenne et l'écart-type pour l'exploitation des résultats. La comparaison a été réalisée par le test «t » de Student pour observations paires selon la formule suivante :

$$t = \frac{8 \text{ diff} - \mu_{\text{diff}}}{\sqrt{\frac{S^2 \text{ diff}}{n}}}$$

8 diff : moyenne des différences  
 $\mu_{\text{diff}}$  : O moment des différences  
 $S^2 \text{ diff}$  : variance des différences  
n : nombre de sujets

Les niveaux de signification ont été exprimés par le test bilatéral à 0,01 et 0,05.

# RESULTS

## A- AVANT ENTRAÎNEMENT SPECIFIQUE

### 1- Valeurs des données anthropométriques

Tableau I : Valeurs moyennes et écart-types des données anthropométriques

<b>Sujets</b>	<b>Age (ans)</b>	<b>Taille (m)</b>	<b>Poids (kg)</b>	<b>% MG</b>	<b>PMM (kg)</b>	<b>PMG (kg)</b>	<b>IMC</b>
1	20	1,67	56	19	45,4	10,6	20,14
2	29	1,80	73	8,1	67,1	5,9	22,53
3	27	1,67	52	12,4	45,5	6,5	18,70
4	21	1,72	55,5	12,6	48,5	7	18,81
5	22	1,69	63	16,6	52,5	10,5	22,10
6	23	1,76	66	9,7	59,6	6,4	21,35
7	22	1,84	75,6	10,5	67,1	7,9	22,36
8	22	1,66	58	15,3	49,1	8,9	21,09
9	28	1,68	58	15,4	49,1	8,9	20,56
10	22	1,70	55	14,4	47,1	7,9	19,03
<b>Moyennes</b>	<b>23,6</b>	<b>1,72</b>	<b>61,15</b>	<b>13,4</b>	<b>53,14</b>	<b>8,05</b>	<b>20,66</b>
<b>Ecart types</b>	<b>3,16</b>	<b>0,81</b>	<b>7,87</b>	<b>3,36</b>	<b>8,41</b>	<b>1,7</b>	<b>0,22</b>

Légende :

% MG : Pourcentage de masse grasse

PMM : Poids de masse maigre

PMG : Poids de masse grasse

IMC : Index de masse corporelle

## **2- Valeurs obtenues du test de Ruffier - Dickson**

Tableau II : Valeurs moyennes et écarts-types du test de Ruffier-Dickson

<b>Sujets</b>	<b>Test de Ruffier - Dickson (bat/mn)</b>			
	<b>Po (bat/mn)</b>	<b>P1(bat/mn)</b>	<b>P2 (bat/mn)</b>	<b>IR</b>
1	80	120	92	9,2



2	66	90	72	2,8
3	72	124	84	8
4	68	132	76	7,6
5	64	100	90	5,4
6	56	90	60	0,6
7	64	100	64	2,8
8	-	-	-	-
9	50	80	72	0,2
10	50	110	70	3
<b>Moyennes</b>	63,33	105,11	75,55	4,4
<b>Ecartstypes</b>	<b>9,9</b>	<b>17,55</b>	<b>11,08</b>	<b>3,28</b>

Légende :

Po : Pouls au repos

P1 : pouls juste après l'exercice

P2 : Pouls une minute après l'exercice

IR : Indice de Ruffier

### **3- Valeurs des plis cutanés**

Tableau III : Valeurs moyennes et écarts types des plis cutanés

<b>Sujets</b>	<b>Biceps (mm)</b>	<b>Triceps (mm)</b>	<b>Sous scapulaire (mm)</b>	<b>Supra iliaque (mm)</b>
1	4,9	8,8	10,1	7,2
2	2,8	3,8	8,1	3,9
3	2,1	7,8	6,8	3,1

4	3,1	7,1	5,8	4,1
5	3,9	7,1	9,2	6,1
6	4	4,2	8,2	5
7	3,8	4	10	5
8	3	8,1	8,1	7
9	3,3	6,8	8,1	6,1
10	3,1	8,3	7,3	4
<b>Moyennes</b>	<b>3,4</b>	<b>6,6</b>	<b>8,17</b>	<b>5,15</b>
<b>Ecart types</b>	<b>0,77</b>	<b>1,89</b>	<b>1,34</b>	<b>1,4</b>

#### **4- Grandeurs de la pression artérielle allongée et debout**

Tableau IV : Valeurs moyennes et écarts-types de la pression artérielle debout et allongée

<b>Sujets</b>	<b>Pression artérielle allongée (mm Hg)</b>				<b>Pression artérielle debout (mm Hg)</b>			
	<b>PAS</b>	<b>PAD</b>	<b>PAM</b>	<b>PA Diff</b>	<b>PAS</b>	<b>PAD</b>	<b>PAM</b>	<b>PA Diff</b>
1	11,5	6,5	8,16	5				

2	14	9	10,66	5				
3	11	7	8,33	4	12	7	8,66	5
4	11	6	7,66	5	11	8	9,33	3
5	12	7	8,66	5	12	9	10	4
6	12,5	7	8,83	5,5	12	9		3
7	13	6	8,33	7				
8	11	6	7,66	5				
9	9,5	5	6,5	4,5				
10	11,5	8	9,16	3,5	12	7	8,66	5
<b>Moyennes</b>	<b>11,7</b>	<b>6,75</b>	<b>8,39</b>	<b>4,95</b>	<b>11,8</b>	<b>7,8</b>	<b>9,13</b>	<b>4</b>
<b>Ecart types</b>	<b>1,24</b>	<b>1,13</b>	<b>1,08</b>	<b>0,92</b>	<b>0,44</b>	<b>0,83</b>	<b>0,54</b>	<b>4,49</b>

Légende :

PAS : Pression artérielle systolique

PAD : Pression artérielle diastolique

PAM : Pression artérielle moyenne

PA Diff : Pression artérielle différentielle

## **5- Grandeurs de l'électrocardiogramme**

Tableau V : Valeurs moyennes et écarts types des grandeurs de l'ECG

<b>Sujets</b>	<b>Fc (bat/mn)</b>	<b>PR (s)</b>	<b>P (s)</b>	<b>P amplitude (mm)</b>	<b>Axe QRS (degré)</b>	<b>ISL (mm)</b>	<b>QT (s)</b>
1	109	0,12	0,08	1	+ 60	9	0,32
2	77	0,16	0,08	1	+ 60	54	0,32
3	99	0,16	0,08	2	+ 60	12	0,32
4	80	0,16	0,08	1	+ 60	25	0,32

5	80	0,12	0,08	1	+ 60	17	0,32
6	72	0,16	0,08	2	+ 60	26	0,32
7	72	0,16	0,08	2	+ 60	18	0,32
8	77	0,08	0,08	1	+ 60	22	0,32
9	67	0,12	0,08	1	+ 60	33	0,40
10	59	0,16	0,08	1,5	+ 60	28	0,4
<b>Moyennes</b>	<b>79,20</b>	<b>0,14</b>	<b>0,08</b>	<b>1,25</b>	<b>60,00</b>	<b>25,10</b>	<b>0,32</b>
<b>Ecart-types</b>	<b>14,726</b>	<b>0,028</b>	<b>0,000</b>	<b>0,425</b>	<b>0,000</b>	<b>14,012</b>	<b>0,030</b>

Légende :

FC : Fréquence cardiaque en bat / mn

PR : temps de conduction auriculo - ventriculaire en seconde

P (s) : Durée de la dépolarisation auriculaire en seconde

P (mm) : Amplitude de la dépolarisation auriculaire en millimètre

QRS : Dépolarisation ventriculaire

ISL : Indice de sokolow - lyon en mm

QT : Durée de la systole électrique du cœur en seconde

T (mm) : Amplitude de la repolarisation ventriculaire.

## **I- AU PLAN DU RYTHME**

### **1 - Résultats globaux**

#### **1.1- Rythme sinusal**

Parmi les dix sujets, huit ont un rythme sinusal régulier et deux une arythmie sinusale.

#### **1.2- Rythme ectopique**

Aucun cas n'est à signaler

## **2- Résultats analytiques**

### **2.1- Selon le sexe**

#### **2.1.2- Chez les hommes**

Tous présentent un rythme régulier sinusal

#### **2.1.2- Chez les dames**

Parmi les sept dames de notre étude, cinq présentent un rythme sinusal régulier et deux une arythmie sinusale.

### **2.2- Selon l'âge**

Les deux cas d'arythmie sinusale déjà signalés dans les résultats globaux (sujet n° 6 et n° 5) ont respectivement 21 ans et 22 ans.

### **2.3- Selon le morphotype**

Seuls les sujets n° 6 et n° 5 qui mesurent respectivement 1,72 et 1,84 m et pèsent 55,5 et 75,6 kg, soit un index de masse corporelle de 18,76 et 22,32, ont une arythmie sinusale. Le reste du groupe présente un rythme sinusal régulier.

## **II- AU PLAN DE LA FREQUENCE CARDIAQUE**

### **1- Résultats globaux**

Le sujet n° 10 a une fréquence cardiaque inférieure à 60 bat/mn plus précisément 59 bat/ mn, donc présente une bradycardie sinusale. Le sujet n° 1 a une fréquence cardiaque égale à 109 bat/ mn donc présente une tachycardie sinusale. Le reste du groupe a une fréquence dans les limites de la normale.

## **2- Résultats analytiques**

### **2.1- Selon le sexe**

#### **2.1.1- Chez les hommes**

Tous ont une fréquence cardiaque dans les limites de la normale

### **2.1.2- Chez les dames**

C'est dans le sexe féminin qu'ont été retrouvés les deux cas de modification de la fréquence cardiaque (bradycardie et tachycardie)

### **2.2- Selon l'âge**

Le sujet n° 1 qui a une fréquence cardiaque de 109 bat/ mn est âgé de 22 ans alors que le sujet n° 10 qui a une fréquence de 59 bat/mn est âgé de 20 ans.

### **2.3- Selon le morphotype**

La bradycardie sinusale à 59 bat/mn a été notée chez le sujet n°10 qui mesure 1,67 m et pèse 56 kg, soit un IMC de 20,14 tandis que la tachycardie à 109 bat / mn l'a été chez le sujet n° 1 qui mesure 1,70m et pèse 55 kg, soit un IMC de 19,03.

## **III- AU PLAN DES AXES ELECTRIQUES DU CŒUR**

### **1- Axe de QRS**

Tous présentent un axe de QRS qui tend vers + 60°

### **2- Axe de P**

Il tend vers + 60° pour tout le groupe

### **3- Axe de T**

Il tend aussi vers + 60° pour tout le groupe

## **IV- AU PLAN DES AURICULOGRAMMES**

### **1- Morphologie de l'onde P**

Elle est normalement négative en VR, positive en D1, et D2, VL et VF et de V3 à V6. Elle est parfois normalement négative ou biphasique en V1 et D3. Donc tous ont une morphologie de l'onde P normale ;

## **2- Durée de P**

Ils présentent tous une durée de P égale à 0,08s (voir tableau V)

## **3- Amplitude de P**

### **3.1- Résultats globaux**

Tous ont une amplitude de P comprise dans les limites de la normale, c'est - à - dire entre 1,5 et 2,5 mm

### **3.2- Résultats analytiques**

#### **3.2.1- Selon le sexe**

##### **a- Chez les hommes**

Les sujets n° 6 et 7 ont une amplitude de P égale à 2 mm tandis que le sujet n° 8 a une amplitude égale à 1 mm.

##### **b- Chez les dames**

Toutes ont une amplitude de P égale à 1 mm sauf les sujets n° 3 et n° 10 qui ont respectivement une amplitude égale à 2mm et 1,5mm.

#### **3.2.2- Selon l'âge**

Les sujets n° 3 (27 ans), n°6 (23 ans), n° 7 (22 ans) et n° 10 (22 ans) ont une amplitude de P comprise entre 1,5 mm et 2 mm.

#### **3.2.3- Selon le morphotype**

Les sujets n°3 (1,67m ; 52 kg ; IMC : 18,70) n° 6 (1,76m ; 66 kg ; IMC = 21,35) n° 7 (1,84m ; 75, 6 kg ; IMC = 22,36) et le n° 10 (1,70m ; 55 kg ; IMC = 19,03) ont une amplitude de P égale à 1,5 mm et 2mm tandis que le reste du groupe a une amplitude égale à 1mm.

## **V- AU PLAN DES COMPLEXES QRS**

### **1- Durée de QRS**

#### **1.1- Résultats globaux**

Parmi les dix sujets, six ont une durée égale à 0,04s et quatre une durée de QRS égale à 0,08s.

#### **1.2- Résultats analytiques**

##### **1.2.1- Selon le sexe**

###### **a- Chez les hommes**

Deux ont une durée égale à 0,08s, il s'agit des sujets n° 6 et n° 7 et un une durée égale à 0,04s c'est le sujet n° 2

###### **b- Chez les dames**

Cinq ont une durée de 0,04s et deux une durée égale à 0,08s.

##### **1.2.2- Selon l'âge**

Les sujets n° 3, 6, 7 et 8 qui ont respectivement 27,23 et 22 ans (sujets n° 7 et 8) ont une durée égale à 0,04s.

##### **1.2.3- Selon le morphotype**

Les sujets n° 3 (1,67m ; 56 kg soit un IMC = 18,70), n° 6 (1,75m ; 66 kg soit un IMC = 21,35) n° 7 (1,84m ; 75,6 kg soit un IMG = 22,36) et le n° 8 (1,66m ; 58 kg soit un IMC = 21,09) ont une durée de QRS égale à 0,08s.

## **VI- AU PLAN DE LA CONDUCTION**

### **1- Conduction auriculo - ventriculaire**

Aucun trouble de la conduction aurico-ventriculaire n'a été signalé, ni du 1er degré, du 2nd degré.



## **2- Conduction intraventriculaire**

### **2.1- Bloc de branche droit incomplet**

#### **2.1.1- Résultats globaux**

Seuls deux sujets ont un bloc de branche droit incomplet : il s'agit des sujets n° 3 et n° 6.

#### **2.1.2- Résultats analytiques**

##### **2.1.2.1- Selon le sexe**

###### **a- Chez les hommes**

Seul le sujet n° 6 présente un bloc de branche droit incomplet.

###### **b- Chez les dames**

Seul le sujet n° 3 présente un bloc de branche droit incomplet

##### **2.1.2.2- Selon l'âge**

Les sujets n° 3 et n° 6 qui présentent chacun un bloc de branche droit incomplet ont respectivement 23 ans et 27 ans.

##### **2.1.2.3- Selon le morphotype**

Les sujets n° 3 (1,67m ; 52 kg soit un IMC = 18,70) et n° 6 (1,76m ; 66kg soit un IMC = 21,35) ont un bloc de branche droit incomplet.

### **2.2- Bloc de branche droit complet**

Aucun cas n'a été signalé

## **VII- AU PLAN DE LA SYSTOLE ELECTRIQUE DU CŒUR**

### **1- Calcul de QT idéal**

QT idéal =  $K\sqrt{RR}$  avec  $K=0,37$  chez les hommes  
 $K=0,40$  chez les femmes

Il est rapporté au 1/100°s

$$\text{Sujet n°1 : QT idéal} = \frac{0,40\sqrt{13}}{100} = 0,0144 \text{ s}$$

$$\text{Sujet n°2 : QT idéal} = \frac{0,37\sqrt{20}}{100} = 0,0178 \text{ s}$$

$$\text{Sujet n°3 : QT idéal} = \frac{0,40\sqrt{16}}{100} = 0,016 \text{ s}$$

$$\text{Sujet n°4 : QT idéal} = \frac{0,40\sqrt{21}}{100} = 0,0183 \text{ s}$$

$$\text{Sujet n°5 : QT idéal} = \frac{0,40\sqrt{18}}{100} = 0,0169 \text{ s}$$

$$\text{Sujet n°6 : QT idéal} = \frac{0,37\sqrt{21}}{100} = 0,0169 \text{ s}$$

$$\text{Sujet n°7 : QT idéal} = \frac{0,37\sqrt{21}}{100} = 0,0169 \text{ s}$$

$$\text{Sujet n°8 : QT idéal} = \frac{0,40\sqrt{19}}{100} = 0,0161 \text{ s}$$

$$\text{Sujet n°9 : QT idéal} = \frac{0,40\sqrt{22}}{100} = 0,018 \text{ s}$$

$$\text{Sujet n°10 : QT idéal} = \frac{0,40\sqrt{26}}{100} = 0,020 \text{ s}$$

## **2- QT mesuré (voir tableau V)**

### **3- QT mesuré – QT idéal**

La différence doit être inférieure ou égale à 0,03-0,04 s

$$\text{Sujet n° 1 : QTm – QT<sub>i</sub>} = 0,32 – 0,0144 = 0,3056 \text{ s}$$

$$\text{Sujet n° 2 : QTm – QT<sub>i</sub>} = 0,32 – 0,0178 = 0,3022 \text{ s}$$

$$\text{Sujet n° 3 : QTm – QT<sub>i</sub>} = 0,32 – 0,016 = 0,304 \text{ s}$$

$$\text{Sujet n° 4 : QTm – QT<sub>i</sub>} = 0,32 – 0,0183 = 0,3017 \text{ s}$$

$$\text{Sujet n° 5 : QTm – QT<sub>i</sub>} = 0,32 – 0,0169 = 0,3031 \text{ s}$$

$$\text{Sujet n° 6 : QTm – QT<sub>i</sub>} = 0,28 – 0,0169 = 0,2631 \text{ s}$$

Sujet n° 7 :  $QT_m - QT_i = 0,32 - 0,0169 = 0,3031$  s

Sujet n° 8 :  $QT_m - QT_i = 0,32 - 0,0161 = 0,3039$  s

Sujet n° 9 :  $QT_m - QT_i = 0,40 - 0,018 = 0,382$  s

Sujet n° 10 :  $QT_m - QT_i = 0,40 - 0,020 = 0,380$  s

Donc tous les sujets ont un QT allongé car supérieur à 0,03 – 0,04 seconde

## **VIII- AU PLAN DE LA REPOLARISATION**

### **1- Segment ST**

Tous les sujets présentent un susdcalage du segment ST en dérivations précordiales, accompagnant la surélévation du point J.

### **2- Onde T**

#### **2.1- Résultats globaux**

##### **2.1.1- Sens**

Deux présentent une onde T négative, le reste du groupe a une positivité importante de l'onde T.

##### **2.1.2- Morphologie**

Tous ont une onde T de type A sauf les sujets n° 4 et n° 6 qui sont du type D et le sujet n° 7 qui est du type T

#### **2.2- Résultats analytiques**

##### **2.2.1- Selon le sexe**

###### **2.2.1.1- Chez les hommes**

###### **a- Sens**

Les sujets n° 2 et n° 7 ont une onde T positive, tandis que le sujet n° 6 a une onde T négative

### **b- Morphologie**

Le sujet n° 6 est du type D, le n° 7 du type T et le n° 2 du type A

#### **2.2.1.2- Chez les dames**

##### **a– Sens**

Toutes ont une onde T positive sauf le sujet n°4 qui a une onde T négative.

##### **b– Morphologie**

Elles sont toutes du type A sauf le sujet n°4 qui est du type D.

#### **2.2.2- Selon l'âge**

##### **a- Sens**

Les deux sujets qui ont des ondes T négatives sont âgés de 21 ans et 23 ans.

##### **b- Morphologie**

Les sujets n°4 et n°6 qui présentent le type D sont âgés respectivement de 21 ans et 23 ans alors que le sujet n°7 qui a le type T est âgé de 22 ans.

#### **2.2.3- Selon le morphotype**

Les sujets n°4 (1,72 m ; 55,5 kg soit un IMC = 18,81) et n°6(1,76m ; 66 kg soit un IMC = 21,35) sont du type D alors que le sujet n°7 (1,84m ; 75,6 kg soit un IMC = 22,36) est du type T.

### **3- Onde U**

Seuls trois sujets présentent une onde U, il s'agit des sujets n°1, n°3 et n°5.

## **IX- AU PLAN DES INDICES**

### **1- Indice de Lewis**

17 mm < Indice de lewis < - 14 mm

Ici, l'indice de Lewis ne nous permet de déterminer ni l'hypertrophie ventriculaire gauche ni l'hypertrophie ventriculaire droite.

## **2- Indice de Sokolow-Lyon**

ISLnormal = SV1 + RV5 inférieur à 35mm ; si SV1 + RV5 supérieur 35mm, on parle d'hypertrophie ventriculaire gauche HVG, donc seul le sujet n°2 présente une hypertrophie ventriculaire gauche car il a un ISL = 44mm.

## **B- APRES ENTRAINEMENT SPECIFIQUE**

### **1- Valeurs anthropométriques**

Tableau.VI : Valeurs moyennes et écarts-types des données anthropométriques : âge, taille, pourcentage de poids, la masse grasse, poids masse maigre, poids masse grasse, index de masse corporelle.

<b>Sujets</b>	<b>Age (ans)</b>	<b>Taille (m)</b>	<b>Pourcentage masse grasse (%)</b>	<b>Poids masse maigre (kg)</b>	<b>Poids masse grasse (kg)</b>	<b>Index masse corporelle</b>
1	20	1,67	18,1	46,3	10,2	20,14
2	29	1,80	8,4	69,6	6,4	23,45
3	27	1,67	12,3	44,7	6,3	18,34
4	21	1,72	11,9	49,7	6,5	18,81
5	22	1,69	15,2	52,6	9,4	21,75

6	23	1,76	8	62,6	5,4	22
7	22	1,84	7,4	70,3	5,7	22,48
8	22	1,66	14,5	50,	8,5	21,27
9	28	1,68	15	49,3	8,7	20,56
10	22	,1,70	14,2	47,2	7,8	19,03
<b>Moyennes</b>	<b>23,6</b>	<b>1,72</b>	<b>12,5</b>	<b>54,16</b>	<b>7,49</b>	<b>20,78</b>
<b>Ecartstypes</b>	<b>3,16</b>	<b>0,80</b>	<b>3,57</b>	<b>9,67</b>	<b>1,65</b>	<b>0,14</b>

## **2- Grandeurs obtenues avec le test de Ruffier-Dickson**

Tableau. VII : Valeurs moyennes et ecarts –types du test de Ruffier –Dickson

Sujets	Test de Ruffier Dickson			IR
	P0 (bat/mn)	P1 (bat/mn)	P2 (bat/mn)	
1	64	100	76	4
2	54	90	68	1,2
3	68	96	80	4,4
4	60	90	80	3
5	50	84	66	0
6	56	84	60	0
7	64	85	78	2,7
8	-	-	-	-

9	52	100	80	3,2
10	56	84	76	1,6
<b>Moyennes</b>	<b>58,4</b>	<b>91,3</b>	<b>74,8</b>	<b>2,23</b>
<b>Ecart-types</b>	<b>5,79</b>	<b>7,08</b>	<b>7,61</b>	<b>1,61</b>

Légende :

PO = Pouls au repos

P1 = Pouls juste après exercice

P2 = Pouls une minute après exercice

### **3- Grandeurs des plis cutanés**

Tableau VIII. : Valeur moyennes et écarts-types des plis cutanés

<b>Sujets</b>	<b>Plis cutanés (mm)</b>			
	<b>Biceps</b>	<b>Triceps</b>	<b>Sous scapulaire</b>	<b>Supra iliaque</b>
1	4,1	8,1	9	6,2
2	2,4	4,2	9	5,1
3	2,1	6,1	6,2	2
4	2,4	5,2	5,2	3,4
5	3,3	6,3	8,2	4,4
6	3,4	4	8	3,2
7	2,4	3,2	9	3,2
8	3	5,2	7,2	6,1



9	3,3	5,2	5,1	5,3
10	3,1	7,1	6	4,1
<b>Moyennes</b>	<b>2,95</b>	<b>5,46</b>	<b>7,29</b>	<b>4,3</b>
<b>Ecart-types</b>	<b>0,61</b>	<b>1,48</b>	<b>1,56</b>	<b>1,37</b>

#### **4- Grandeurs de la pression artérielle allongée et debout**

Tableau. IX : Valeurs moyennes et écarts-types de la pression artérielle

<b>Sujets</b>	<b>Pression artérielle allongée (mm Hg)</b>				<b>Pression artérielle debout (mm Hg)</b>			
	<b>PAS</b>	<b>PAD</b>	<b>PAM</b>	<b>PADIFF</b>	<b>PAS</b>	<b>PAD</b>	<b>PAM</b>	<b>PADIFF</b>
1	12	8,5	9,66	3,5				
2	11,5	8	9,66	3,5				
3	11,5	7	9,16	4,5	10,5	9	9,5	1,5
4	9,5	5,5	8,5	4	9,5	5,5	6,83	4
5	10	6	6,83	4	10	6	7,33	4
6	12	8	5,33	4	12	9	10	3
7	12,5	6,5	8,5	6				
8	11,5	6	7,83	5,5				
9	10	5	6,66	5				
10	11	7	8,3	4	11	8	9	3
<b>Moyennes</b>	<b>11,15</b>	<b>6,75</b>	<b>8,21</b>	<b>4,4</b>	<b>10,6</b>	<b>7,5</b>	<b>8,53</b>	<b>3,1</b>
<b>Ecart-Types</b>	<b>1</b>	<b>1,15</b>	<b>1,02</b>	<b>0,84</b>	<b>0,95</b>	<b>1,65</b>	<b>1,37</b>	<b>1,02</b>

Légende :

PAS : Pression artérielle systolique

PAD : Pression artérielle diastolique

PAM : Pression artérielle moyenne

PADIFF : Pression artérielle différentielle.

### **5- Grandeurs de l'électrocardiogramme**

Tableau. X : Valeurs moyennes et écarts-types des grandeurs de l'électrocardiogramme.

<b>Sujets</b>	<b>FC (bat/min)</b>	<b>PR (s)</b>	<b>P(s)</b>	<b>P (mm)</b>	<b>Axe QRS (degré)</b>	<b>ISL (mm)</b>	<b>QT (s)</b>
1	65	0,12	0,08	1	+60	16	0,36
2	60	0,2	0,08	1	+60	40	0,32
3	80	0,16	0,08	2	+60	22	0,32
4	70	0,16	0,08	1	+60	31	0,32
5	45	0,16	0,08	1	+60	9	0,32
6	59	0,16	0,08	2	+60	35	0,32
7	65	0,22	0,08	2	+60	20	0,32
8	75	0,12	0,08	1	+60	32	0,32
9	54	0,16	0,08	1	+60	29	0,40
10	59	0,16	0,08	1,5	+60	28	0,40
<b>Moyennes</b>	<b>63,20</b>	<b>0,16</b>	<b>0,08</b>	<b>1,25</b>	<b>+60</b>	<b>26,50</b>	<b>0,34</b>
<b>Ecart- types</b>	<b>10,25</b>	<b>0,03</b>	<b>0,013</b>	<b>0,425</b>	<b>0,000</b>	<b>9,721</b>	<b>0,034</b>

Légende :

FC (bat/mm) : Fréquence cardiaque

PR(s) : Temps de conduction auriculo-ventriculaire

P(s)	: Durée de l'onde P
P(mm)	: Amplitude de l'onde P
QRS	: Dépolarisation ventriculaire
ISL	: Indice de Sokolow – Lyon
Q T	: Systole électrique du cœur

## **I- AU PLAN DU RYTHME**

### **1- Résultats globaux**

#### **1.1- Rythme sinusal**

Les huit sujets ont conservé le rythme sinusal régulier et les deux autres l'arythmie sinusale.

### **2- Résultats analytiques**

#### **2.1- Selon le sexe**

##### **2.1.1- Chez les hommes**

Tous ont conservé un rythme sinusal

##### **2.1.2- Chez les dames**

Toutes ont gardé le rythme d'avant entraînement c'est à dire cinq en rythme sinusal et deux en arythmie sinusale.

##### **2.1.2.1- Selon l'âge**

Les sujets n°4 (21 ans) et n°7 (22 ans) ont conservé leur arythmie sinusale et les huit autres leur rythme sinusal.

##### **2.1.2.2- Selon le morphotype**

Le sujet n°4 qui mesure 1,72m et pèse 55,5 kg soit un IMC = 18,76 et le sujet n°7 qui mesure 1,84 m et pèse 75,6 kg soit un IMC = 22,36 ont conservé leur arythmie sinusale d'avant entraînement alors que les autres sujets présentent un rythme sinusal.

## **II- AU PLAN DE LA FREQUENCE CARDIAQUE**

### **1- Résultats globaux**

Parmi les dix sujets, quatre ont une fréquence cardiaque inférieure à 60 bat/mn donc ont une bradycardie sinusale et six une fréquence cardiaque dans les limites de la normale.

### **2- Résultats analytiques**

#### **2.1- Selon le sexe**

##### **2.1.1- Chez les hommes**

La fréquence cardiaque de 59 bat/mn a été présentée par le sujet n°6 contre 72 bat/mn avant entraînement. Le sujet n°2 a une fréquence cardiaque égale à 60 bat/mn contre 77 bat/mn avant tandis que le sujet n°7 a une fréquence cardiaque de 65 bat/mn, contre 72 bat/mn avant entraînement spécifique.

##### **2.1.2- Chez les dames**

Trois d'entre elles présentent une bradycardie sinusale : il s'agit du sujet n° 5 avec une fréquence cardiaque de 45 bat/mn contre 80 bat/mn avant, du sujet n°9 avec 54 bat/mn contre 67 bat/mn avant et du sujet n°10 avec une fréquence cardiaque de 59 bat/mn, qui a donc conservé sa fréquence de départ.

Le sujet n° 1 a une fréquence cardiaque de 65 bat/mn contre 109 bat/mn avant entraînement ; quant au sujet n°3, il a une fréquence cardiaque de 80 bat/mn contre 99 bat/mn avant entraînement.

#### **2.2- Selon l'âge**

Les sujets n° 5, 6, 9, et 10 qui ont respectivement 22, 23, 28, et 22 ans ont une fréquence cardiaque inférieure à 60 bat/mn. Les autres sujets, tous âges confondus, ont une fréquence cardiaque à la limite de la normale.

#### **2.3- Selon le morphotype**

Les sujets n°5 (1,69 m ; 62 kg soit un IMC = 21,75 ), n°9 (1,68m ; 58 kg IMC = 20,56), n°10 (1,70 m ; 55 kg soit un IMC = 19,03) ont une fréquence cardiaque inférieure à 60 bat/mn, tandis que le reste du groupe a une fréquence cardiaque comprise dans les limites de la normale.

### **III- AU PLAN DES AXES ELECTRIQUES DU CŒUR**

#### **1- Axe de QRS**

Tous ont conservé la même valeur de l'axe de QRS (+ 60°)

#### **2- Axe de P**

Il n'a pas varié après entraînement (+60)

#### **3- Axe de T**

Il n'a pas été modifié par l'entraînement (+60°)

### **IV- AU PLAN DES AURICULOGRAMMES**

#### **1- Morphologie de P**

Elle n'a pas varié après entraînement spécifique

#### **2- Durée de P**

Tous ont conservé la durée d'avant entraînement, c'est à dire 0,08s.

#### **3- Amplitude de P**

Tous ont gardé leur amplitude d'avant entraînement (voir tableau X)

## **V- AU PLAN DES COMPLEXES QRS**

### **1- Durée de QRS**

Tous ont conservé leur durée d'avant entraînement, c'est à dire six qui ont conservé la durée de 0,04 s (sujets n°1, 2, 4, 5, 9 et 10 ) et quatre la durée de 0,08 s (sujets n°3, 6, 7).

## **VI- AU PLAN DE LA CONDUCTION**

### **1- Conduction auriculo-ventriculaire**

Aucun cas de trouble auriculo-ventriculaire n'a été noté, ni du 1<sup>er</sup> degré, ni du 2<sup>ème</sup> degré après entraînement spécifique.

### **2- Conduction intraventriculaire**

#### **2.1- Bloc de branche droit incomplet**

Les mêmes sujets ont conservé leur bloc de branche droit incomplet d'avant entraînement : il s'agit des sujets n° 3 et n°6.

#### **2.2- Bloc de branche droit complet**

Aucun cas n'a été signalé

## **VII- AU PLAN DE LA SYSTOLE ELECTRIQUE DU CŒUR**

### **1- Calcul de QT idéal**

$$\text{Sujet n°1 : Q T idéal} = \frac{0,40\sqrt{21}}{100} = 0,183 \text{ s}$$

$$\text{Sujet n°2 : QT idéal} = \frac{0,37\sqrt{26}}{100} = 0,188 \text{ s}$$

$$\text{Sujet n°3 : QT idéal} = \frac{0,40\sqrt{23}}{100} = 0,19 \text{ s}$$

$$\text{Sujet n° 4 : QT idéal} = \frac{0,40\sqrt{23}}{100} = 0,19 \text{ s}$$

$$\text{Sujet n°5 : Q idéal} = \frac{0,40\sqrt{33}}{100} = 0,022 \text{ s}$$

$$\text{Sujet n° 6 : QT idéal} = \frac{0,37\sqrt{26}}{100} = 0,018 \text{ s}$$

$$\text{Sujet n}^\circ 7 : \text{QT idéal} = \frac{0,37\sqrt{23}}{100} = 0,017 \text{ s}$$

$$\text{Sujet n}^\circ 8 : \text{QT idéal} = \frac{0,40\sqrt{18}}{100} = 0,016 \text{ s}$$

$$\text{Sujet n}^\circ 9 : \text{QT idéal} = \frac{0,40\sqrt{28}}{100} = 0,020 \text{ s}$$

$$\text{Sujet n}^\circ 10 : \text{QT idéal} = \frac{0,40\sqrt{26}}{100} = 0,020 \text{ s}$$

## **2- QT mesuré (voir tableau 2)**

### **3- Calcul de QT mesuré – QT idéal.**

$$\text{Sujet n}^\circ 1 : \text{QT mesuré} - \text{QT idéal} = 0,36 - 0,0183 = 0,3417 \text{ s}$$

$$\text{Sujet n}^\circ 2 : \text{QT m} - \text{QTi} = 0,32 - 0,0188 = 0,3012 \text{ s}$$

$$\text{Sujet n}^\circ 3 : \text{QTm} - \text{QTi} = 0,32 - 0,019 = 0,301 \text{ s}$$

$$\text{Sujet n}^\circ 4 : \text{QTm} - \text{QTi} = 0,32 - 0,019 = 0,301 \text{ s}$$

$$\text{Sujet n}^\circ 5 : \text{QTm} - \text{QTi} = 0,32 - 0,022 = 0,298 \text{ s}$$

$$\text{Sujet n}^\circ 6 : \text{QTm} - \text{QTi} = 0,32 - 0,018 = 0,302 \text{ s}$$

$$\text{Sujet n}^\circ 7 : \text{QTm} - \text{QTi} = 0,32 - 0,017 = 0,303 \text{ s}$$

$$\text{Sujet n}^\circ 8 : \text{QTm} - \text{QTi} = 0,32 - 0,016 = 0,304 \text{ s}$$

$$\text{Sujet n}^\circ 9 : \text{QTm} - \text{QTi} = 0,40 - 0,021 = 0,379 \text{ s}$$

$$\text{Sujet n}^\circ 10 : \text{QTm} - \text{QTi} = 0,40 - 0,020 = 0,380 \text{ s}$$

Le QT corrigé est supérieur à 0,03 s donc, allongé chez tous les sujets.



## **VIII- AU PLAN DE LA REPOLARISATION**

### **1- Segment ST**

Le susdécalage du point J englobant le segment ST est encore noté en dérivations précordiales.

### **2- Onde T**

#### **2.1- Résultats globaux**

##### **2.1.1- Sens**

Trois parmi les dix sujets ont une onde T négative : il s'agit des sujets n°3, n°4 et n°6.

##### **2.1.2- Morphologie**

Elle n'a pas varié après entraînement spécifique sauf pour le sujet n° 3 qui est passé du type A au type D.

#### **2.2- Résultats analytiques**

##### **2.2.1- Selon le sexe**

###### **2.2.1.1- Chez les hommes**

###### **a- Sens**

Tous ont conservé le même sens de l'onde T d'avant entraînement

###### **b- Morphologie**

Elle n'a pas varié après entraînement spécifique

###### **2.2.1.2- Chez les dames**

###### **a- Sens**

Elles ont toutes gardé le même sens de l'onde T sauf le sujet n°3 qui avait une onde T positive avant entraînement et a présenté une onde T négative après entraînement spécifique.

### **b- Morphologie**

Toutes ont conservé leur morphologie d'avant entraînement sauf le sujet n°3 qui est passé du type A au type D.

#### **2.2.2- Selon l'âge**

##### **a- Sens**

Tous ont conservé le sens d'avant entraînement sauf le sujet n°3 qui a 27 ans.

##### **b- Morphologie**

Le sujet n°3, 27 ans, est passé du type A au type D alors que le reste du groupe conserve la même morphologie de l'onde T d'avant entraînement.

#### **2.2.3- Selon le morphotype**

##### **a- Sens**

Le sujet n°3(1,67m ; 52 kg ; IMC = 18,70) est passé d'une onde T positive à une onde T négative.

##### **b- Morphologie**

Seul le sujet n°3 est passé du type A au type D, le reste du groupe a conservé la morphologie d'avant entraînement.

## **IX- AU PLAN DES INDICES**

### **1- Indice de Lewis**

Il ne nous permet de déterminer ni l'hypertrophie ventriculaire droite ni l'hypertrophie ventriculaire gauche.

### **2- Indice de Sokolow-Lyon**

Seul le sujet n°2 présente une hypertrophie ventriculaire gauche avec un indice de Sokolow-Lyon égal à 40 mm.

## **INTERPRETATION DES RESULTATS**

### **I- Avant entraînement spécifique**

#### **I.1- Tableau I**

Il regroupe les valeurs individuelles moyennes et écarts-types de chaque sujet des grandeurs suivantes : âge, taille, poids, pourcentage de masse grasse, poids de masse maigre, poids de masse grasse, index de masse corporelle.

##### **a- l'âge**

L'âge minimum est noté chez le premier sujet (20 ans) alors que l'âge maximum est noté chez le second sujet (25 ans) soit une variation moyenne de 9 ans.

##### **b- La taille**

La taille la plus petite est notée chez le huitième sujet avec une valeur de 1,66m et la plus grande taille chez le septième sujet avec une valeur de 1,84m, soit une variation moyenne de 0,18m.

##### **c- Poids**

Le poids le plus faible se trouve au niveau du troisième sujet avec une valeur de 52 kg et le poids le plus élevé se trouve au niveau du sujet n°6 avec une valeur de 75 kg soit une variation moyenne de 23 kg.

#### **d- Poids de masse grasse**

Le poids de masse grasse le plus faible est observé chez le deuxième sujet (5,9 kg) et la valeur la plus élevée chez le premier sujet (10,6 kg) soit une variation moyenne de 4,7 kg.

#### **e- Pourcentage de masse grasse**

Le pourcentage de masse grasse le plus faible est observé chez le sujet n°2 avec une valeur moyenne de 8,1 % alors que le pourcentage de masse grasse le plus élevé est observé chez le premier sujet avec une valeur de 19 % soit une variation moyenne de 10,9 %.

#### **f- Poids de masse maigre**

Le poids de masse maigre le plus faible est observé chez le sujet n°1 (45,4 kg) tandis que le poids de masse maigre le plus élevé est observé chez les sujets n°2 et n°8 avec une valeur de 67,1 kg, soit une variation moyenne de 21,7 kg.

#### **g- Index de masse corporelle**

L'index de masse corporelle le plus petit est observé chez le sujet n° 4 avec une valeur de 18,70 et l'index de masse corporelle le plus élevé est observé chez le sujet n°2 avec une valeur moyenne de 22,53 soit une variation moyenne de 3,83.

### **I.2- Tableau II**

Il regroupe les valeurs individuelles, moyennes et écarts-types de chaque sujet des données P0, P1, P2, indice de Ruffier du test de Ruffier Dickson

#### **I.2.1- P0 ou Pouls de repos**

Le pouls de repos le plus faible est noté chez les sujets n° 9 et n° 10 avec une valeur moyenne de 50 bat/mn et le plus élevé est noté chez le sujet n°1 avec une valeur moyenne de 80 bat/mn, soit une variation moyenne de 30 bat/mn.

#### **I.2.2- P1 ou Pouls juste après exercice**

La valeur la plus faible est identifiée au niveau du sujet n° 9 avec une moyenne de 80 bat/mn. Par contre, la plus élevée est obtenue au niveau du sujet n° 4 avec une moyenne de 132 bat/mn ; soit une variation moyenne de 52 bat/mn.

### **I.2.3- P2 ou Pouls une minute après exercice**

On constate que la plus faible valeur est identifiée au niveau du sujet six avec une moyenne de 60 bat/mn. Par contre la plus élevée est obtenue au niveau du premier sujet avec une moyenne de 92 bat/mn, soit une variation moyenne de 30 bat/mn.

### **I.2.4- Indice de Ruffier**

L'indice de Ruffier le plus petit est obtenu chez le sujet n°9 avec une moyenne de 0,2 tandis que l'indice le plus élevé est obtenu chez le sujet n°1 avec une valeur moyenne de 9,2 ; soit une variation moyenne de 9.

## **I.3- Tableau III**

Il regroupe les valeurs individuelles, moyennes et écarts-types de chaque sujet des grandeurs suivantes : biceps, triceps, sous-scapulaire, supra iliaque.

### **I.3.1- Biceps**

La mesure de biceps la plus élevée s'observe chez le sujet n°1 avec une valeur moyenne de 4,9 mm et la mesure la plus faible est obtenue au niveau du sujet n°3 avec une valeur moyenne de 2,1 mm, soit variation moyenne de 2,8 mm

### **I.3.2- Triceps**

La valeur la plus élevée est notée chez le sujet n°1 avec une moyenne de 8,8 mm et la valeur la plus faible est notée chez le sujet n°2 avec moyenne de 3,8 mm, soit une variation moyenne de 5 mm.

### **I.3.3- Sous scapulaire**

La valeur la plus élevée revient au sujet n°1 avec une valeur moyenne de 10,1 mm tandis que la plus petite valeur est notée chez le sujet n°4 avec une moyenne de 5,8 mm, soit une variation moyenne de 4,3 mm.

### **I.3.4- Supra iliaque**

Le plus grand pli supra iliaque revient au sujet n°1 avec une valeur moyenne de 7,2 mm et le plus faible revient au sujet n°3 avec une valeur moyenne de 3,1 mm soit une variation moyenne de 4,1 mm.

#### **I.4- Tableau IV**

Il regroupe les valeurs individuelles, moyennes et écarts-types de chaque sujet des grandeurs suivantes : Pression artérielle systolique, diastolique, moyenne et différentielle en station debout et allongée.

##### **I.4.1- Pression artérielle allongée**

###### **a- Pression artérielle systolique**

La pression artérielle systolique la plus élevée se retrouve au niveau du sujet n°2 avec une valeur moyenne de 14 mm Hg et la valeur la plus faible au niveau du sujet n°9 avec une valeur moyenne de 9,5 mm Hg, soit une variation moyenne de 4,5 mm Hg.

###### **b- Pression artérielle diastolique**

La pression artérielle diastolique la plus grande est retrouvée chez le sujet n° 2 (9 mm Hg) et la pression la plus faible est obtenue au niveau du sujet N° 9 (5 mm Hg) soit une variation moyenne de 4 mm Hg.

###### **c- Pression artérielle moyenne**

La plus petite pression artérielle moyenne est retrouvée chez le sujet n° 9 avec une valeur moyenne de 6,5 mm Hg tandis que la plus grande est retrouvée chez le sujet n° 2 avec une valeur moyenne de 10,66 mm Hg, soit une variation moyenne de 4,16 mm Hg

###### **d- Pression artérielle différentielle**

La pression artérielle différentielle la plus grande est obtenue par le sujet n°7 avec une valeur moyenne de 7 mm Hg tandis que la plus faible valeur est obtenue par le sujet n°10 avec une moyenne de 3,5 mm Hg ; soit une variation moyenne de 3,5 mm Hg.

##### **I.4.2- Pression artérielle debout**

###### **a- Pression artérielle systolique**

La pression artérielle la plus élevée est notée chez les sujets n°3, 5, et 10 avec une valeur de 12 mm Hg et la valeur la plus faible est obtenue chez le sujet n°4 avec une moyenne de 11 mm Hg ; soit une variation moyenne de 1 mm Hg.

#### **b- Pression artérielle diastolique**

La plus faible pression artérielle diastolique est retrouvée chez les sujets n°3 et n° 10 avec une valeur moyenne de 7 mm Hg alors que la plus élevée est retrouvée chez le sujet n° 6 avec une valeur moyenne de 9 mm Hg ; soit une variation moyenne de 2 mm Hg.

#### **c- Pression artérielle moyenne**

La plus petite pression artérielle moyenne est obtenue chez les sujets n°3 et 10 avec une valeur moyenne de 8,66 mm Hg tandis que la pression la plus grande est obtenue chez le sujet n°6 avec une valeur de 10 mm Hg ; soit une variation moyenne de 1,34 mm Hg.

#### **d- Pression artérielle différentielle**

La pression artérielle différentielle la plus faible est obtenue au niveau des sujets n°4 et 6 avec une valeur moyenne de 3 mm Hg et la plus élevée chez les sujets n°3 et 10 avec une valeur de 5 mm Hg ; soit une variation moyenne de 2 mm Hg.

### **I.5- Tableau V**

Il contient les valeurs individuelles, moyennes et écarts-types de chaque sujet des grandeurs suivantes : fréquence cardiaque, la durée de l'espace PR, la durée de l'onde P, l'amplitude de l'onde P, l'axe de QRS, l'indice de Sokolow-Lyon et enfin la durée de QT.

#### **I.5.1- Fréquence cardiaque**

La fréquence cardiaque la plus élevée est obtenue chez le sujet n°1 avec une moyenne de 109 bat/mn tandis que la plus faible fréquence cardiaque est retrouvée chez le sujet n°10 avec une moyenne de 59 bat/mn, soit une variation moyenne de 50 bat/mn.

### **I.5.2- Durée de PR**

La durée de PR la plus faible est obtenue chez le sujet n°8 avec une valeur de 0,08 s alors que la plus élevée est notée chez les sujets N°2, 3, 4, 6, 7, et 10 avec une moyenne de 0,16 s, soit une variation moyenne de 0,08 s.

### **I.5.3- Durée de l'Onde P**

Tous les sujets ont la même durée de l'onde P : 0,08 s.

### **I.5.4- Amplitude de l'onde P**

La plus grande amplitude est obtenue chez les sujets n°3, 6, 7 avec une valeur de 2 mm et l'amplitude la plus petite est obtenue chez les sujets n°1, 2, 4, 5, 8 et 9 avec une valeur de 1 mm ; soit une variation moyenne de 1 mm.

### **I.5.5- L'axe de QRS**

L'axe est le même chez tous les sujets : + 60°.

### **I.5.6- L'indice de Sokolow-Lyon**

L'indice le plus petit est observé chez le sujet n°1 avec une moyenne de 9 mm alors que l'indice le plus grand est observé chez le sujet n°2 avec une valeur de 54 mm ; soit une variation moyenne de 45 mm.

### **I.5.7- Durée de QT**

La plus petite durée est notée chez le sujet n°6 avec une valeur moyenne de 0,28 s alors que la durée la plus grande est obtenue chez les sujets n°9 et 10 avec une valeur de 0,40 s soit une variation moyenne de 0,12 s.



## **II- APRES ENTRAINEMENT SPECIFIQUE**

### **II.1- Tableau VI**

Il contient les valeurs individuelles moyennes et écarts-types de chaque sujet des grandeurs que sont : âge, taille, poids, pourcentage de masse grasse, poids de masse grasse, poids de masse maigre.

#### **a- L'âge**

L'âge le plus petit est noté chez le sujet n°1 avec une valeur de 20 ans tandis que l'âge le plus grand est noté chez le sujet n°2 avec une valeur de 29 ans, soit une variation moyenne de 9 ans.

#### **b- Taille**

La plus grande taille est notée chez le sujet n°7 avec une valeur de 1,84 m alors que la taille la plus petite revient au sujet n°8 avec une valeur de 1,66 m soit une variation moyenne de 0,18m.

#### **c- Poids**

Le poids le plus élevé est observé chez les sujets n°2 et 7 avec une valeur moyenne de 76 kg et le poids le plus faible est noté chez le sujet n°3 avec une moyenne de 51 kg, soit une variation moyenne de 25 kg.

#### **d- Pourcentage de masse grasse**

Le pourcentage de masse grasse le plus élevé est obtenu chez le sujet n°1 avec une valeur de 18,1% alors que le pourcentage de masse grasse le plus faible est obtenu chez le sujet n°7 avec une valeur moyenne de 7,4% ; soit une variation moyenne de 10,7%.

#### **e- Poids de masse grasse**

Le plus grand poids de masse grasse est noté chez le sujet n°1 avec une valeur moyenne de 10,2 kg et le poids le plus petit est noté chez le sujet n°6 avec une valeur de 5,4 kg, soit une variation moyenne de 4,8 kg.

#### **f- Poids de masse maigre**

Le poids de masse maigre le plus élevé est obtenu chez le sujet n°7 avec une valeur de 70,3 kg et le poids de masse maigre le plus faible est noté chez le sujet n°3 avec une valeur de 44,7 kg soit une variation moyenne de 25,6 kg.

#### **g- Index de masse corporelle**

L'index de masse corporelle le plus élevé est noté chez le sujet n°2 avec une valeur de 23,45 tandis que l'index le plus faible est retrouvé chez le sujet n°3 avec une valeur de 18,34 ; soit une variation moyenne de 5,11.

### **II.2- Tableau VII**

Il présente les valeurs individuelles moyennes et écarts-types de chaque sujet des grandeurs que sont : P0, P1, P2, indice de Ruffier.

#### **a- P0**

Le sujet n°5 a le pouls de repos le plus faible avec une valeur moyenne de 50 bat/mn tandis que le pouls de repos le plus élevé est noté chez le sujet n°3 avec une moyenne de 68 bat/mn ; soit une variation moyenne de 18 bat/mn.

#### **b- P1**

Le pouls d'adaptation le plus faible est noté chez les sujets n°5, 6, et 7 avec une valeur moyenne de 84 bat/mn alors que le pouls d'adaptation le plus élevé est obtenu chez le sujet n°9 avec une valeur moyenne de 80 bat/mn ; soit une variation moyenne de 4 bat/mn.

#### **c- P2**

Le pouls de récupération le plus faible est retrouvé chez le sujet n° 6 avec une valeur moyenne de 60 bat/mn et le pouls de récupération le plus élevé chez le

sujet n° 9 avec une valeur moyenne de 80 bat/mn, soit une variation moyenne de 20 bat/mn.

#### **d- Indice de Ruffier**

L'indice de Ruffier le plus faible est noté chez les sujets n°5 et 6 avec une valeur nulle (0), tandis que l'indice le plus grand est noté chez le sujet n°3 avec une valeur moyenne de 4,4.

### **II.3- Tableau VIII**

Il regroupe les valeurs moyennes, individuelles et écarts-types de chaque sujet des grandeurs suivantes : Biceps, Triceps, sous scapulaire, supra iliaque.

#### **II.3.1- Biceps**

Le sujet n°3 a la mesure de biceps la plus faible avec une valeur moyenne de 2,1 mm et la valeur la plus élevée est notée chez le sujet n°1 avec une valeur moyenne de 4,1 mm, soit une variation moyenne de 2 mm.

#### **II.3.2- Triceps**

Le sujet n°7 a la mesure de triceps la plus faible avec une valeur moyenne de 3,2 mm tandis que le sujet n°1 présente la mesure la plus élevée avec une moyenne de 8,1 mm ; soit une variation de 4,9 mm.

#### **II.3.3- Sous Scapulaire**

Le pli sous scapulaire le plus petit revient au sujet n°9 avec une valeur moyenne de 5,1 mm alors que la valeur la plus élevée est obtenue chez les sujets n°1, 2 et 7 avec une moyenne de 9 mm, soit une variation moyenne de 3,9 mm.

#### **II.3.4- Supra iliaque**

Le plus petit pli supra iliaque revient au sujet n°3 avec une valeur moyenne de 2 mm et la valeur la plus élevée est notée chez le sujet n°1 avec une valeur de 6,2 mm ; soit une variation moyenne de 4,2 mm.

### **II.4- Tableau IX**

Il regroupe les valeurs individuelles, moyennes et écarts-types de chaque sujet des grandeurs suivantes : pression artérielle systolique, diastolique, moyenne et différentielle en position allongée et debout.

#### **II.4.1- Pression artérielle allongée**

##### **a- Pression artérielle systolique**

La pression artérielle systolique la plus élevée est notée chez le sujet n°7 avec une valeur moyenne de 12,5 mm Hg et la pression la plus faible s'observe chez le sujet n°4 avec une valeur moyenne de 9,5 mm Hg ; soit une variation moyenne de 3 mm Hg.

##### **b- Pression artérielle diastolique**

La plus petite pression artérielle diastolique est notée chez le sujet n°1 avec une valeur moyenne de 8,5 mm Hg alors que la pression la plus élevée est observée chez le sujet n°9 avec une valeur moyenne de 5 mm Hg ; soit une variation moyenne de 3,5 mm Hg.

##### **c- Pression artérielle moyenne**

La plus petite pression artérielle moyenne est notée chez le sujet n°9 avec une valeur moyenne de 6,66 mm Hg alors que la valeur la plus élevée revient au sujet n°1 avec une valeur moyenne de 9,66 mm Hg ; soit une variation moyenne de 3 mm Hg.

##### **d- Pression artérielle différentielle**

La pression artérielle différentielle la plus grande est notée chez le sujet n° 7 avec une valeur moyenne de 6 mm Hg et la valeur la plus faible est notée chez les sujets n° 1 et 2 avec une moyenne de 3,5 mm Hg, soit une variation de 2,5 mm Hg.

#### **II.4.2- Pression artérielle debout**

##### **a- Pression artérielle systolique**

La pression artérielle systolique la plus faible est notée chez le sujet n°5 avec une valeur de 10 mm Hg et la valeur la plus élevée est observée chez le sujet n°6 avec une valeur de 12 mm Hg ; soit une variation moyenne de 2 mm Hg.

### **b- Pression artérielle diastolique**

La pression artérielle diastolique la plus élevée est observée chez les sujets n°3 et 6 avec une moyenne de 9 mm Hg et la plus faible est observée chez le sujet n° 4 avec une moyenne de 5,5 mm Hg, soit une variation moyenne de 3,5 mm Hg.

### **c- Pression artérielle moyenne**

La pression artérielle moyenne la plus faible est notée chez le sujet n°4 avec une valeur moyenne de 6,83 mm Hg et la pression la plus élevée est notée chez le sujet n°6 avec une valeur moyenne de 10 mm Hg ; soit une variation moyenne de 3,17 mm Hg.

### **d- Pression artérielle différentielle**

La plus grande pression différentielle est notée chez les sujets n°4 et 5 avec une valeur moyenne de 4 mm Hg et la valeur la plus petite est obtenue chez le sujet n°3 avec une valeur de 1,5 mm Hg ; soit une variation moyenne de 2,5 mm Hg.

## **II.5- Tableau X**

Il regroupe les valeurs individuelles, moyennes et écarts-types de chaque sujet des grandeurs que sont : la fréquence cardiaque, la durée de PR, la durée de l'onde P, l'amplitude de l'onde P, l'axe de QRS, l'indice de Sokolow-Lyon, la durée de QT.

### **a- Fréquence cardiaque**

La fréquence cardiaque la plus élevée est obtenue chez le sujet n°3 avec une valeur de 80 bat/mn alors que la fréquence la plus faible est obtenue chez le sujet n°5 avec une valeur moyenne de 45 bat/mn ; soit une variation moyenne de 35 bat/mn.

### **b- Durée de PR**

La plus petite durée est notée chez les sujets n°1 et 8 avec une moyenne de 0,12 s tandis que la durée la plus élevée est notée chez le sujet n°7 avec une valeur moyenne de 0,22 s ; soit une variation moyenne de 0,10 s.

### **c- Durée de P**

Tous ont une durée de P égale à 0,08 s.

### **d- Amplitude de l'onde P**

L'amplitude la plus élevée est notée chez les sujets n°3, 6 et 7 avec une moyenne de 2 mm, alors que l'amplitude la plus faible est notée chez les sujets n°1, 2, 4, 5, 6, et 9 avec une moyenne de 1 mm ; soit une variation moyenne de 1 mm.

### **e- Axe de QRS**

Tous ont la même valeur de l'axe de QRS (+60°)

### **f- Indice de Sokolow-Lyon**

Le plus petit indice est noté chez le sujet n°5 avec une valeur de 9 mm et l'indice le plus élevé est noté chez le sujet n°2 avec une valeur moyenne de 40 mm soit une variation moyenne de 31 mm.

### **g- Durée de QT**

La plus petite durée est notée chez les sujets n° 2, 3, 4, 5, 6, 7, et 8 avec une moyenne de 0,32 s alors que la durée la plus élevée est notée chez les sujets n°9 et 10 avec une valeur moyenne de 0,40 s ; soit une variation moyenne de 0,08 s.

### **III- COMPARAISON ENTRE LES VALEURS MOYENNES OBTENUES AVANT ET APRES ENTRAÎNEMENT SPECIFIQUE**

#### **III.1- Valeurs moyennes des poids de la masse maigre, de la masse grasse et du pourcentage de masse grasse**

Tableau. XI : Tableau comparatif entre les valeurs moyennes du poids de masse grasse, du poids de masse maigre et du pourcentage de masse grasse avant et après entraînement spécifique.

	<b>Poids masse grasse (Kg)</b>	<b>Poids masse maigre (Kg)</b>	<b>Pourcentage masse grasse (%)</b>
<b>Valeurs moyennes Et écarts-types Avant entraînement spécifique</b>	<b>8,02 ± 1,7</b>	<b>53,14 ± 8,41</b>	<b>13,4 ± 3,36</b>
<b>Valeurs moyennes et écarts-types après entraînement spécifique</b>	<b>7,49 ± 1,65</b>	<b>54,16 ± 9,67</b>	<b>12,5 ± 3,57</b>
<b>Valeurs de t et degré de signification</b>	<b>2,44 S à P &lt; 0,05</b>	<b>2,37 S à P &lt; 0,05</b>	<b>2,35 S à P &lt; 0,05</b>

### **a- Poids de masse grasse**

Le poids de masse grasse est passé en cinq mois d'entraînement de 8,02 à 7,49 kg, soit une différence de 0,53 kg. Cette différence est significative à  $P < 0,05$  avec  $t = 2,37$ .

### **b- Poids de masse maigre**

La valeur moyenne du poids de masse maigre a augmenté après entraînement spécifique. Elle est passée de 53,14 à 54,16 kg, soit une différence de 1,02 kg significative à  $P < 0,05$  avec  $t = 2,37$

### **c- Pourcentage de masse grasse**

La valeur moyenne du pourcentage de masse grasse a diminué. Elle est passée de 13,4% à 12,5%, soit une différence de 0,9% significative à  $P < 0,05$ .



### **III.2- Valeurs moyennes des plis cutanés**

Tableau XII : Comparaison entre les valeurs moyennes des plis cutanés avant et après entraînement spécifique.

	Plis cutanés (mm)			
	Biceps	Triceps	Sous scapulaire	Supra iliaque
<b>Valeurs moyennes et écarts-types avant entraînement spécifique</b>	<b>3,4 ± 0,77</b>	<b>6,6 ± 1,85</b>	<b>8,17 ± 1,34</b>	<b>5,15 ± 1,4</b>
<b>Valeurs moyennes et écarts-types après entraînement spécifique</b>	<b>2,95 ± 0,61</b>	<b>5,46 ± 1,48</b>	<b>7,29 ± 1,56</b>	<b>4,3 ± 1,37</b>
<b>Valeurs de t et degré de signification</b>	<b>3,21 S à P &lt; 0,05</b>	<b>3,93 S à P &lt; 0,01</b>	<b>2,53 S à P &lt; 0,05</b>	<b>2,93 S à P &lt; 0,05</b>

#### **a- Biceps**

La valeur moyenne du biceps est passée de 3,4 mm à 2,95 mm après entraînement, soit une différence de 0,45 mm significative à  $P < 0,05$ .

#### **b- Triceps**

La valeur moyenne du triceps est passée de 6,6 mm à 5,46 mm, soit une diminution de 1,14 mm qui est significative à  $P < 0,01$ .

#### **c- Sous scapulaire**

La valeur moyenne a baissé, elle est passée de 8,17 mm à 7,29 mm soit une différence de 0,88 mm significative à  $P < 0,05$ .

#### **d- Supra iliaque**

La valeur moyenne est passée de 5,15 mm à 4,3 mm, soit une diminution de 0,85 mm significative à  $P < 0,05$ .

### **III.3- Valeurs moyennes du poids**

Tableau XIII : Comparaison entre les valeurs moyennes du poids avant et après entraînement spécifique

	<b>Poids (kg)</b>
<b>Valeurs moyennes et écarts-types avant entraînement spécifique</b>	<b>61,15 ± 7,87</b>
<b>Valeurs moyennes et écarts-types après entraînement spécifique</b>	<b>61,65 ± 8,80</b>
<b>Valeur de t et degré de signification</b>	<b>1, 28</b>

Poids :

La valeur moyenne du poids a légèrement augmenté. Elle est passée de 61,15 kg à 61,65 kg soit une hausse de 0, 5 kg non significative avec  $t = 1,28$ .

### **III.4- Valeurs moyennes du test de Ruffier-Dickson**

**Tableau XIV** : Comparaison entre les valeurs du test de Ruffier-Dickson avant et après entraînement spécifique

	<b>Test de Ruffier- Dickson (bat / mn)</b>			
	<b>P0 (repos)</b>	<b>P1 (adaptation)</b>	<b>P2 (récupération)</b>	<b>Indice de Ruffier</b>
<b>Valeurs moyennes et écarts-types avant entraînement spécifique</b>	<b>63,33 ± 9,94</b>	<b>105,11 ± 17,55</b>	<b>75,55 ± 11,08</b>	<b>4,4 ± 3,28</b>
<b>Valeurs moyennes et écarts-types après entraînement spécifique</b>	<b>58,4 ± 1,98</b>	<b>91,3 ± 7,08</b>	<b>74,8 ± 7,61</b>	<b>2,23 ± 1,61</b>
<b>Valeur de t et degré de signification</b>	<b>1,98</b>	<b>2,23</b>	<b>0,44</b>	<b>2,32 S à P &lt;0,05</b>

#### **a- P0**

Du pré-test au post-test, la valeur moyenne de P0 a diminué. Elle est passée de 63,33 bat/mn à 58,4 bat/mn soit une différence de 4,93 bat/mn non significative avec  $t = 1,98$ .

#### **b- P1**

La valeur moyenne de P1 a baissé. Elle est passée de 105, 11 bat/mn à 91,3 bat/mn soit une différence de 13,81 bat/mn non significative avec  $t = 2,23$ .

#### **c- P2**

La valeur moyenne de P2 est passée de 75,55 bat/mn à 74,8 bat/mn, soit une différence de 0,75 bat/mn non significative à  $t = 0,44$ .

#### **d- Indice de Ruffier-Dickson**

La valeur moyenne a diminué. Elle est passée de 4,4 à 2,23 soit une différence de 2,17 significative à  $P < 0,05$ .

### **III.5- Valeurs moyennes de la pression artérielle (position allongée).**

**Tableau XV :** Comparaison entre les valeurs moyennes des pressions artérielles (allongées) avant et après entraînement spécifique

	<b>Pression artérielle (Position allongée) (mm Hg)</b>			
	<b>Pression artérielle systolique</b>	<b>Pression artérielle diastolique</b>	<b>Pression artérielle moyenne</b>	<b>Pression artérielle différentielle</b>
<b>Valeurs moyennes et écarts-types avant entraînement spécifique</b>	<b>11,7 ± 1,24</b>	<b>6,75 ± 1,13</b>	<b>8,39 ± 1,08</b>	<b>4,95 ± 0,92</b>
<b>Valeurs moyennes et écarts-types après entraînement spécifique</b>	<b>11,15 ± 1</b>	<b>6,75 ± 1,15</b>	<b>8,21 ± 1,02</b>	<b>4,4 ± 0,84</b>
<b>Valeurs de t et degré de signification</b>	<b>1,24</b>	<b>0</b>	<b>0,63</b>	<b>1,71</b>

#### **a- Pression artérielle systolique**

Elle a très peu varié en valeur moyenne. Elle est passée de 11,7 mm Hg à 11,5 mm Hg, soit une différence de 0,55 mm Hg non significative avec  $t = 1,24$

#### **b- Pression artérielle diastolique**

Il n'y a aucune variation (6,75 mm Hg) dans les 2 cas c'est à dire avant et après entraînement spécifique, soit une différence nulle avec  $t = 0$ , donc non significative.

### **c- Pression artérielle moyenne**

La valeur moyenne a légèrement diminué. Elle est passée de 8,39 mm Hg à 8,21 mm Hg soit une différence de 0,18 mm Hg non significative à  $t = 0,63$ .

### **d- Pression artérielle différentielle**

Nous avons noté une légère baisse de la valeur moyenne qui est passée de 4,95 mm Hg à 4,4 mm Hg, soit une différence de 0,55 mm Hg non significative avec  $t = 1,71$

## **III.6- Valeurs moyennes de la pression artérielle (Position debout)**

Tableau XVI : Comparaison entre les valeurs moyennes de la pression artérielle (debout) avant et après entraînement spécifique

	Pression artérielle (Position debout) (mm Hg)			
	Pression artérielle systolique	Pression artérielle diastolique	Pression artérielle moyenne	Pression artérielle différentielle
Valeurs moyennes et écarts-types avant entraînement spécifique	11,8 ± 0,44	7,8 ± 0,83	9,13 ± 1,08	4 ± 4,49
Valeurs moyennes et écarts-types après entraînement spécifique	10,6 ± 0,95	7,5 ± 1,65	8,53 ± 1,34	3,1 ± 1,09
Valeurs de t et degré de signification	3,63 S à P < 0,05	0,34	0,95	1,11

#### **a- Pression artérielle systolique**

Elle a connu une baisse en terme de valeur moyenne. Elle est passée de 11,8 mm Hg à 10,6 mm Hg après entraînement spécifique, soit une différence de 1,2 mm Hg significative à  $P < 0,05$

#### **b- Pression artérielle diastolique**

La valeur moyenne a légèrement diminué après entraînement. Elle passe de 7,8 à 7,5 mm Hg, soit une différence de 0,3 mm Hg, non significative avec  $t = 0,17$ .

#### **c- Pression artérielle moyenne**

La valeur moyenne est passée de 9,13 à 8,53 mm Hg, soit une différence de 0,6 mm Hg non significative avec  $t = 0,95$

#### **d- Pression artérielle différentielle**

La valeur moyenne a baissé. Elle passe de 4 à 3,1 mm Hg soit une différence de 0,9 mm Hg non significative avec  $t = 0,55$ .

### **III.7- Valeurs moyennes de l'électrocardiogramme**

Tableau XVII : Comparaison entre les valeurs moyennes des grandeurs de l'électrocardiogramme avant et après entraînement spécifique



	Electrocardiogramme				
	Fréquence cardiaque	Durée de la conduction auriculo-ventriculaire (PR) en s	Amplitude de P (mm)	Indice Sokolow – Lyon (mm)	Durée de QT (s)
<b>Valeurs moyennes et écarts-types avant entraînement spécifique</b>	<b>79,20 ± 14,728</b>	<b>0,14 ± 0,028</b>	<b>1,25 ± 0,425</b>	<b>25,10 ± 14,012</b>	<b>0,32 ± 0,030</b>
<b>Valeurs moyennes et écarts-types après entraînement spécifique</b>	<b>63,20 ± 10,25</b>	<b>0,16 ± 0,03</b>	<b>1,25 ± 0,425</b>	<b>26,50 ± 9,721</b>	<b>0,34 ± 0,034</b>
<b>Valeur de t et degré de signification</b>	<b>3,08 S à P &lt; 0,05</b>	<b>2,10</b>	<b>0,55</b>	<b>0,37</b>	<b>0,10</b>

#### **a- Fréquence cardiaque**

La valeur moyenne de la fréquence cardiaque est passée de 79,20 bat/mn à 63,20 bat/mn, soit une diminution de 16 bat/mn significative à  $P < 0,05$ .

#### **b- Durée de PR**

La valeur moyenne de la durée de PR a légèrement augmenté. Elle passe de 0,14 à 0,16 s soit une différence de 0,02 s non significative avec  $t = 2,10$ .

### **c- Amplitude de P**

Elle a connu une légère baisse en valeur moyenne. Elle passe de 1,35 mm à 1,25 mm, soit une différence de 0,10 mm non significative avec  $t = 0,55$ .

### **d- Indice de Sokolow-Lyon**

La valeur moyenne est passée de 25,10 à 26,50 mm, soit une augmentation de 1,40 mm non significative avec  $t = 0,37$ .

### **e- Durée de QT**

La valeur moyenne a légèrement augmenté. Elle passe de 0,32 à 0,34 s, soit une différence de 0,02 s non significative avec  $t = 0,10$ .

## **COMMENTAIRES**

### **A- SUR LA METHODOLOGIE**

Trois écueils méritent d'être soulignés :

- La taille de l'échantillon : le nombre d'athlètes étudiés aurait dû être plus important afin d'obtenir davantage de renseignements sur la qualité de l'entraînement et les modifications engendrées sur les cavités cardiaques.
- L'absence de groupe témoin
- L'absence d'un électrocardiogramme continu type Holter.

## **B- SUR NOS RESULTATS**

### **1- Données cliniques**

#### **a- Pression artérielle**

La baisse de la pression artérielle systolique, diastolique et moyenne notée est redevable à l'entraînement aérobie. Plusieurs auteurs (24, 27) dont W. D. MC Ardle et collaborateurs soutiennent que l'entraînement aérobie crée un déséquilibre entre l'activité tonique des neurones parasympathiques (ralentisseurs) et celle des neurones sympathiques (accélérateurs), déséquilibre à l'avantage des neurones parasympathiques.

Selon ces mêmes auteurs, l'entraînement aérobie réduit les pressions systoliques diastoliques et moyennes au repos et au cours d'un exercice sous-maximal. La baisse significative de la pression systolique au repos en station debout notée ici pourrait être due à la séquestration du sang dans les parties déclives du corps lors du passage des athlètes de la station couchée à la station debout.

#### **b- Indice de Ruffier – Dickson**

L'indice de Ruffier des athlètes a connu une baisse significative. La classification de l'indice de Ruffier est la suivante :  $I = 0$  cœur excellent,  $0 < I < 5$  cœur très bon ;  $5 < I < 10$  cœur bon ;  $10 < I < 15$  cœur moyen,  $15 < I < 20$  cœur médiocre (11).

Par rapport à cette classification, on constate que l'indice des athlètes qui est de 4,4 avant entraînement spécifique est compris dans l'intervalle  $0 < I < 5$ . Après entraînement spécifique, il a baissé significativement à 2, 23 donc reste toujours compris dans le même intervalle et tend vers zéro. Plus l'indice est petit, mieux l'athlète est entraîné.

#### **c- Composition corporelle**

Le poids dans son ensemble n'a pas subi de modifications significatives ceci s'explique par le fait que l'entraînement de la filière aérobie des athlètes qui comporte aussi des séances de musculation favorise davantage l'augmentation de la masse maigre. Parallèlement, il y a une diminution de la masse grasse. Des auteurs comme W.D. MC Ardle et collaborateurs (24) avancent qu'un gain de masse maigre s'accompagne d'une perte de masse grasse.

Nous avons également noté une baisse des plis cutanés avec une diminution du poids de masse maigre. Toutes les variations montrent respectivement une diminution en moyenne d'un millimètre pour les plis cutanés, une baisse en moyenne d'un kilogramme de masse maigre.

Le pourcentage de masse grasse des athlètes avant entraînement spécifique est plus faible par rapport à celui du sédentaire.

Le sédentaire, selon J. Duncan et collaborateurs (14), a en moyenne 18,78% de masse grasse contre 13% pour ces athlètes.

Ces variations sont plus marquées après le programme d'entraînement subi, par rapport au sédentaire, mais aussi à la première valeur obtenue (12,5% de masse grasse).

On constate que cet entraînement a favorisé un gain de masse maigre et une perte de masse grasse. Ce gain s'explique par une synthèse protéique, tandis que la perte de masse grasse est due au catabolisme des graisses (24). En effet ces mêmes auteurs soutiennent que l'exercice vigoureux offre un avantage inattendu en ce qu'il modifie la composition corporelle (diminution des graisses avec maintien et même légère augmentation des tissus maigres). Il tend à accroître le taux de synthèse des protéines dans les muscles squelettiques et en retarder en même temps leur catabolisme (24,25).

## **2- L'ELECTROCARDIOGRAMME**

### **a- Fréquence cardiaque**

Le premier signe induit par l'entraînement spécifique est la bradycardie sinusale notée chez 40% de nos sportifs. En effet, la fréquence cardiaque moyenne après entraînement spécifique est de 62,60 bat/mn avec un minima de 45 bat/mn. Ces valeurs sont conformes aux données de la littérature où les fréquences cardiaques varient généralement de 50 à 58 bat/mn (13).

Cette bradycardie sinusale est la conséquence de l'hypertonie vagale car pendant l'effort, l'organisme est sous la dépendance du système adrénergique, mais cela ne veut pas dire que le système parasympathique est au repos. Au contraire, l'action modératrice du vague est continue. Elle est modulée par voie réflexe. Lorsque l'effort cesse, une prédominance vagale persiste mais cette hypertonie vagale a un déterminisme essentiellement cardiaque. L'action frénatrice du vague s'exerce à la fois sur le nœud de Keith et Flack et sur le nœud de Tawara (10,7,13,27). Elle est le reflet de la réponse individuelle du sportif à un entraînement intense, elle ne témoigne pas d'un niveau de performance élevé. Par contre, l'absence de ralentissement de la fréquence cardiaque chez un spécialiste de discipline aérobie doit faire évoquer une mauvaise tolérance à l'entraînement ou une mauvaise conduite de celui-ci (7).

#### **b- L'intervalle PR**

Il n'a pas varié après entraînement spécifique et aucun trouble de conduction auriculo-ventriculaire n'a été noté.

#### **c- Durée du complexe QRS**

Elle n'a pas varié après entraînement spécifique. Elle n'est pas augmentée chez les sportifs.

#### **d- Durée de QT**

Les valeurs moyennes de durée de QT corrigées par la fréquence cardiaque acceptées chez les sportifs sont de 0,42 s avec une valeur extrême de 0,47 s (7). Donc les valeurs trouvées chez nos sportifs sont acceptables et conformes à la littérature.

#### **e- Blocs de branche droits incomplets**

Ils sont notés chez quelques uns de nos sportifs (2%). Ils reflètent un ralentissement de la vitesse de conduction dans le ventricule droit et se caractérise sur l'électrocardiogramme par un aspect rSR' ou rSr' en V1 avec un complexe QRS durant moins de 0,12 s. La conduction du faisceau de His est aussi très fréquemment altérée par l'entraînement (7,27).

#### **f- Troubles de la repolarisation**

Les troubles de la repolarisation ont été notés chez tous nos sujets aussi bien avant entraînement qu'après entraînement spécifique. Ces troubles ou atypies de la repolarisation concernent surtout le segment ST et/ou l'onde T.

Mais seules offrent motif à discussion les ondes T négatives précordiales au-delà de V3. Il faut éviter de les rattacher trop facilement à la pratique sportive (7).

Elles ne doivent être considérées comme possiblement physiologiques et liées à l'activité sportive que chez les sujets jeunes, ayant moins de 30 ans, bien entraînés et à l'évidence asymptomatiques (9).

Ces particularités de la repolarisation posent le plus de problèmes d'interprétation, de diagnostic étiologique et donc d'aptitude et elles ne s'observent pas chez tous les sportifs de haut niveau.

Ainsi plusieurs auteurs ont tenté d'expliquer la cause de ces altérations électriques c'est le cas de KAHN et MELON (27) qui pensent que ces altérations électriques sont d'origine métabolique. Ces auteurs ont en effet démontré que ces altérations de ST et de T du type de celles que nous avons relatées dans notre étude se poursuivent et persistent tant que le muscle cardiaque n'est pas capable d'utiliser l'acide lactique circulant. Il est obligé au contraire d'utiliser son glycogène pour fabriquer à son tour l'acide lactique.

On conçoit très bien donc que la survenue fréquente d'états d'hypoxie myocardique relative transitoire empêchant le muscle cardiaque d'utiliser l'acide lactique circulant finisse par créer un aiguillage métabolique dont l'organisme prendrait l'habitude, ce qui expliquerait la persistance des altérations pendant des semaines après l'effort. Ceci expliquerait aussi leur bénignité (27).

Ce travail est le résultat d'un contrôle médico-physiologique d'un entraînement à dominante aérobie effectué sur un groupe de dix athlètes originaires du Cameroun, du Gabon, de l'Ile Maurice, de Madagascar, et du Sénégal domiciliés au Centre International d'Athlétisme de Dakar(C.I.A.D).

Leur spécialité est le sprint long (400 m).

Le contrôle consistait à étudier les modifications induites par l'entraînement sur les grandeurs physiologiques que sont le poids, les plis cutanés, la masse grasse, la masse maigre, les pressions artérielles systolique, diastolique, moyenne et différentielle en station allongée et debout, l'indice de Ruffier, mais aussi les particularités électrocardiographiques de ces athlètes au repos.

Cet entraînement s'est déroulé sur une période de cinq mois répartie comme suit :

- Période de préparation foncière de deux mois à dominante aérobie
- Période d'entraînement spécifique de trois mois à dominante anaérobie.

#### **a- Période de préparation foncière**

Les athlètes faisaient d'abord un échauffement d'au moins 20 minutes dont 10 minutes de course, d'éducatifs, d'étirements et d'assouplissement au choix des sujets. Ensuite, la séance d'endurance fractionnée consistait à faire 2 séries de 3 x 500 m. Les repos entre les répétitions étaient de 1 mn 30 s et les repos entre les séries étaient complètes. A la fin de chaque séance, il y avait un retour au calme de 6 à 10 mn.

Ils faisaient aussi trois séances de musculation par semaine.

#### **b- Période d'entraînement spécifique**

Les athlètes étaient soumis d'abord à un échauffement d'au moins 20 mn, composé d'une course de 10 mn, d'éducatifs, d'étirements et d'assouplissement au choix des sujets. Puis la séance proprement dite consistait à faire une série de 3 x 250 m. les récupérations étaient de 12 mn entre les répétitions il y avait aussi une séance de récupération active à la fin de chaque séance d'entraînement d'environ 15 mn.

L'entraînement comportait aussi 2 séances de musculation par semaine. Nous avons commencé par mesurer toutes ces grandeurs physiologiques en même temps que l'électrocardiogramme afin d'avoir une idée sur leur état avant le démarrage de l'entraînement spécifique, pour mieux quantifier les modifications ultérieures.

Après trois mois d'entraînement spécifique, nous avons refait les mêmes mesures.

Les données des deux étapes ont été exploitées statistiquement à partir de la moyenne et de l'écart-type et leur comparaison a été effectuée sur la base du test « t » de student pour observations paires qui a permis d'objectiver le degré de signification des différences observées avec des valeurs  $P < 0,01$  et  $P < 0,05$ . Elles ont montré une influence nette de l'entraînement à prédominance aérobie

lactique et alactique sur les plis cutanés, la masse grasse, l'indice de Ruffier et sur la fréquence cardiaque qui ont connu une baisse et sur la masse maigre qui a augmenté.

Au plan électrocardiographique, deux faits méritent d'être soulignés :

1) il existe, avant entraînement, des atypies telles que :

- Les arythmies sinusales ;
- Les troubles de la repolarisation ;
- Les blocs de branche droit incomplets ;
- L'allongement de QT.

2) Ces atypies n'ont pas été influencées par l'entraînement subi.

Ainsi au terme de notre étude, nous pouvons dire que l'entraînement a été bien conduit et supporté par les athlètes. Il a aussi produit les effets escomptés : baisse de la fréquence cardiaque, des plis cutanés de la masse grasse, de l'indice de Ruffier et surtout l'augmentation de la masse maigre.

Les athlètes étant des Sprinters, ont effectivement besoin de muscles bien développés, utiles pour l'accomplissement de leurs tâches relevant de la force, de la vitesse et de la résistance.

L'électrocardiogramme reste un examen qu'il faut toujours pratiquer chez le sportif. Son interprétation est le plus souvent simple et doit être réalisée en tenant compte des autres données de l'examen clinique.

Les caractéristiques électrocardiographiques de nos athlètes sont liées à l'hypertonie vagale, à l'augmentation de la masse myocardique, à des modifications de la repolarisation. Elles ne sont pas obligatoires. Elles ne sont synonymes ni de forme, ni de méforme physique. Elles ne sont pas corrélées à la valeur du sportif, ni prédictives des performances.

Ainsi, l'électrocardiogramme du sportif doit être normal. Seules les atypies de l'onde T en précordiales droites chez un sportif de haut niveau sont acceptables. L'entraînement physique soutenu peut faire apparaître certaines anomalies qu'il est utile de connaître pour d'une part ne pas interdire indûment la pratique du sport à un homme sain, et d'autre part pour ne pas méconnaître un cœur pathologique sous couvert de diagnostic de facilité de «cœur de sportif».

Il faut préciser que toutes anomalies de l'onde P, du complexe QRS, du segment ST doivent être considérées comme pathologiques jusqu'à preuve du contraire,



ainsi que les anomalies de l'onde T dans les dérivations standards et les précordiales gauches.

## BIBLIOGRAPHIE

**1-ASTRAND P-O ; RODAHL K** -Précis de physiologie musculaire- Paris Masson, 1972-1980 : 491 pages

**2- BONADUCE D, PETROTTA M, CAVALLARO C, LANNICELLO A, ROMANO M-** Intensive training and cardiac automatic control in high level athletes-In Med-Sci –Sports-Exerc-1998 30 (5) : 691-696

**3- BONADUCE D, PETROTTA M, CAVALLARO V, APPICELLA C, LANNICELLO A ROMANO M-**Intensive training and cardiac automatic control in highlevel athletes-In-Med Sci-Sports-Exerc 1998 MAY 30 (5) : 691-696

**4- BOWMAN AJ, CLAYTON RH, MURRAY A, REED W, SUBHAN MF, FORD GA-** Baroreflex fonction in sedentary and endurance-traine elderly People-IN Age-Agring, 1997 JUL, 26(4) :289-294

**5- BROUSTET JP-**Cardiologie sportive : Paris Masson 1978 : 179 pages

**6- BURRHUS KA ; SVARREVIK LS ; VOLPE J ; WILMORE JH-**Assessing body composition before and after resistance or endurance-training-IN-Med-sci-sports exerc,1997 May ;29(5) :705-712

**7- CARRE F ; CHIGNON J C ;** Particularités électrocardiographiques de l'athlète : quelles limites ? Source : la revue du praticien : (paris) France ; DA 2001 ;vol 51 NO JUN ; NO-NS : 7

- 8- COURTAY R** -Entrainement et Performance athlétique : Paris : Amphora, 1986 :189 pages
- 9- COUSTEAU JP** -Electrocardiogramme du sportif-source : Revue du praticien, ISSN 0035-2640 ; FRA ; DA 1987 ; vol 37 NO 10 ; NO Part bis ; pages 552-555
- 10- COUSTEAU JP** -Electrocardiogramme du sportif : « des anomalies à bien connaître »- Gazette médicale ; ISSN 0760,758x ; FRA ; DA :1992 ; vol 99 ; NO 22 : 17-19
- 11- CRAPLET C ; CRAPLET P** -Physiologie et activités sportives-Paris/Vigot, 1986-427 pages
- 12- DALE D**-Lecture accélérée de l'électrocardiogramme-3<sup>e</sup> édition- Paris 3<sup>e</sup> trimestre 1978 N<sup>o</sup> d'édition 1046 : 294 pages
- 13- DI MATTEO J ; VACHERON A**- Cardiologie- dernière édition revue et complétée- Paris : expansion scientifique française ; 1987 : 701 pages
- 14- DUCARDONNET A ; VERNANT P** (comment) ; **COUSTEAU JP** (comment) ; **CARRE F** (comment) ; **PORTE G**. L'électrocardiogramme de repos du sportif-Discussion : Cœur et sport II. **L'information cardiologique ; ISSN 0220-2476 ; FRA ; DA 1993 ; vol 17 NO- 2 : 59-62**
- 15- DUNCAN MAC DOUGALL J ; HOMARD A ; HOMARD W ; J GREEN** -évaluation physiologique de l'athlète de haut niveau- Montréal : Décarie Vigot, 1988 : 228 pages
- 16- ELIAKAM A ; BURKE GS ; COOPER DM**-Fitness, Fatness and the affect of training assessed by magnetic resonance imaging and skinfold-Thickness measurements in healthy adolescent females In Am-j-clin-Nutr, 1997, Ang ; 66 (2) : 223-231
- 17- FOX EDWARD L ; MATHEWS DONALD K** - Bases physiologiques de l'activité physique- Montréal 3<sup>e</sup> trimestre 1984
- 18- FOX EDWARD L ; MATHEWS DONALD K** -Bases physiologiques des activités physiques et sportives-Paris Vigot, 1981 : 404 pages
- 19- GAY J ; COUSTEAU JP** -l'électrocardiogramme du sportif-source : Semaine des hôpitaux ; ISSN 0037- 1777 FRA ; DA 1985 ; vol 61 NO-37-38 : 2646-2647
- 20- KARPOVICH PETER V ; ESSENING W**- physiologie de l'activité musculaire Paris : Vigot Frères, 1975 : 520 pages
- 21- KELLEY G** ; Dynamic resistance exercise and resting blood pressure in adults ; a meta-

analysis-Inj-APPL- physiol, 1997 May ; 82 (5) : 1559- 1565

**22- LITCHMAN J. O'ROURKE R.A et KLEIN A.** : Electrocardiogram of the athlete. Alterations simulating those of organic heart disease. Arch-Intern.Med, 1973,132 : 763-770

**23- LONGHURST JC ; ST EBBINS CL** – the power athlete-In cardiol-Clin, 1997 Aug ; 15 (3) : 413-429

**24- MC ARDLE WILLIAM D ; KATCH F ; KATCH VICTOR L-** physiologie de l'activité physique : énergie, nutrition, performance -Paris Vigot, 1987 : 536 pages

**25- MONOD H ; FLANDROIS R** -Bases physiologiques des activités physiques et sportives- physiologie du sport- MASSON SA- 120 bd St-Germain, 7528 Paris

**26- MOTOYAMA M ; SUNAMI Y ; KINOSMITA P ; KIYONAGA A ; TANAKA H ;** Blood Pressure Lowering effect of low intensity aerobic training in elderly hypertensive patients- In Med-Sci-Sport-Exerc 1998 Jun, 30 (6) : 818-823

**27- PLAS F-** Guide de cardiologie du sport-Paris- BESINS-IS Covesco ; DA 1976 : 157 pages

**28- PONJEE GA JANSSEN EM ; HERMANS J ; VAN- WASH JW-**effect of long term exercise or moderate intensity on anthropometric values and serum lipid and lipoproteins- In Eur-J-Cin-chem-Chi- Bio Chem, 1985 Mar ; 33 (36) : 121-126

**29- SELLEGER C, ADAMEC R et GREDER B** (Genève)- Suivi à long terme des sujets asymptomatiques qui présentent un électrogramme d'effort de type ischémique dans une consultation de médecine du sport. Source : Méd et Hygiène 1991-49. 1960-1965

**30- VANDER AJ ; SHERMAN JH ; LUCIANO DS-**physiologie du sport Edition 1977 Quebec Canada : 215- 273

**31- WEINECK J** - Manuel d'entraînement – Paris : Vigot 1986 : 415 pages