



RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA  
RECHERCHE SCIENTIFIQUE



Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem  
Institut d'éducation physique et sportive  
Département de l'entraînement sportif

Thèse présentée Pour l'obtention d'un doctorat en science du sport  
Option : **Contrôle médico-sportif et physiologie appliquée à l'exercice  
physique pour la performance et la santé**

### THÈME :

## **Analyse de l'évolution de quelques paramètres physiologiques, sanguins et anthropométriques au cours de la première période préparatoire chez les jeunes footballeurs algériens**

Étude descriptive sur les jeunes footballeurs des U17 (cas du club ES de Sétif)

Présenté Par :  
Aouir Saddam

Encadreur:  
Pr. Bengoua Ali  
Dr. Houar Abdelatif

Devant un jury composé de

<b>Président:</b> Pr. Bendahmane Mohamed nasereddine	(université de Mostaganem)
<b>Encadreur:</b> Pr. Bengoua Ali	(université de Mostaganem)
<b>Co-encadreur:</b> Dr. Houar Abdelatif	(université de Ghardaïa)
<b>Membre :</b> Dr. Mokeddes Moulay Idriss	(université de Mostaganem)
<b>Membre :</b> Dr. Sadaoui Mohamed	(université de chlef)
<b>Membre :</b> Dr. Idris Khodja Mohamed Reda	(université de Mostaganem)

**DÉCEMBRE 2018**

**Ce travail est dédié...**

**A ma mère le témoignage de ma reconnaissance et de mon affection.  
Mon Père Symbole de bonté, de droiture et  
d'honnêteté.**

**A mes frères et sœurs  
A toute la famille # AOUIR  
A tous mes amis  
Avec toute mon affection**

**A mon Directeur de thèse monsieur professeur Pr. BENGOUA Ali  
A mon Co-encadreur de thèse monsieur docteur HOUAR ABDELATIF  
C'est un grand honneur pour moi, d'être encadré par  
monsieur le professeur, BEN GOUA ALI. Je ne pourrais jamais le  
remercier autant que je le veuille pour, ses grandes qualités  
humaines, ses judicieux conseils, ses précieuses orientations, ses  
encouragements et sa pleine disponibilité malgré les obligations de  
sa lourde responsabilité. Vous trouverez ici cher professeur,  
l'expression de mes sincères reconnaissances et ma grande  
considération.**

**A Monsieur le docteur HOUAR ABDELATIF  
pour ses précieux et judicieux conseils tout au long de  
Cette recherche. Qu'il retrouve dans ce travail l'expression de ma  
profonde amitié et de ma reconnaissance.**

**A tous les entraîneurs et tous les joueurs d'ESS  
qui ont participé de près ou de loin à l'élaboration de ce travail**

**A Messieurs les membres du jury :**

**Pr. Bendahmane Mohamed nasereddine**

**Dr. Mokeddes Moulay Idriss**

**Dr. Sadaoui Mohamed**

**Dr. Idris Khodja Mohamed Reda**

**Mes sincères remerciements pour avoir bien voulu Juger notre travail.**

**A tout le personnel de l'Université, de la Faculté et du Département  
de l'Éducation Physique et Sportive.**

**A toute l'équipe médicale du Service d'hématologie du C.H.U de Sétif,  
pour leur contribution.**

# Citation

«La coordination entre le staff médical et le staff technique est une clef de la Gestion de l'effectif. En particulier, le ou les préparateurs physiques sont au Centre d'échanges permanents entre les entraîneurs adjoints, le coach, les Physiothérapeutes et les médecins. L'entente et l'écoute doivent être parfaite afin de bien gérer tout les joueurs que nous avons en charge».

Dr PRUIMA (Médecin du FC Barcelone)

« Le suivi physiologique est important dans le football moderne tout comme la Préparation physique, la prise en charge des blessés et le travail de prévention En pré-et post-entraînement sont essentiels. Chaque joueur est un individu à part qu'il faut traiter selon son profil et ses spécificités tout en respectant et n'interférant pas sur le travail du coach»,

Dr SERRATOSA (Médecin du Real Madrid)

La préparation physique est spécifique ou elle n'est pas.  
Elle est pertinente ou perte de temps.

Frédéric AUBERT



<b>LES TITRES</b>	<b>PAGES</b>
DEDICACES	
REMERCIEMENTS	
CITATION	
<b>PREMIERE PARTIE</b>	
Définition de la recherche	
Introduction	<b>01</b>
État de question	<b>01</b>
1-2-La Problématique de l'étude	<b>05</b>
A-La question principale	<b>06</b>
B-Les questions secondaires	<b>06</b>
1-4-Hypothèses de l'étude	<b>06</b>
1-5-Les études similaires	<b>07</b>
1-6-Critique des études similaires	<b>16</b>
<b>Analyse de la littérature</b>	
<b>Le premier chapitre : les bases biologiques de la préparation physique et l'entraînement sportif</b>	
Généralités et définitions	<b>19</b>
1-Le métabolisme cellulaire	<b>19</b>
1-1-La puissance aérobie	<b>19</b>
1-2-La capacité aérobie	<b>20</b>
A-Le seuil aérobie	<b>20</b>
B-Le seuil anaérobie	<b>20</b>
1-3- La puissance Anaérobie	<b>20</b>
1-4- La capacité Anaérobie	<b>20</b>
3-Les filières de l'énergie musculaire	<b>21</b>
4-Les effets physiologiques d'effort physique	<b>23</b>
4-1-Aspects cardio-vasculaires	<b>23</b>
4-2-Les effets de l'effort sub-maximal	<b>23</b>
4-3-Les effets de l'effort maximal	<b>23</b>
4-4-Biologie de l'eau au cours du travail intense	<b>24</b>
5-Objectifs de l'entraînement des différents processus énergétiques	<b>24</b>
6-Les fondements de l'entraînement sportif	<b>25</b>
7-Les principales méthodes d'entraînement	<b>32</b>
8-Les formes d'organisation de l'entraînement dans les sports collectifs	<b>38</b>
9-Les fondements de la planification sportive	<b>40</b>
<b>Deuxième chapitre : L'entraînement sportif et la préparation physique</b>	
Préambule	<b>47</b>
1- L'entraînement sportif	<b>49</b>
1-1- Contenu de l'entraînement sportif de football	<b>50</b>
1-2-Buts de l'entraînement	<b>51</b>
1-3-Les objectifs de l'entraînement	<b>51</b>
A- Les contenus de l'entraînement	<b>51</b>
B- Les moyens de l'entraînement	<b>51</b>
C-Les méthodes d'entraînement	<b>51</b>
D-La capacité de performance sportive	<b>52</b>
2-La préparation physique	<b>52</b>

2-1 Définition	52
2-2 Son intervention dans le système d'entraînement	52
2-3-Les taches de la préparation physique	53
2-4-Les méthodes de la préparation physique	53
3- La préparation physique en football	54
<b>Troisième chapitre : Le système cardiorespiratoire</b>	
Introduction	58
A-Le cœur	59
1-L'anatomie du cœur	59
1-1- La localisation et les dimensions	59
1-2 Les enveloppes et la Paroi	61
1-3- Les cavités et les gros vaisseaux du cœur	62
2- La physiologie du cœur	69
2 -1- Le système de conduction du cœur	69
2-1-1 Le système nerveux intrinsèque	69
2-1-2-1 Le système parasymphatique	70
2-1-2-2 le système sympathique	71
2-4 L'énergétique myocardique	72
2-5 L'électrocardiogramme (ECG)	73
3- Les Paramètres cardiaques	74
3-1 La fréquence cardiaque	74
3-2 Le volume d'éjection systolique	74
3-3- Le débit cardiaque	78
B- le système vasculaire	78
1-Les vaisseaux sanguins	78
1-1 Les artères	79
1-2 Les artérioles	79
1-3 Les capillaires	79
1-4 Les veines	80
2- La Circulation pulmonaire et systémique	80
3- La circulation lymphatique	81
4- Le retour veineux	81
5- Le pouls artériel	82
6- La tension artérielle (pression artérielle)	83
C-système respiratoire	84
1- Anatomie respiratoire	84
1-1- Les voies respiratoires supérieures	84
1-1-1- Le nez	84
1-1-2- Le Pharynx	84
1-2-Le larynx	84
1-2-1- La trachée	84
1-2-2- Les bronches	84
1-3- Les poumons	85
1-4- Les muscles respiratoires	86
1-5- La mécanique ventilatoire	87
1-5-1-L'inspiration	87
1-5-2-L'expiration	87

1-6- Les Paramètres respiratoires	88
1-6-1- La fréquence ventilatoire	88
1-6-2- Le débit ventilatoire (VE)	88
1-6-3- L'équivalent respiratoire	88
1-6-4 Le quotient respiratoire (QR)	89
1-6-5- Les volumes et les capacités pulmonaires	89
2-Les Échanges Et Transport Des Gaz	90
2-1- Transport de L'oxygène	90
2-1-1 Oxygène dissous	90
2-1-2 Oxygène lié à l'hémoglobine	90
2-2 Transport de dioxyde de carbone	90
2-2-1 Dioxyde de carbone dissous	91
2-2-2 Bicarbonates	91
2-2-3 Composés carbaminés	91
3-La diffusion alvéolocapillaire : (La diffusion pulmonaire)	91
3-1-La différence artérioveineuse	92
3-2-La consommation maximale d'oxygène ( $VO_{2\max}$ )	92
3-3 Échelle de valeur de $VO_{2\max}$	94
3-4 Facteurs de variation de $VO_{2\max}$	94
4-Le système Pulmonaire	95
A- La ventilation	95
B- La diffusion alvéolo-capillaire de l'oxygène	95
4-1 Le système cardiovasculaire	95
A- Le débit cardiaque (QC)	95
B- La capacité de transport de l'oxygène par le sang	96
C-L'irrigation des cellules musculaires	96
4-2 Les muscles	96
A- La typologie des muscles	96
B- L'activité des enzymes oxydatives dans les mitochondries	107
D-Le Sang	97
1-L'hémogramme	98
1-1 Définition	98
1-2 Les paramètres de l'hémogramme	98
1-3 Hémogramme normal de l'adulte	98
<b>DEUXIEME PARTIE</b>	
<b>Étude expérimentale</b>	
<b>Le premier chapitre</b>	
1-Méthode de la recherche : méthode descriptive	104
2-Population de la recherche	104
3-Identification des variables mises en jeu	105
4-Moyens de la recherche	105
5-Le sondage	110
6-L'expérimentation principale	112
7-Organisation de la recherche	112
<b>Le deuxième chapitre</b>	
Présentation et discussions des résultats de la recherche	
1-Présentation des résultats	114

1-1- Présentation et discussion des résultats de la première hypothèse	<b>114</b>
1-2- Présentation et discussion des résultats de la seconde hypothèse	<b>117</b>
1-3-Présentation et discussion des résultats de la troisième hypothèse	<b>125</b>
<b>le troisième chapitre</b>	
<b>1- Discussion des hypothèses</b>	
1-1 Discussion de la première hypothèse	<b>136</b>
1-2 Discussion de la deuxième hypothèse	<b>137</b>
1-3 Discussion de la troisième hypothèse	<b>137</b>
2-Discussion générale	<b>138</b>
Conclusion générale	<b>140</b>
Recommandations	<b>143</b>
Conclusion générale	<b>146</b>
Terminologie des termes en préparation physique	<b>148</b>
Référence Bibliographiques	
Annexe	

<b>N°</b>	<b>SOMMAIRE DES TABLEAUX</b>	<b>PAGE</b>
<b>01</b>	Les principales sources de production d'énergie selon CAZORLA, 1990. p.95	<b>21</b>
<b>02</b>	Durée des efforts dans les différents métabolismes énergétiques	<b>29</b>
<b>03</b>	Les formes de récupération selon les durées des efforts (CAZORLA, 1990, P.167)	<b>31</b>
<b>04</b>	Relation de la fréquence cardiaque cible (1992 pp 139-140).	<b>36</b>
<b>05</b>	Caractéristiques de l'échantillon	<b>103</b>
<b>06</b>	Représentation des fondements scientifiques de test physique.	<b>111</b>
<b>07</b>	La population testée, date et lieu de réalisation des tests.	<b>111</b>
<b>08</b>	Résultats des analyses hématologiques des jeunes footballeurs algériens.	<b>114</b>
<b>09</b>	présentation des résultats de l'analyse des capacités aérobies des jeunes footballeurs algériens (compartiments défensif)	<b>116</b>
<b>10</b>	présentation des résultats de l'analyse des capacités aérobies des jeunes footballeurs algériens (compartiments milieu terrain)	<b>117</b>
<b>11</b>	présentation des résultats de l'analyses des capacités aérobies des jeunes footballeurs algériens (compartiments attaque)	<b>118</b>
<b>12</b>	Résultats des analyses de niveau de la consommation maximal d'oxygène (VO <sub>2</sub> max) des jeunes footballeurs algériens.	<b>119</b>
<b>13</b>	Résultats des analyses de l'indice de la masse grasseuse des jeunes footballeurs algériens U17 .	<b>124</b>
<b>14</b>	Résultats des analyses de l'indice de la masse musculaire des jeunes footballeurs algériens U17.	<b>126</b>
<b>15</b>	Résultats des analyses de l'indice de la masse osseuse des jeunes footballeurs algériens U17.	<b>128</b>
<b>16</b>	Résultats des analyses de masse corporelle (IMC) des jeunes footballeurs algériens U17 (défenseurs).	<b>129</b>
<b>17</b>	Résultats des analyses de masse corporelle (IMC) des jeunes footballeurs algériens U17 (milieu terrain).	<b>130</b>
<b>18</b>	Résultats des analyses de masse corporelle (IMC) des jeunes footballeurs algériens U17 (attaquants).	<b>131</b>
<b>19</b>	Résultats des analyses de masse corporelle (IMC) des jeunes footballeurs algériens U17.	<b>132</b>

N°	SOMMAIRE DES FIGURES	PAGE
01	Anatomie générale du cœur	58
02	valeurs caractéristiques du cœur	59
03	La localisation du cœur dans le thorax	59
04	enveloppe et paroi du cœur	60
05	vu droite du cœur (d'après <b>L. Delpech</b> )	61
06	vue droite de cœur (d'après <b>L. Delpech</b> )	62
07	vue antérieure du cœur (d'après <b>L. Delpech</b> )	63
08	vue postérieure du cœur (d'après <b>L. Delpech</b> )	64
09	anatomie des valves cardiaques	64
10	les nœuds du cœur	67
11	Schéma fonctionnel des Systèmes intervenant au mouvement	67
12	réseau coronaire cardiaque	69
13	Conduction de l'influx nerveux au sein du cœur.	69
14	l'activité globale du cœur humain.	69
15	Le cycle cardiaque	71
16	L'électrocardiogramme (ECG) montrant les trois ondes	73
17	distribution du volume d'éjection systolique	77
18	Circulation pulmonaire et circulation systémique	80
19	Endroits de palpation du pouls artériel dans le corps humain	82
20	L'appareil respiratoire	84
21	les voies respiratoires	85
22	La mécanique ventilatoire	86
23	L'indice de vo <sub>2</sub> max	92
24	Plis Bicipital	106
25	Plis Tricipital	106
26	Plis Sous Scapulaire	106
27	Plis Supra iliaque	107
28	test navette	108
29	les résultats des tests de la capacité aérobie chez les défenseurs	116
30	les résultats des tests de la capacité aérobie chez les milieux terrain	118
31	les résultats des tests de la capacité aérobie chez les attaquants	118
32	les résultats des tests de l'indice de la consommation maximal d'oxygène (VO <sub>2</sub> max) leurs les prés et post test	115
33	les résultats de l'indice de masse grasse (IMG)	125
34	les résultats de l'indice de la masse musculaire (IMM)	127
35	les résultats de l'indice de masse osseuse (IMO)	128
36	les résultats de l'indice de masse corporelle (IMC)	129
37	les résultats de l'indice de masse corporelle (IMC) chez les milieux terrain	130
38	les résultats de l'indice de masse corporelle (IMC) chez les attaquants	131
39	les résultats d'indice de masse corporelle (IMC)	132

# **DÉFINITION DE LA RECHERCHE**

## Introduction :

La science n'est pas étrangère à l'évolution et au développement du football bien que le football ait longtemps été considéré comme étant inapproprié pour des recherches scientifiques (Reilly, 1979). Ce n'est qu'en 1987, en marge du premier congrès mondial en sciences et football, qu'un premier lien entre la théorie et la pratique du football fut établie (Reilly et al, 1988). Depuis ce temps, il y a eu une systématisation de la science du sport pour servir de support aux équipes de football, en particulier celles qui évoluent au niveau professionnel et de l'élite. Maintenant que l'importance des travaux de recherche dans le domaine des sciences du sport appliquées au football est plus largement acceptée, de nombreuses études ont été entreprises afin d'identifier les facteurs déterminant la performance en football (Reilly et Gilbourne, 2003)

Cependant ; L'ensemble de ces actions ne doit pas être occasionnel mais doit, impérativement, surveiller régulièrement toute contre-performance et corriger toutes les perturbations provoquées par les charges de l'entraînement pendant les périodes de la préparation. Cette ligne de conduite doit s'inscrire dans une stratégie globale, aux fins de maintenir un meilleur rendement aux entraînements et d'assurer un équilibre biologique.

Les examens biologiques et physiologique occupent une place importante dans cette prise en charge médico-sportive .En France, le suivi biologique des sportifs a été institué en 1999 dans le cadre de la politique pour contribue à optimiser le rendement de l'athlète et à dépister précocement d'éventuels problèmes de santé. et de prévention du dopage.

Donc ; le contrôle et le suivi de l'évolution biologique et La prévention constitue dans la vie d'un athlète un élément clé de la réussite. Tout succès sportif doit obéir à plusieurs impératifs qui, réunis dans une action commune, doivent faire en sorte que le sport donne à l'athlète plus qu'il ne lui coûte que se soit sur l'aspect biologique ou structurel.

### 1-1-État de question :

Les exigences du sport de haut niveau impliquent un entraînement régulier. Les efforts physiques intenses, répétés et réguliers fournis pendant les entraînements et durant plusieurs années peuvent entraîner des perturbations métaboliques et structurelle. en effet, le sport de haut niveau est marqué par la répétition des séances d'entraînement suivies de courtes périodes de récupération, ce qui entraînerait une augmentation des dépenses énergétiques et un développement morphologique .cette augmentation favorise l'activation

des nouvelles voies métaboliques et, par conséquent, les variations des taux hormonaux et d'autres paramètres biochimiques et physiologiques (Eisenmann J. C et al ; 2007).

Compte tenu des nouvelles exigences du jeu, il ressort la nécessité d'une révision du processus de la préparation par la mise en place d'un système de détection et d'entraînement conçu sur de réels indicateurs permettant une meilleure formation sur la base d'un contrôle systématique des objectifs et contenus de préparation des jeunes sportifs et les adaptation fonctionnel et structurel qui est imposé .

De ce fait, les suivis des jeunes sportifs et permanents sont nécessaires pour déterminer, préserver ou améliorer l'état de performance des sportifs. La prise en charge sur le plan physiologique, morphologique, biomécanique, et nutritionnelle contribue à optimiser le rendement de l'athlète et à dépister précocement d'éventuels les habilités des sportifs. Elle nécessite l'intervention d'une équipe pluridisciplinaire qui peut aider l'entraîneur à optimiser son plan d'entraînement.

L'ensemble de ces actions ne doit pas être occasionnel mais doit, impérativement, surveiller régulièrement toute contre-performance et corriger toutes les perturbations provoquées par les charges de l'entraînement. Cette ligne de conduite doit s'inscrire dans une stratégie globale, aux fins de maintenir un meilleur rendement aux entraînements et d'assurer un équilibre biologique.

Du point de vue physiologique, le football est un sport à dominante aérobie (Chatard. JC, 1998). Le métabolisme aérobie est conditionné par la capacité d'adaptation des processus physiologiques chargés de capter et d'acheminer l'oxygène vers la machine utilisatrice qu'est le muscle squelettique ; le paramètre indicateur des potentialités en métabolisme aérobie est représenté par la consommation maximale d'oxygène (VO<sub>2</sub> max) sachant qu'un litre d'oxygène consommé correspond une libération d'environ 20 KJ ; l'importance de VO<sub>2</sub> max est étroitement liée à la masse musculaire mise en jeu , ce qui explique l'intérêt de rapporter la mesure de la consommation maximale d'oxygène au poids du sujet (Bloomfield J, Polman R et al. 2005 ) .

Au fil du temps, le football a subi une mutation fulgurante et représente une activité multifactorielle. En effet, la performance dépend des paramètres techniques, tactiques, physiques, physiologiques et psychologiques (Bangsbo, 1994). Pour accéder au plus haut niveau avec succès, une condition physique très bien développée est nécessaire (Stølen et al. 2005 ;

Castagna et al, 2010). Optimiser le potentiel physique des jeunes joueurs footballeurs est l'un des principaux objectifs des académies de football et des centres de formation. En effet, le jeune footballeur élite doit être prêt à effectuer et à supporter des charges élevées d'entraînement observées au niveau de l'élite.

L'évaluation de la composition corporelle et les paramètres anthropométriques sont d'un grand intérêt en physiologie, nutrition et morphologie. Elle sert d'indicateur indirect de l'équilibre énergétique de l'organisme. Elle représente également beaucoup d'importance pour les chercheurs scientifiques dans le domaine du sport et de l'éducation physique (Wilmore, 1983) et notamment en raison de l'existence entre cette composition et la performance.

Les adaptations physiologiques qui s'opèrent avec l'entraînement d'un footballeur professionnel sont divisées en adaptations centrales c'est-à-dire système de transport d'oxygène (cœur, poumons et sang) et des adaptations périphériques musculaires et la répartition des compositions corporelles. C'est ce qui permet le travail de longue durée au niveau énergétique et musculaire avec efficacité tout au long d'un match, et selon (Brikci, 1991) les caractéristiques physiologiques des athlètes justifient leur succès.

Le suivi hématologique des sportifs est une technique primordiale pour identifier les sujets victimes ou à risque d'anémie d'une part, et de connaître l'état de forme physique d'autre part, puisqu'il y a une corrélation positive entre le taux d'hémoglobine et la vitesse maximale aérobie, dans le même sens le contrôle de l'évolution du pourcentage de masse grasse donne des informations très importantes sur la performance des athlètes ; puisqu'il est associé à une condition physique et capacité physiologique réduite .

L'hémogramme est aussi appelé numération formule sanguine (NFS) ; Le premier terme est le plus approprié à l'analyse réalisée, car les deux versants quantitatifs et qualitatifs de l'étude sont inclus dans la terminologie « hémogramme ». En effet, l'hémogramme a pour but de quantifier (numération) et de qualifier (frottis sanguin érythrocytaire) les éléments figurés du sang ; et Pour les mesures quantitatives sur les globules rouges et leur contenu, la quantité de globules rouges présente dans un échantillon de sang peut être appréciée par trois mesures; celle du nombre de globules rouges, celle du taux d'hémoglobine et celle de l'hématocrite ce

dernier qui calculé en pourcentage, est le rapport du volume des globules rouges avec celui du plasma dans un échantillon sanguin (Wilson et al, 2010).

Aujourd'hui, Il est du reste bien acquis que la préparation physique des joueurs est une composante essentielle, fondamentale et importante dans la préparation d'une équipe de football. Cette préparation physique est un processus intégré et permanent, présent à tous les moments, à toutes les périodes de l'entraînement sportif. C'est dans cette logique qu'elle se définit comme: l'ensemble organisé et hiérarchisé des procédures d'entraînement qui visent au développement et à l'utilisation des qualités physiques du sportif » (Pradet, 1996). Les aspects physiques, techniques, tactiques et mentaux sont tous liés.

En effet si l'on considère une équipe qui dispute un championnat normal dans la catégorie cadette (U -17), sa préparation physique consiste en trois (03) phases :

La première est la préparation physique générale, la deuxième est la préparation physique spécifique, la troisième est la phase de pré-compétition ou période d'affutage.

La préparation physique générale (PPG) consiste d'abord en une remise en condition physique des joueurs après une phase de transition longue ou d'intersaison. Elle favorise le développement des capacités physiologiques de base.

Les études en physiologie de l'activité sportive montrent que les qualités physiques de l'organisme baissent quand il y'a absence d'entraînement ou quand celui-ci est d'une intensité insuffisante. Durant cette période le volume est beaucoup plus important que l'intensité (Scafoglieri A et all, 2011).

Les résultats d'une étude sur l'équipe nationale dames d'haltérophilie indiquent d'une part, que pendant les périodes précompétitives, le paramètre anthropométrique le plus influencé par l'entraînement haltérophile est le pourcentage de la matière grasse. D'autre part, ce type d'effort ne semble pas avoir des effets significatifs sur les paramètres sanguins.

Certains travaux ont examiné et déterminer les profils hématologiques, biochimiques et hormonaux d'un groupe de footballeurs jouant dans le championnat d'élite professionnel Camerounais de la Ligue MTN Elite One ; Les résultats des paramètres hématologiques ont montré des diminutions significatives de la concentration en hémoglobine et en hématocrite ( $p < 0,05$ ) pendant les mois de compétition. Les analyses

biochimiques ont montré une diminution significative ( $p < 0,05$ ) du magnésium et du potassium pendant les mois de compétition. (Ama Moor et al ,2012)

(Weineck, 1996) a conclu que les paramètres hématologiques s'adaptent et changent avec les efforts de longue durée (de type endurance).

Donc ; La préparation physique est structurée de façon à induire des modifications spécifiques physiologiques, morphologiques et biochimiques pendant trois mois (3mois) dont le but est d'améliorer une performance sportive spécifique.

### **1-2-La Problématique de l'étude :**

Dans notre pays est à nous clubs sportifs le suivi physiologique et de la composition corporelle des sportifs est rare voire inexistant d'où l'intérêt de notre travail durant la première période préparatoire ou période de reprise -avant saison- cette période est très important pour préparer la saison à venir puisque, lorsque le corps arrête de s'entraîner, il se régénère ! Malheureusement, il perd aussi ses acquis physiologiques et certains paramètres anthropométriques comme le pourcentage de graisse corporel; surtout dans notre championnat une période de rupture généralement dépasse 7 semaines.

Donc ; C'est la période de préparation certainement la plus intéressante pour le préparateur physique à notre avis il doit être progressive et va permettre de remettre tout le groupe à niveau par un entraînement commun puis individualisé ; Le travail doit être au cœur de la préparation car tous les entraînements qui suivent dans la saison s'appuient sur la solidité des adaptations de ce socle que ce soit les capacités physiologiques ou les répartitions de la composition corporelle. C'est pour cela nous pensent que le suivi de l'évolution de ces paramètres biologiques et physiologiques nous permettra de bien comprendre les effets de la préparation de début de saison sur ces variable qui présentent la base de la performance de cette discipline sportive.

Donc ; La présente étude vise à apporter un éclairage aux les questions suivantes :

### **A-La question principale :**

Un programme d'entraînement durant la première période préparatoire influence-t-il les différents paramètres sanguins, variables physiologiques et les paramètres anthropométriques des joueurs d'une équipe professionnelle de football âgés de moins de 17 ans ? De quelle signification ?

**B-Les questions secondaires :**

- 1- Est-ce que un programme d'entraînement durant la première période préparatoire influence-t-il les différents paramètres sanguins des joueurs d'une équipe professionnelle de football âgé de moins de 17 ans ?
- 2- Est-ce que un programme d'entraînement durant la première période préparatoire influence-t-il les différents paramètres physiologiques aérobies des joueurs d'une équipe professionnelle de football âgé de moins de 17 ans ?
- 3- Est-ce que un programme d'entraînement durant la première période préparatoire influence-t-il les différents paramètres anthropométriques des joueurs d'une équipe professionnelle de football âgé de moins de 17 ans ?

**1-3-Objectif de l'étude :**

L'objectif de notre démarche est l'évaluation de l'état de forme des jeunes footballeurs après une longue rupture de non entraînement ; l'étude et la quantification de l'influence d'un programme d'entraînement durant la première période de la préparation sur les paramètres physiologiques, sanguins et les paramètres anthropométriques d'une équipe professionnelle de football Algériennes âgé de moins de 17 ans et la détermination du niveau d'adaptation de l'organisme de l'athlète .

**1-4-Hypothèses de l'étude :**

**A-L'hypothèse principale :** Une hypothèse émise que le programme d'entraînement durant la première période de la préparation influe significativement les paramètres physiologiques, sanguins et les paramètres anthropométriques des jeunes footballeurs Algériennes âgé de moins de 17 ans.

**B-Les hypothèses secondaires :**

- 1- Oui, un programme d'entraînement durant la première période préparatoire à un impact significatif et positif sur les différents paramètres physiologiques aérobies des joueurs d'une équipe professionnelle de football âgé de moins de 17 ans.
- 2- Oui, un programme d'entraînement durant la première période préparatoire à un impact significatif et positif sur les différents paramètres sanguins des joueurs d'une équipe professionnelle de football âgé de moins de 17 ans.

3- Oui, un programme d'entraînement durant la première période préparatoire à un impact significatif sur les différents paramètres anthropométriques des joueurs d'une équipe professionnelle de football âgé de moins de 17 ans.

**Mots clé :**

- l'exercice physique
- paramètres physiologiques.
- paramètres sanguins.
- paramètres anthropométriques.
- Les jeunes footballeurs.

**1-5-Les études similaires :**

- **Etude de Cazorla.G et Farhi.A (1998)**

**Thème :** football : exigences physiques et physiologiques actuelles.

**Objectifs :** établir un profil des capacités physiques et physiologiques des joueurs professionnels selon les postes de jeu .

**Échantillon :** 26 joueurs professionnels du championnat français.

**Moyens :**

**Mesures anthropométriques :** taille, circonférences de cuisse et mollet, la masse corporelle, pourcentage de la masse grasseuse.

Tests de la capacité physique : vitesse de démarrage 10m, 20m, vitesse sur 60m, le lancé type « touche », détente verticale (Abalkov)

Tests de la capacité physiologique: capacité aérobie avec test de l'université Bordeaux, la lactatémie, fréquence cardiaque, VMA, VO2max.

Techniques statistiques : Moyenne arithmétique, écart-type, Min, Max.

**Conclusion :** il est possible d'établir un profil des exigences et un portrait robot du joueur de haut niveau d'une manière générale une bonne vitesse de déplacement et d'exécution de techniques efficaces, une bonne puissance musculaire mais surtout une bonne aptitude à récupérer entre deux actions intenses, une bonne capacité aérobie et aussi nécessaire pour soutenir un match de 90 mn surtout par les milieux de terrain et les arrières latéraux.

**Perspectives :** le joueur devra être capable de renouveler des actions hautement technique dans des durées et des espaces les plus réduits ce qui à l'évidence devrait entraîner une profonde évolution voire une redéfinition non seulement de sa préparation physique mais aussi, en amont, de sa formation et des contenus de ses apprentissages techniques.

- **Etude de Chibane.S 2010** : Thèse de doctorat

Thème: « Les dimensions corporelles en tant que critère de sélection des jeunes footballeurs algériens de 15-16 ans (U-17) »

**Objectif** : L'objectif de cette étude est de déterminer le profil morphologique des jeunes joueurs algériens selon leurs régions d'activité et selon leurs postes de jeu, et de situer les footballeurs algériens U17 par rapport aux joueurs de la même tranche d'âge appartenant à l'élite mondiale.

**Problématique** :

- Les jeunes footballeurs algériens selon leurs appartenances géographiques présentent-ils une morphologie différente par rapport à l'équipe nationale ?
- Selon les postes de jeu occupés, les jeunes footballeurs algériens ont-ils les caractères morphologiques distinguant les joueurs de football à chaque poste de jeu ?
- Comparés à l'élite mondiale de même catégorie d'âge, les jeunes joueurs algériens présentent-ils des différences pour les indices du développement physique ?

**Hypothèses** :

- De grandes différences morphologiques existent entre les jeunes joueurs algériens selon leurs régions d'activité par rapport à l'équipe nationale.
- Par poste de jeu, les jeunes joueurs algériens tendent vers un développement morphologique plus ou moins parallèle aux exigences et aux différents compartiments de jeu.
- Le développement physique des jeunes joueurs algériens diffère de celui de l'élite mondiale.

Échantillon : 146 joueurs dont l'âge varie entre 15 et 16ans dont 25 joueurs de l'équipe nationale, 27 joueurs du centre, 37 de l'EST, 18 joueurs de la sélection de l'ouest et 39 joueurs du sud.

**Moyens** :

- Méthode des mesures anthropométriques (Monaco 1912)
- Méthode d'exploitation statistique.

**Conclusions** :

- Hormis la sélection est qui tend vers un développement morphologique proche de celui de l'équipe nationale, les différences entre cette dernière et les autres sélections sont très significatives dans de nombreux paramètres.
- Malgré ces différences les jeunes joueurs tendent vers un développement morphologique conforme à celui des résultats obtenus

dans des recherches visant à mettre en évidence les particularités morphologiques des footballeurs aux différents postes de jeu.

- Une grande faiblesse enregistrée conformément à la comparaison des indices du développement physique de nos jeunes joueurs avec ceux des mondialistes de même catégorie d'âge.

**Recommandations :**

Le chercheur a espéré à travers d'autres études en perspective s'inscrire dans le prolongement et l'approfondissement de ce travail discerner avec plus de clairvoyance le problème du jeune footballeur algérien en traitant un plus grand nombre de variables qui font défaut au déroulement et à la continuité de son processus de formation.

- **Étude de M. Chlifa et al ; 2010 :** Suivi physique et physiologique de footballeurs semi-professionnels : vers un entraînement individualisé par poste.

**Objectif :** La détermination du profil physique et physiologique de footballeurs semi-professionnels puis l'étude de l'impact d'un entraînement individualisé en endurance et en force sur les paramètres physiques et physiologiques.

- **Étude de Boukabouya.M (2010):** Thèse de doctorat

**Thème :** Évaluation et détermination d'une batterie de test technique pour les jeunes footballeurs algériens de (12-14ans)

**Problématique :**

Comment inciter les entraîneurs à remplacer une évaluation implicite par une évaluation plus explicite qui définit des critères observables?

**Hypothèses :**

La façon d'évaluer les jeunes joueurs de football est étroitement liée aux conceptions de l'entraîneur ou le sélectionneur, et l'évaluation des jeunes joueurs soulèvent de nombreuses difficultés aux entraîneurs, et ces derniers n'évaluent pas tous la même chose chez les jeunes footballeurs puisqu'il n'existe pas d'un corpus d'outils d'évaluation.

**Objectifs :** Elaboration des outils d'évaluation les mieux adopter aux différentes étapes susceptibles, d'accompagner l'entraîneur depuis une observation psychomotrice multiforme vers une batterie de test technique.

**Méthode:** expérimentale.

**Échantillon :** Pour la réalisation des objectifs de cette recherche, le chercheur a pris un échantillon de 1200 joueurs des U-12, U-13, U-14.

**Moyens** : Les tests techniques de tir au but, tir au mur et le slalom pour les U-12, tir de précision, test amorti et maîtrise et le jonglage pour les U-13, et une fiche d'observation pour les U-14.

- **Les techniques statistiques** : moyenne, moyenne harmonique, moyenne géométrique, l'écartype, matrice de corrélation, test de F, coefficient de variation, le mode, la médiane.

**Conclusion**: Après l'analyse des résultats, le chercheur est très satisfait des outils proposés pour l'évaluation des jeunes joueurs algériens (12-14ans) sur le plan technique divisé en cinq niveau.

- **Étude de Ghoul Adda (2011)**

**Thème** : l'impact de la préparation physique intégrée sur le niveau de performance chez les jeunes footballeurs (U17).

**Conclusion** : la marge de progression de groupe expérimental était nettement significative en comparaison avec le groupe témoin ; et que l'impact de ce concept s'est avéré positif dans l'approche de la préparation physique des jeunes footballeurs U17, nous recommandons.

**Étude Touami Ali, 2011** ; Étude de l'effet de la charge intensive sur les paramètres sanguins et le profil lipidique des athlètes de l'équipe nationale dames d'haltérophilie,

**Échantillon** : Douze (12) athlètes de l'équipe nationale dames d'haltérophilie ont volontairement pris part à notre expérimentation, au cours de laquelle ces athlètes se préparaient à participer au championnat d'Afrique de la saison 2011.

Les paramètres mesurés sont la taille debout, les plis cutanés, le nombre des globules rouges, le nombre des globules blancs, le taux d'Hémoglobine, le taux de fer, le cholestérol total, le cholestérol LDL (low density lipoprotein), le cholestérol HDL (High density lipoprotein), le cholestérol VLDL (very low density lipoprotein) et les triglycérides.

**Résumé** : Cette étude fait ressortir les conclusions suivantes : Pendant les périodes précompétitives, le paramètre anthropométrique le plus influencé par l'entraînement haltérophile est le pourcentage de la matière grasse .Le type d'effort haltérophilie ne semble pas avoir des effets significatifs sur les paramètres sanguins (hémoglobine, globules rouges et globules blancs).

- **Etude de M. Triki, H et al ; 2011**; Comparative study of body composition and anaerobic performance between football and judo groups .

**Objectif :** Comparer l'impact de la pratique du football et du judo sur la composition corporelle et les performances anaérobies chez des garçons pré-pubères.

- **Etude de Vigne Grégory (2011) :** Thèse de doctorat

**Thème :** « Détermination et variation du profil physique du footballeur de très haut niveau référence spéciale aux performances athlétiques selon les différents postes de jeu orientant sur la validation d'un test d'agilité »

**Objectifs :**

- Aborder le ratio entre le temps de travail et le temps de récupération réalisé en match de très haut niveau dans le championnat de 1<sup>ère</sup> division italienne au cours de la saison 2004/2005.
- Analyser l'évolution du profil d'effort et la possession collective de footballeurs de très haut niveau au cours de 3 saisons consécutives avec un effectif et un staff technique stable.
- Créer et analyser un test d'agilité spécifique à l'activité football.

**Méthode :** Expérimentale

**Échantillon :** une équipe de football de l'élite Italienne de la saison 2004/2005 dont 9 défenseurs, 11 milieux, et 5 attaquants.

**Moyens de recherche :**

- système d'analyse vidéo SICS.
- Test physique de coconi.
- Technique statistique (analyse de variance à un seul facteur, test post hoc de Bonferroni à l'aide du logiciel SPSS version 11.0)

**Conclusion :** Les résultats de cette étude montre que :

- Le poste de jeu à une influence significative sur le temps de jeu.
- La mi-temps avait une influence significative sur la distance totale parcourue, la distance parcourue en seconde mi-temps est significativement plus faible que la distance totale parcourue en première mi-temps.
- Dans 90% des cas, le profil d'effort intermittent était donc de 2.2/18 sec ce qui correspond à un ratio travail/rec. de 1/8.
- L'évolution du profil d'effort en fonction des postes et en fonction de la saison ne montre pas d'évolution significative entre les 3 saisons que ce soit chez les défenseurs, les milieux et les attaquants.
- Le test proposé (Agilfoot) semble constituer un outil accessible et efficace pour évaluer l'agilité tout en répondant aux contraintes matérielles et organisationnelles des entraîneurs sur le terrain.

**Recommandation :**

Le chercheur a pensé des résultats permettant de discriminer les joueurs seniors évoluant à différents niveaux nationaux, mais également avoir les valeurs référence au très haut niveau.

Le test est en cours dans d'autre club afin d'augmenter le nombre de sujets et ainsi d'observer l'évolution des tendances mises en avant dans cette étude et peut être de les confirmer.

Une autre étude permet de proposer un test d'agilité avec ballon pour évaluer l'agilité spécifique du footballeur.

- **Etude de Dahoune.O (2013)**

**Thème :** Conception d'un programme informatique pour évaluer les éléments de la condition physique liés à la santé.

**Objectifs :**

- Concevoir un programme informatique pour évaluer les éléments de la condition physique liés à la santé.
- Détermination des niveaux grâce à l'application du programme proposé.

**Méthode :** descriptive

**Échantillon :** 1013 élèves (garçons) de l'enseignement secondaire.

**Moyens :** Batterie de test (Fitnessgram) de l'institut de Cooper de recherche, questionnaire. Programme visual basic, Auto play média studio, Bigassoft total video.

**Techniques statistique :** (moyenne arithmétique, l'écartype, F de Fisher, valeur constante, pourcentage, coefficient d'asymétrie).

**Conclusion :** Une diminution du niveau de la condition physique liée à la santé chez la population de la recherche.

Efficacité du logiciel proposé dans l'évaluation d'un grand nombre des élèves avec une rapidité et une précision extrême.

**Recommandation :**

L'utilisation du logiciel proposé pour l'évaluation du niveau des éléments de la condition physique liés à la santé chez les élèves secondaires. Concrétisation de recherches basées sur la conception des programmes informatiques en éducation physique et sportive chez différentes population.

- **Étude Mohamed Ali Hammami 2013**, Thèse doctorat : effet de l'entraînement sur l'anthropométrie, les performances physiques et les réponses des axes somatotrope et cortico-onadotrope chez l'adolescent footballeur de haut niveau.

- **Etude de Derbal.F (2014)** : thèse de doctorat

**Thème** : Les mensurations de la structure et de la composition corporelle en rapport avec les paramètres physiques et fonctionnelles des juniors de football selon les compartiments de jeu.

**Problématiques** :

1. Est-ce qu'il y a une relation entre les aspects structurels et l'aspect fonctionnelle et les capacités physiques des footballeurs selon les compartiments de jeu ?
2. Est-ce que l'âge chronologique et les compartiments de jeu influent sur la différenciation des valeurs de la structure et de la composition corporelle et sur les paramètres physico-fonctionnels des footballeurs ?
3. Quelles sont les principaux facteurs d'extraction et caractériser chaque compartiments de jeu ?
4. Est-ce que la détermination des discrétions (prévisions) anthropométriques et des indices relatives outiller dans l'étude de la croissance et dans le développement de la spécialité à travers du contrôle du processus d'entraînement scientifique ?

**Hypothèses** : l'étudiant chercheur a supposé :

1. Il y a des corrélations positives et négatives moyen et faible entre l'aspect fonctionnel et physique,
2. l'existence des différences significatives entre l'âge chronologique et entre les compartiments de jeu,
3. la structure factorielle des mesures blottir sur un ensemble des facteurs hypothétiques attendu que les facteurs extraient peut présenter avec un ensemble des tests et mesures,
4. l'obtention des discrétions anthropométriques et des indices relatives a un rôle dans la surveillance dans l'entraînement scientifique.

**Objectifs**: mettre en relief les corrélations, les différences ainsi que les similitudes qui existe au niveau de certains paramètres anthropométriques, physiques et fonctionnels des joueurs et de déterminer la structure factorielle qui présente une description des besoins de compartiment de jeu ainsi que de planifier le profilage pour évaluer la croissance.

**Population** : 225 joueurs représentent trois compartiments de jeu et trois âges Chronologiques (17-18-19 ans), (CRT, ASMO, USMBA, SAM, ESM).

**Méthode** : la méthode descriptive.

**Moyens :**

- 1-Les mesures anthropométriques (poids, taille, périmètres du corps, diamètres du corps, plis cutané, les indices relatives.
- 2-Les tests mesurant la capacité fonctionnelle (Vo<sub>2</sub>max et VMA, tension systolique et diastolique, la fréquence cardiaque au repos et test de récupération de Ruffier).
- 3-Tests mesurant la capacité physique (test de Brikci, vitesse 30m, la force explosive des membres inférieur avec test de saut en longueur).
- 4-Techniques statistiques : Moyenne, écart type, erreur type, coefficient d'asymétrie et de corrélation, analyse de variance, analyse factorielle.

**Conclusions :**

- Le chercheur a conclu que le somatotype de l'ensemble des joueurs est mesoectomorphe.
- Le chercheur a trouvé des corrélations positives et négatives significatives et non significatives entre les paramètres anthropométriques, physiques et fonctionnels des footballeurs selon les compartiments de jeu. Comme il a trouvé des différences significatives et non significatives entre les catégories d'âge (17-18-19ans) et les compartiments de jeu.
- Il y'a un impact claire de la croissance physique et l'âge chronologique sur quelques mesures morphologiques et fonctionnelles.
- L'évaluation de la croissance physique à travers le profil morphologique et physiologique aider le chercheur à préciser l'efficacité de l'entraînement sportif après la détection des points forts et faibles.

**Recommandations:**

Le chercheur a recommandé de développer les aspects physiques qui correspond la structure corporelle, de faire des comparaisons concernant le profil morphologique et physiologique des footballeurs selon les compartiments de jeu et selon l'âge chronologique sur des joueurs de haut niveau, et enfin il a préconisé les futurs chercheur de faire des études longitudinales et transversales pour le suivi de l'opération de la croissance et du développement.

**Commentaire sur les études similaires :**

A partir de ces études, l'étudiant chercheur a la possibilité et l'avantage d'analyser ces études dans le but de dégager les procédures et les démarches d'application et les moyens et les outils nécessaires de ce genre de recherche, cette analyse qui se base généralement sur l'objectif,

la méthode utilisée, l'échantillon, les moyens mis en œuvre, l'analyse statistique et les résultats de l'étude .

**1-6-Critique des études similaires :**

Après la consultation des études en relation avec notre sujet de recherche, nous avons conclu qu'il n'existe pas des études qui se sont intéressées à étudier l'impact de la première phase préparatoire après la trêve estival sur les composant de la performance sportif chez les jeunes footballeurs U17 et sur tout la contraction entre l'aspect physiologique , hématologique et de la composition corporelle ; notre recherche se différencie des études précédentes dans la problématique et les procédures du suivi .

**LA PREMIÈRE  
PARTIE ANALYSE  
DE LA LITTÉRATURE**

# **LE PREMIER CHAPITRE**

**Les bases biologiques de la préparation physique et l'entraînement sportif:**

- 1- Le métabolisme cellulaire**
- 2- Les Fondements de l'entraînement sportif**
- 3- Les Fondements de la planification sportive**

## **Généralités et définitions :**

"La biologie du sport et son prolongement direct, la préparation biologique, ne constituent pas plus une panacée. Elle ne remplace pas l'entraînement, mais au contraire l'optimise dans la mesure où elle contribue à le rendre payant au niveau de la performance, en évacuant l'empirisme des stades" (Garnier Et Rouillon, 1991) Cette définition nous amène à décrire et expliquer certains concepts :

### **1-Le métabolisme cellulaire :**

Lors d'un travail intensif, qui demande une grande quantité d'énergie par unité de temps, la cellule musculaire utilise la voie anaérobie. Les dépôts de créatine phosphate sont rapidement épuisés et l'accumulation du lactate consécutive à la glycolyse anaérobie bloque le métabolisme intracellulaire. La cellule musculaire essaie autant que possible d'utiliser la voie aérobie (phosphorylation oxydative) dans la mesure où les fibres musculaires soient suffisamment alimentées en oxygène. Lors du passage de l'état de repos à l'effort, l'apport de l'oxygène dans la musculature est insuffisant car, au repos, près de 90% des vaisseaux capillaires sont fermés ; le sang circule principalement dans les autres organes (HEGNER, 1990).

L'effort physique conduit entre autre à une activation du système cardio-pulmonaire, à une augmentation du transport d'oxygène et à une ouverture (vasodilatation) des capillaires de la musculature qui travaille. Si l'intensité de l'effort est plus grande et malgré une irrigation sanguine maximale, l'apport en oxygène ne suffit pas à couvrir les besoins, les cellules musculaires sont alors obligées d'utiliser la voie aérobie et, ainsi, de dégrader le glucose d'abord en pyruvate puis en lactate. Ces deux substances ont un effet toxique sur les fibres musculaires, même en petites concentrations. Le lactate a cependant l'avantage de pouvoir sortir de la cellule. Il peut être transporté par le sang et utilisé comme source d'énergie par le muscle cardiaque. La circulation sanguine en transporte également une partie dans le foie, qui le retransforme en glucose. Ainsi, le lactate peut être éliminé et il disparaît de l'organisme. " Plus un athlète est entraîné, plus grande est la vitesse à laquelle il peut éliminer le lactate et, ainsi retarder le moment où sa concentration augmente dans le sang" (Hegner, 1990).

### **1-1-La puissance aérobie :**

C'est une mesure de la performance qu'un homme peut produire en n'utilisant que la voie aérobie. Elle s'exprime en Joules/Seconde = WATT, et détermine

à quelle vitesse nous pouvons courir, sans acidifier le sang par une augmentation du lactate.

### **1-2-La capacité aérobie :**

Dépend de la quantité (volume) de réserves énergétiques cellulaires et permet à l'athlète de supporter un effort de longue durée. Elle s'exprime en joules et est améliorée par des efforts de très longues durées, qui conduisent à un épuisement des réserves énergétiques cellulaires.

#### **A-Le seuil aérobie :**

Il constitue la limite d'intensité jusqu'à laquelle le métabolisme reste purement aérobie, les valeurs de lactate au seuil aérobie se situent à environ  $2 \text{ mmol.l}^{-1}$ . Si l'on augmente encore l'intensité de l'effort, l'énergie nécessaire doit être partiellement fournie par la glycolyse anaérobie.

#### **B-Le seuil anaérobie :**

Le seuil anaérobie se situe au niveau d'intensité où la quantité de lactate diffusée hors de la cellule et sa vitesse d'élimination sont encore tout juste en équilibre (Hollmann, Hetinger, 1976). Le taux de lactate à un seuil anaérobie est de  $4 \text{ mmol.l}^{-1}$ .

En pratique, pour l'entraînement et pour la recherche en biologie du sport, cette définition stricte du seuil anaérobie ne suffit pas ; qu'il faut le déterminer d'une manière individuelle soit :

- Par la mesure des taux de lactate sanguin (test invasif) lors d'un effort d'intensité croissante, par paliers;
- Ou par l'enregistrement de la fréquence cardiaque lors d'un effort de même type, par paliers, plus courts et plus nombreux (test de CONCONI, 1982) test par intervalles ou sur cycloergomètre).

### **1-3-La puissance Anaérobie :**

Elle mesure l'intensité de l'effort qu'un athlète peut produire en utilisant la voie métabolique anaérobie, Elle s'exprime en joules/seconde = WATT.

### **1-4-La capacité Anaérobie :**

C'est la mesure du volume du travail qui peut être fourni par la voie métabolique anaérobie. Elle dépend de la quantité des réserves de glycogènes et elle est limitée par la tolérance de l'athlète au lactate. Selon l'état d'entraînement, des valeurs de lactate de plus de  $20 \text{ mmol.l}^{-1}$  peuvent être atteintes et tolérées. Cependant, des  $6$  à  $8 \text{ mmol.l}^{-1}$  les qualités de coordination, ainsi que les facultés techniques et tactiques commencent à être perturbées (Liesen, 1986). Un entraînement qui comprend des efforts conduisant à des taux de lactate de plus de  $10$  à  $14 \text{ mmol.l}^{-1}$  influence négativement la

faculté de performance aérobie. Après un entraînement "d'endurance vitesse" qui peut amener à des concentrations de lactate de plus de 15 mmol.l-1 (jusqu'à 24), l'aptitude à apprendre des mouvements complexes peut être perturbée pendant 48 heures (Liesen, 1986) cité par (Hegner, 1990). Au vu de ces phénomènes concomitants négatifs, causés par les hautes concentrations en lactate l'entraînement de la capacité anaérobie doit être planifié très prudemment.

### **3-Les filières de l'énergie musculaire :**

#### **3-1-La filière anaérobie alactique :**

Cette filière entre en jeu immédiatement dès l'arrivée de l'influx nerveux grâce à l'A.T.P et la phosphocréatine (PC). Les réactions n'ont pas besoin d'oxygène. Cette filière très peu importante quantitativement est capitale car elle existe toujours, et que le stock d'A.T.P est minuscule par rapport aux besoins. Le capital d'A.T.P. (cas de la marche à pied à 6 Km /heure) ne permet à l'organisme que d'effectuer la marche pendant 12 secondes, tandis que la P.C le permet pour une durée de 45 secondes. Cette filière intéresse les activités sportives qui utilisent pleinement ces sources énergétiques à savoir :

- Sports de force : Haltérophilie, Lancer, Saut.
- Sports dynamique brefs : 100 M (Craplet, 1986)

#### **3-2 -La filière anaérobie lactique :**

Cette filière fonctionne en absence d'oxygène soit au début de l'exercice quand l'apport d'oxygène n'a pas encore eu le temps de se manifester ; soit dans un exercice lorsque l'augmentation d'apport d'oxygène est insuffisant. L'efficacité de cette filière ne situe entre la 30<sup>ème</sup> et la 120<sup>ème</sup> seconde pour disparaître vers la 180<sup>ème</sup> seconde. Son facteur limitant est la concentration intracellulaire de l'acide lactique. Elle intéresse les sports où l'exercice musculaire dur de 30 secondes à 3 minutes (Gymnastique- 400 m et 800m Natation (Craplet, 1986). D'autres auteurs comme (Cazorla 1990), mettent en évidence les différentes sources de production d'énergie et leurs caractéristiques et ce pour chaque métabolisme énergétique :

**Tableau N°01** : Les principales sources de production d'énergie selon CAZORLA, 1990, p.95

Métabolismes Caractéristiques	Anaérobie Alactique	Anaérobie Lactique	Aérobie
Substrats utilisés	ATP + créatinephosphate	Glycogène glucose	Lipides, lucides,protides
Délai d'intervention prépondérante	nul	20 à 30 secondes	2 à 4 minutes
Puissance ou débit	Très élevée	élevée 200	Dépend de VO2
Puissance ou débit maximal d'énergie	Très élevée 400 à 750 KJ/min (*)	élevée 200 à 500 kJ/min (*)	Dépend de VO2max, 60 à 120Kj/min (*)
Durée limite du maintien de la puissance	7 à 10 secondes (*)	30 à 50 secondes (*)	3 à 15 minutes (*)
Capacité ou quantité totale d'énergie disponible	Très faible 30 à 50 kJ (*) (1)	Faible 95 à 120 kJ (*) (1)	Très élevée dépend du % de VO2 max utilisé*
Durée limite du maintien de la capacité	20 à 30 secondes	20 secondes à 2 minutes	Théoriquement illimité, dépend du % du VO2 max utilisé
Lieu de production dans la cellule	Cytoplasme cellulaire au niveau des filaments d'actine et de myosine	Cytoplasme cellulaire extra mitochondrial	Mitochondries
Produit final du catabolisme	ADP, AMP, créatine	Acide lactique	Eau + gaz carbonique
Facteurs limitants	Epuisement des réserves	Acide lactique. Baisse du PH	VO2 max et Epuisement du glycogène/ thermolyse
Durée de la récupération après sollicitation max	Reconstitution des réserves ATP – CP	Elimination du lactate 2 min – 1heure	Reconstitution du glycogène 24 heures

\* Dépend des caractéristiques individuelles et du niveau d'entraînement.

(1) Les valeurs les plus élevées sont celles d'athlètes hautement spécialisés .

### 3-3 La filière aérobie :

Lorsque l'oxygène est abondamment fourni à la fibre musculaire, la production d'ATP a deux sources (glucose et acides gras) d'importance variable avec l'intensité et la durée de l'exercice grâce à l'intermédiaire des transporteurs d'hydrogène. L'ensemble des réactions aérobies des glucides et des lipides dépend de l'apport abondant d'oxygène, le temps pour atteindre leur fonctionnement maximum varie :

- De 4 minutes chez le sédentaire,

- A 1 minute chez le sportif entraîné Cette filière intervient massivement dans l'exercice qui dure de 3 à 9 minutes, et presque seule dans les exercices de plus de 10 minutes (CRAPLET, 1986)

#### **4-Les effets physiologiques d'effort physique**

##### **4-1- Aspects cardio-vasculaires :**

Le débit cardiaque est le produit du volume d'éjection systolique par la fréquence cardiaque ( $DC = Ves \times FC$ ). Au repos il est de 3600 ml (60x60) soit 4 litres. Par contre dans un exercice d'intensité maximal, le débit cardiaque peut atteindre jusqu'à 32 litres soit  $180 \times 180 = 32400$  ml (CRAPLET, 1986). En ce qui concerne la consommation d'oxygène, celle ci, selon le même auteur peut atteindre jusqu'à 4500 ml. Quant au débit cardiaque s'il est de 5 litres par minute, il atteint 25 litres pour un exercice intense.

##### **4-2- Les effets de l'effort sub-maximal.**

Il se produit un accroissement de la puissance du métabolisme aérobie grâce à l'élévation du taux de myoglobine, du nombre des mitochondries et des systèmes enzymatiques.

L'extraction de l'oxygène apporté par le sang artériel entraine une moindre élévation du débit sanguin pour la même consommation d'oxygène dans un même exercice. De même qu'il en résulte une moindre consommation d'oxygène par le myocarde (Craplet, 1986)

##### **4-3-Les effets de l'effort maximal.**

Les principales modifications fonctionnelles et biochimiques qui résultent d'un effort maximal concernent :

- ❖ L'élévation du débit cardiaque maximum.
- ❖ Meilleure extraction de l'oxygène au niveau du muscle avec pour conséquence :
  - Une amélioration du métabolisme aérobie,
  - Une meilleure utilisation musculaire d'une quantité donnée d'oxygène fournie par le poumon ;
  - Une augmentation du catabolisme des acides gras et diminution du catabolisme du glycogène se traduisant par une baisse du coefficient respiratoire ;
  - L'augmentation du catabolisme des acides gras implique l'amélioration des conditions d'aérobiose par l'augmentation du débit sanguin et de la concentration des enzymes du catabolisme des acides gras (Craplet, 1986).

#### **4-4 -Biologie de l'eau au cours du travail intense :**

Lorsque le travail est intense, de courte durée ou moyenne :

- Le poumon est en polypnée pour satisfaire les besoins d'oxygène, ce qui entraîne également une déperdition de vapeur d'eau dans l'air expiré;
- Le métabolisme des glucides et lipides produit de l'eau endogène mais en quantité insuffisante pour rétablir l'équilibre;
- L'organisme perturbé amène le sportif à boire.

Lorsque le travail est intense et de longue durée et si l'exercice physique est violent, prolongé, effectué par temps chaud, le phénomène de sudation devient plus important entraînant une perte notable de sodium. élément important du point de vue de sa concentration quantitative en ions, le sodium possède l'un des principaux rôles "d'agir par sa pression osmotique réglant les échanges d'eau entre le liquide extra cellulaire et le liquide intracellulaire" (CRAPLET, 1986). La compensation se traduit par un apport en eau mais aussi par l'absorption de sodium (sel).

#### **5-Objectifs de l'entraînement des différents processus énergétiques :**

Les objectifs recherchés dans l'entraînement des différents processus énergétiques sont pour :

##### **5-1 L'anaérobie alactique :**

- Une augmentation du taux d'ATP et de l'activité enzymatique par des efforts brefs et maximum afin d'améliorer la puissance ;
- Une augmentation du taux de phosphocréatine (P.C) pour améliorer la capacité.

##### **5-2 L'anaérobie lactique :**

- Une amélioration du système enzymatique de la glycolyse anaérobie afin d'habituer le muscle à travailler avec un taux de lactate de plus en plus important en faisant intervenir les muscles spécifiques à l'activité, ceci dans le but d'améliorer la puissance.
- Une augmentation du taux de glycogène afin d'améliorer la capacité aérobie.
- Une augmentation du débit cardiaque et des systèmes enzymatiques oxydatifs développe la puissance aérobie. Quant à la capacité elle est recherchée par une augmentation du volume d'éjection systolique et du taux de glycogène.

## **6-Les Fondements de l'entraînement sportif :**

### **6-1 Définitions de la notion d'entraînement :**

Martin (1971), définit l'entraînement comme étant un processus qui produit une modification d'état physique, moteur, cognitif et affectif. Du point de vue de la physiologie de l'effort, l'entraînement est en terme général un processus permanent d'adaptation à la charge de travail, (Yakovlev, 1972, cité par Weineck, 1990, Morehouse Et Miller 1974) définissent l'entraînement comme la répétition fréquente d'un exercice dans le but d'améliorer puissance ou endurance. Il vise l'amélioration des possibilités physiques en général, plutôt que l'exécution d'un acte en particulier.

Selon (Astrand Et Rodahl 1980) l'entraînement physique implique l'exposition de l'organisme à une charge de travail, d'intensité, de durée et de fréquences suffisantes pour déterminer un effet mesurable c'est à dire une amélioration des fonctions soumises à l'entraînement. Il est associé à un certain nombre de processus cataboliques, tels que la dégradation des stocks de substrats énergétique suivie par une intensification des processus anabolique entraînant une augmentation de la production des molécules utilisées lors du travail. Si nous nous référons à la définition de (Matveev 1980) l'entraînement sportif est le moyen de concrétisation privilégié dans le cadre le plus ample de la formation sportive : il constitue la formation physique, qui se fait au moyen d'exercices spécifiques.

Le concept "d'entraînement" regroupe les différentes parties de la formation du sportif c'est à dire la formation physique, technique, tactique, morale et volitive. Il s'étale sur plusieurs années, caractérisé par des périodes de travail bien précises d'où le terme de "périodisation de l'entraînement".

Selon (weineck, 1983), l'entraînement est un processus qui vise à atteindre un niveau plus au moins élevé dans le domaine de l'objectif considéré. Il ajoute que "le degré d'entraînement" exprime le degré d'adaptation aux charges d'entraînement. Cette adaptation dépend de plusieurs facteurs endogènes (âge, sexe, constitution physique) et exogènes (facteurs mésologiques).

Quant à (Platonov, 1984) "l'entraînement sportif comprend l'ensemble des tâches qui assurent une bonne santé, une éducation, un développement physique harmonieux, une maîtrise technique et tactique et un haut développement des qualités spécifiques".

(Edgar Thill Et Al, 1990) le définissent comme étant la somme des exercices adaptés, à intensité progressivement croissante et contrôlée, qui aboutissent par des modifications biologiques, psychologiques et techniques à la

réalisation de la plus haute performance possible (Cazorla 1990) l'envisage comme étant la seule voie pour qu'un athlète puisse, à partir de son potentiel génétique, atteindre la qualité de la performance visée.

A travers cet ensemble de définitions nous pouvons dire que l'entraînement est un processus qui vise à atteindre une performance sportive par l'intermédiaire de moyens spécifiques à une discipline sportive, ce sont les exercices des différentes formes de préparation technique tactique physique, tout en prenant en considération les effets biologiques induits par ces moyens de préparation afin que la charge de l'entraînement puisse répondre à celle de la performance.

La préparation à la performance sportive est un processus complexe dans lequel intervient l'entraînement et l'ensemble des conditions dans les quelles évolue le joueur ou l'athlète.

L'état d'entraînement qui reflète l'adaptation biologique générale de l'organisme doit être distinguée de l'état de préparation qui exprime la capacité de l'organisme à manifester ses possibilités maximales au cours d'une compétition. Cet état de préparation conditionne la forme sportive. Dans l'état d'entraînement on distingue :

- Un entraînement général visant l'amélioration des possibilités fonctionnelles générales.
- Un entraînement spécifique visant le perfectionnement dans un domaine spécialisé d'activité (Platonov, 1984).

Le maintien de la forme sportive et le perfectionnement des habitudes motrices de jeu doit prendre en considération :

- l'élévation graduelle de la charge,
- Un rapport adéquat entre les différents facteurs de l'entraînement,
- Un choix judicieux des exercices. Ce choix doit être en complète harmonie avec les exercices de la compétition. Ce sont les exercices dit spécifiques. La direction de l'entraînement est d'autant plus motivante que si les exercices répondent au niveau d'aspiration des joueurs d'une part, et à l'agencement harmonieux d'autre part entre les différentes composantes de l'exercice, à savoir :
  - son intensité,
  - la durée de l'effort,
  - la nature et la durée de la récupération,
  - la méthode appropriée.

## 6-2-L'intensité de l'entraînement :

L'importance de l'intensité dans l'entraînement a été mise en évidence par les travaux de HICKSON et al (cité par Mösch, 1986), d'une manière indirecte en évaluant les effets du "désentraînement" selon que l'on agit par diminution de la durée, de la fréquence ou de l'intensité. Si ces trois "régimes réduits" ont donné des mêmes résultats, à savoir la diminution de la performance, il existe cependant des effets très nettement différents selon le régime d'entraînement choisi :

- Lorsque la durée ou la fréquence est diminuée du programme, la capacité de performance ne s'en ressent que très peu. Réduire l'une ou l'autre mais pas simultanément produit la même baisse légère de l'endurance.
- Par contre, en cas de réduction de l'intensité, l'effet de désentraînement est beaucoup plus fort.

Quant à la structuration de l'entraînement, (Mösch, 1986) attribue à l'athlète le choix entre des séances qui soient longues, intenses, ou fréquentes. Il ajoute ensuite, qu'il ne sait pas s'il est meilleur de s'entraîner :

- Par longues périodes à faible intensité,
- Par phases très intenses, donc courtes,
- Ou par des répétitions fréquentes mais d'intensité moyenne.

Lorsque le volume d'entraînement devient élevé, c'est à dire généralement quand l'athlète affirme vouloir s'entraîner sérieusement, le problème se fait plus pressant. En effet, à efficacité semblable, des régimes d'entraînement différents peuvent exiger des durées de récupération très dissemblables. Or, les heures de repos sont comptées pour un athlète de pointe. Parallèlement, en cas de réduction "obligée" de l'entraînement, il est bon de savoir quel est le changement qui aura les conséquences les plus désastreuses pour la forme : est-ce le nombre des séances d'entraînement ou si oui, peut-on compenser leur diminution par une augmentation de leur durée.

En se livrant à une analyse critique des différents auteurs, (Mösch, 1986) estime que :

- (HARRE, 1989) ignore totalement ces questions tout comme (WEINECK, 1983) son successeur spirituel ;
- (MARTIN, 1971) y consacre un paragraphe entier pour donner sa prépondérance au volume de l'entraînement, mais qu'il se contredit en affirmant plus loin que la "vitesse critique" (intensité correspondant à 85-95% de  $Vo_2$  max) doit être maintenue le plus longtemps possible; c'est à dire donner une importance à l'intensité.

- (MATVEEV ; 1983) après avoir affirmé que " volume et intensité des charges sont obligatoirement interdépendants, mais en même temps antithétiques" est revenu sur cette affirmation dans les « Aspects Fondamentaux de l'entraînement ».

- Ce sont les américains (Morehouse Et Miller , 1974) qui s'expriment de la façon la plus concrète : " l'intensité est plus importante que la durée " en ajoutant qu'une fréquence plus élevée des séances d'entraînement donne un meilleur résultat, mais que ce dernier n'est pas en proportion directe du nombre des séances, c'est à dire, en s'entraînant deux fois plus, on ne devient pas nécessairement deux fois mieux entraîné.

Cependant, (Matveev, 1980) dans la « Base de l'Entraînement Sportif » et (Craplet, 1986) dans « Physiologie et Activité Sportive », soulignent l'intérêt qu'ils portent à l'intensification de l'entraînement.

(Harre, 1989) affirme que "seuls les exercices qui sollicitent fortement les réserves énergétiques et qui entraîne la fatigue, permettent une amélioration du potentiel initial par les phénomènes de "surcompensation".

Quant à (Weineck, 1983), il cite que "parmi les facteurs qui militent en faveur de l'intensification élevée de l'entraînement, figure la faculté d'intervenir sur les facultés limitant, celui de la fatigue, entre autre, le lactate. Son effet sur l'entraînement provoque :

- Une baisse qui s'explique par une plus grande efficacité du transport de l'oxygène au début de l'exercice, ce qui réduit la part de l'énergie d'origine anaérobie lactique;

- Une meilleure tolérance à l'acide lactique, donc une plus grande aptitude à supporter l'effort intense".

Considérée comme le degré de sollicitation des différents métabolismes, l'intensité s'exprime en terme mécanique par des vitesses (de course ou de nage), des forces (charges à soulever) ou des puissances (force x vitesse). Il est indispensable de connaître les valeurs limites qui correspondent à la puissance respective de chaque filière énergétique, pour établir ensuite les pourcentages utilisables à l'entraînement. Considérant que l'intensité de la vitesse de l'exercice influe directement sur le caractère de l'apport énergétique propre à l'activité, de nombreux auteurs parlent de :

- Vitesse subcritique où la demande en O<sub>2</sub> est à peu près proportionnelle à la vitesse du mouvement (processus aérobie vitesse < V<sub>O<sub>2</sub>max</sub>).

- Vitesse critique où le sujet se déplace plus vite et où la demande en O<sub>2</sub> est égale à ses possibilités aérobiques maximales (vitesse = V<sub>O<sub>2</sub>max</sub>)

- Vitesse surcritique, intéressant les vitesses supérieures ou la demande en O<sub>2</sub> excède les possibilités aérobiques du sujet, le travail s'effectuant alors avec dette d'O<sub>2</sub> (processus anaérobique ou la vitesse > VO<sub>2max</sub>).

- La vitesse maximale, correspond à la puissance maximale anaérobique alactique. La détermination de l'intensité d'un exercice dépend des caractéristiques de l'activité sportive considérée. Elle peut être à la base de déplacements (course, nage, patinage, cyclisme, aviron, ski de fond ...) ou bien de charges à déplacer, (muscultation, haltérophilie..).

Pour les premières il est possible de déterminer :

- La plus grande vitesse de déplacement sur une courte distance ou vitesse étalon ;

- Et la vitesse qui correspond à VO<sub>2max</sub> ou vitesse critique en utilisant par exemple un test progressif de longue durée au cours duquel la vitesse est sensiblement augmentée toutes les minutes.

Avec ces deux précieuses indications l'entraîneur peut choisir l'importance de l'intensité pour obtenir l'impact métabolique souhaité.

- Exemple : Vitesse subcritique = endurance aérobie ;

Vitesse critique = puissance aérobie + endurance anaérobique lactique ;

Vitesse surcritique = puissance anaérobique lactique + endurance anaérobique alactique Vitesse étalon ou très proche = endurance + puissance anaérobique alactique (Cazorla, 1990).

Si la détermination de l'intensité d'un exercice dépend des caractéristiques de l'activité sportive, elle dépend aussi de la méthode utilisée lors de sa réalisation ainsi que de sa durée.

### **6-3-La durée de l'effort :**

Pour obtenir avec plus de précision l'impact physiologique souhaité, en plus de l'intensité, la durée de l'exercice doit être contrôlée et notamment dans les exercices avec déplacement (Cazorla, 1990) définit cette impact physiologique en fonction des différentes durées d'exécution des exercices et que nous résumons selon le tableau N°02, ci-après :

**Tableau N°02:** Durée des efforts dans les différents métabolismes énergétiques

Indices Métabolisme	Nature de l'effort	Durée	Effets
Capacité aérobie	Subcritique continu et de longue durée	Supérieur à 6 min	prépare le « terrain physiologique » lors de la reprise de la saison sportive afin d'envisager des intensités d'effort progressivement plus importantes
Puissance aérobie	Critique	De 2 à 6 min	Deux procédés peuvent être utilisés : - l'entraînement continu ou effort continu à l'intensité la plus élevée possible - et surtout l'entraînement par intervalles de travail court, repos court dont la durée totale de la séquence doit être supérieure à 15 minutes. Ce type de travail a l'avantage de solliciter pleinement la puissance aérobie et d'améliorer aussi l'endurance anaérobie alactique
Puissance aérobie	Surcritique de courte durée	10 sec à 2 min	L'intensité est appréciée par une fréquence cardiaque maximale rapidement atteinte, par l'utilisation d'un pourcentage élevé de la vitesse étalon
Puissance anaérobie	Surcritique, efforts courts et très intenses	8 à 20 sec	Récupération complète, FC en dessous de 120 bts/min

**6-4-La durée et la nature de la récupération :**

Ce n'est qu'après l'entraînement que la fatigue se manifeste en fonction de la charge de travail.

Elle précède l'épuisement et constitue un paravent visant à empêcher l'épuisement total des réserves énergétiques de l'organisme. Bien que les limites de la fatigue soient constamment repoussées par les effets de l'adaptation de l'organisme aux grands efforts, il n'en demeure pas moins qu'il est absolument important de restaurer ces réserves. Auquel cas, une trop grande concentration des charges d'entraînement entraînera inéluctablement une diminution rapide de la capacité de performance.

Donc, « un système rationnel » d'alternance entre la charge et la récupération est une des conditions les plus importantes pour l'accroissement de l'efficacité de l'entraînement.

Toutefois un athlète bien entraîné peut prolonger plus longtemps un travail épuisant, et établir plus haut son niveau d'équilibre physiologique. Il récupère plus rapidement et se montre donc susceptible de reprendre une activité fatigante plus précocement qu'un sujet peu entraîné.

Cependant un effort physique intense fatigue le système nerveux plus rapidement que les muscles, aussi, ne doit-on pas demander des efforts physiques et intellectuels simultanés. Tout travail intense doit être de courte durée. Il doit être précédé d'une période progressive de réchauffement, on commence à une cadence ralentie et progressivement augmentée.

En dehors des moyens médico-biologiques (diététique, pharmacologique, physiothérapie et hydrothérapie), psychologiques (entraînement autogène, détente, sommeil), le moyen pédagogique est le plus prépondérant dans la conduite d'un entraînement rationnel. Il est mis en évidence par :

- L'individualisation de l'entraînement,
- La structuration des cycles d'entraînement selon les spécificités dues à chaque période et étape de la préparation;
- L'alternance des charges entre les cycles, les séances d'entraînement et entre les exercices dans une même séance d'entraînement.

Le repos peut être:

- Passif : repos relatif, absence d'activité motrice active ;
- Actif : activité différente de celle qui a provoqué la fatigue.

En fonction des objectifs visés, du volume et du caractère des charges, du degré de la fatigue, les combinaisons repos actif et passif sont possibles. Ce repos est appelé mixte.

Complète ou incomplète, la récupération vise la restauration des substrats énergétiques et l'élimination du produit de la fatigue. (CAZORLA 1990) nous propose des formes de récupération après un effort exhaustif de type compétition,

**Tableau N°03:** Les formes de récupération selon les durées des efforts (CAZORLA, 1990, P.167)

Durée du travail exécuté au maximum des possibilités individuelles	Récupération (*) Incomplète, complète à 60% (**)	Nature de la récupération conseillée
10 secondes	ATP 30 sec à 2 min	Passive mixte
20 secondes	CP 60 sec à 3 min	Active + passive
30 secondes à 1 minute (glycogène anaérobie)	10 min à 50-60 min	Active, accélère l'élimination du lactate en 20 à 30 min
1 à 3 minutes (glycogène anaérobie)	15 min à 60 min	idem
3 à 9 minutes (glycogène anaérobie + aérobie)	10 min à 1 - 2 heures	Mixte : passive + active
1 à 2 heures	3 à 6 heures/24 à 48 heures	Passive (massage, relaxation bain chaud)

\* Dépend du niveau d'entraînement du sujet.  
\*\* 60% étant compatible avec la reprise du travail

## 7- Les principales méthodes d'entraînement

L'importance particulière pour caractériser les méthodes de développement des qualités motrices dépend de la connaissance des composantes de la charge (volume, intensité, nombre de répétition des exercices) ainsi que de la durée et du caractère des pauses. L'importance de telle ou telle méthode dépend surtout du moyen choisi à réguler chaque paramètre de la charge et du repos.

### 7-1 La méthode régulière ou continue.

Elle est caractérisée par la continuité de l'exécution des exercices, par une intensité constante (25-75% de l'intensité maximale) et par l'invariabilité du rythme, de la cadence des efforts et de l'amplitude du mouvement.

#### A- Taches résolues par cette méthode :

Développement de l'endurance générale, l'endurance force, élévation de la rationalité des mouvements, éducation des qualités volitives. La méthode régulière est utilisée principalement dans les sports cycliques (course, natation, aviron, etc.), l'intensité des exercices varie entre la modérée et la moyenne. En fonction du caractère des exercices physiques, des niveaux de

préparation physique, la fréquence cardiaque des pratiquants varie entre 130 et 170 bts/min.

La méthode régulière est également utilisée dans les sports acycliques (jeux sportifs, gymnastique, boxe, lutte), elle consiste dans ce cas là, en répétition des actions motrices, ayant la même structure ou une structure différente, sans intervalle de repos entre les répétitions.

### **B- Avantages et inconvénients :**

Elle a pour avantage de faciliter l'équilibre de consommation par rapport aux besoins et l'amélioration de la coordination entre les fonctions motrices et les fonctions des organes respiratoires. Elle permet d'orienter l'attention de l'athlète sur l'assimilation et le perfectionnement des éléments techniques. Le travail de longue durée favorise et influence les fonctions cardio-vasculaires et respiratoire de l'organisme; il agit aussi sur les capacités volitives de l'athlète.

Cette méthode a comme inconvénient, l'adaptation rapide de l'organisme qui vise la diminution de l'effet de l'entraînement. Elle s'applique surtout pour l'entraînement des débutants, elle est souvent utilisée comme moyen de récupération et de préparation pour les athlètes blessés. Elle est surtout utilisée en début de période préparatoire.

### **7-2-La méthode d'intervalles :**

Ressemble beaucoup à la méthode répétitive. Les deux méthodes sont caractérisées par de multiples répétitions après des intervalles de récupération bien déterminés. Dans la méthode répétitive, l'influence sur l'organisme est déterminée exclusivement par l'exercice (la durée et l'intensité de l'effort).

Dans l'interval-training, une grande influence est également exercée par les intervalles de récupération. Cette méthode a actuellement un vaste champ d'application dans l'entraînement sportif et dans la plupart des sports (course, aviron, jeux collectifs, etc., ...). Elle consiste dans le fait que l'intensité de l'effort durant les répétitions de l'exercice doit être dosée de telle façon qu'à la fin du travail, la fréquence cardiaque ne dépasse pas 160-180 bts/min. Puisque la durée de l'effort n'est pas prolongée, la consommation d'oxygène n'atteint pas de maximum.

Au début de la récupération, malgré la diminution de la fréquence cardiaque, la consommation d'oxygène durant les 30 premières secondes s'élève et atteint son maximum.

Ainsi, l'influence de l'entraînement s'effectue surtout dans l'intervalle de repos, d'où le nom de cette méthode.

La pause est déterminée selon le principe suivant : au début de la reprise de l'exercice, la fréquence cardiaque est de 120-140 bats/min, l'autre effort est réalisé sans qu'il y soit une récupération complète. Le repos peut être actif ou passif. Les exercices sont répétés par séries.

La série sera interrompue dès que la fréquence cardiaque ne descend pas à 120-140 bats/min ; à la fin des intervalles de repos. Le nombre de répétitions peut varier de 10 à 20 et de 20 à 30.

Le travail effectué par l'interval-training contribue au développement du muscle cardiaque. Le volume du cœur augmente et les possibilités aérobiques de l'organisme s'améliorent.

Cette méthode est principalement utilisée pour le développement de l'endurance générale et spéciale. L'interval-training possède plusieurs variantes comportant différentes combinaisons des moyens d'entraînement (durée, intensité, nombre de répétitions, etc.) bien que le mécanisme physiologique de toutes ces variantes soit le même. On parle alors de l'interval-training dans les régimes anaérobie et aérobie. A ce sujet (Fox Et Mathews ; 1983) nous proposent une procédure pour la mise au point des programmes d'interval-training à partir des temps d'entraînement:

#### **7-2-1-L'avantage de l'interval-training :**

Cette méthode permet de doser avec précision les charges. Son utilisation économise le temps dans l'organisation de l'entraînement car la densité des efforts est élevée et l'endurance est rapidement améliorée. Son insuffisance demeure dans l'alternance monotone des charges qui ont une influence négative sur l'état psychique du sportif. L'organisme s'adaptant rapidement aux charges d'entraînement, l'acquis obtenu se perd facilement.

L'endurance atteinte par cette méthode se dévalorise plus vite que celle travaillée par d'autre méthodes.

#### **7-3-Méthode de jeu :**

Elle est basée sur le développement des qualités psychiques et physiques par le jeu qui n'est pas forcément liés aux jeux comme le Basket ou le Volley-ball  
Les traits caractéristiques de cette méthode :

- Le sujet (l'intention, le plan du jeu),
- Différentes possibilités à atteindre l'objectif,
- L'intégrité dans le développement des qualités physiques,
- Le développement de l'initiative chez les pratiquants,
- Grande émotivité,
- L'interdépendance dans les actions,

- La simulation des interactions.

La méthode du jeu est utilisée pour développer la vitesse, la force, l'adresse, l'endurance, le courage, la résolution, l'esprit d'initiative, la pensée tactique, l'assimilation et le perfectionnement des habitudes motrices et des savoir-faire. L'insuffisance de cette méthode est une programmation aléatoire des actions et des possibilités limités dans le dosage de l'effort.

#### **7-4-L'entraînement circulaire ou circuit training.**

C'est avant tout, un système méthodique de travail basé sur les différentes variétés de méthode. Il représente une exécution successive des exercices spécialement choisie, avec indication précise du nombre d'exercices, du temps de leur réalisation, des intervalles de repos, entre différents type d'exercices, du nombre des séries, des intervalles entre de repos les séries.

La charge peut être modifiée par le changement d'un élément précité. L'athlète passe d'un travail à l'autre, d'un agrès à l'autre, d'un atelier à l'autre, c'est pourquoi, on appelle cet entraînement circulaire (circuit training).

L'entraînement circulaire est caractérisé par certaines particularités méthodiques :

- Le développement méthodique des qualités physiques
- Un strict dosage des charges et de la récupération
- Une stricte évaluation du travail effectué
- La possibilité de travailler qu'avec des exercices bien assimilés
- Il existe quelques variétés du circuit training
- Le travail selon la méthode continue

La séance d'entraînement comporte de 1 à 3 passages du sportif dans tous les athlètes sans procéder au repos entre les postes et entre les circuits. Cette méthode permet le développement de l'endurance générale et l'endurance de force. Dans le circuit training les combinaisons des exercices sont élaborées à l'avance ainsi que, les ateliers. A la première séance on soumet chaque exercice au test maximal (T.M). On détermine également un système de l'élévation des charges.

A la dernière séance, on procède au test maximal pour chaque exercice et on compare les résultats avec les premières données. Les différents exercices généraux et spéciaux servent de moyens pour le circuit training.

Ces exercices peuvent être cycliques et acycliques. La combinaison d'exercices orientés vers le développement physique général ne compte pas plus de 10-12 exercices, les exercices spéciaux sont au nombre de 6-8. Dans le circuit training, les charges sont strictement dosées compte tenu des

particularités individuelles du sportif; c'est pourquoi, les athlètes de différents niveaux de préparation, s'intéressent à cette méthode d'entraînement.

#### **7-5-Méthode de compétition :**

Elle est caractérisée par la réalisation du travail dans des conditions qui se rapprochent de celles de la compétition. Une telle ambiance favorise l'influence des exercices physiques sur l'organisme et contribue à la manifestation maximale des possibilités fonctionnelles de l'organisme. La méthode de compétition est utilisée pour le développement des qualités psychiques et intellectuelles des joueurs, pour le perfectionnement des habitudes motrices mais aussi pour contribuer à leur utilisation rationnelle dans des conditions compliquées.

La méthode de compétition peut être utilisée dans des formes élémentaires, par exemple, sur les meilleures réalisations de certains éléments techniques durant l'entraînement; mais aussi, sous forme de compétitions d'entraînement et amicales en vue de la préparation des joueurs aux compétitions officielles.

La méthode de compétition développe uniquement la capacité d'endurance propre à la discipline. Elle permet d'acquérir l'expérience de la compétition d'améliorer la tactique et l'étude de la tactique adverse. Dans cette méthode les compétitions sont appliquées comme contenus d'entraînement. C'est la méthode la plus complexe car elle développe les aptitudes spéciales convenant à la discipline considérée.

#### **7-6 -La méthode d'entraînement selon les charges :**

##### **A- La Méthode de la concentration du volume de la charge :**

La nouveauté fondamentale de cette méthode réside dans la création d'une action d'entraînement massive par la concentration d'un important volume de charges univoques sur une étape limitée dans le temps (jusqu'à 2 mois). Une action aussi massive produit une stabilisation temporaire de l'état de non récupération qui s'accompagne d'un dérèglement stable et relativement prolongé de l'homéostasie .On provoque ainsi des transformations fonctionnelles profondes qui sont la condition de la surcompensation ultérieure de l'organisme et du passage à un plus haut niveau de capacité de performance spécifique.

L'un des éléments importants est d'utiliser des moyens de relativement faible intensité, la fréquence de leur utilisation constituant en elle-même une intensification du processus d'entraînement. En pratique, on peut considérer qu'une charge est concentrée lorsque son volume atteint dans le mois 23 à 25 % du volume total annuel. La méthode de la concentration des charges est

adaptée à une préparation physique intensive et peut être utilisée à cet effet dans n'importe quelle catégorie d'entraînement : non seulement pour la capacité de performance spécifique, mais aussi pour l'ensemble des charges d'entraînement tout au long de l'année, dans toutes les disciplines sportives (Verkhochanski 1997) .

**B-La méthode de l'intensité de la charge selon la fréquence cardiaque**

Plus la fréquence cardiaque est élevée, plus l'intensité de l'exercice est grande. L'intensité du programme d'entraînement peut être déterminée par la " Fréquence cardiaque cible" (FCC) à atteindre lors des séances d'entraînement d'endurance, selon deux méthodes :

**B-1-La méthode de la "fréquence cardiaque de réserve"**

Conçue par Karvonen (cité par Fox et Mathews, 1983) elle est calculée comme suit :

$$F. C. R = F. C .max - F. C .r$$

FCR : Fréquence cardiaque de réserve

FC max : Fréquence cardiaque maximale

FCr : Fréquence cardiaque de repos

Ainsi, si l'on cherchait à atteindre une Fréquence Cardiaque Cible de 75 % , on aurait :  $F.C.C = ( 0,75 \times F.C.R ) + F. C.r$  .

C'est cette F.C.C qui sera le paramètre indicateur de la fréquence cardiaque de l'exercice programmé.

**B-2-La méthode de la fréquence cardiaque maximale**

On calcule la fréquence cardiaque cible à partir de la fréquence cardiaque maximale, ce qui nous donnera pour 75%, par exemple de la FCC :  $0,75 \times FC \text{ max}$ . Le tableau ci- après nous montre la relation entre la fréquence cardiaque cible, calculée en termes de pourcentage de la fréquence cardiaque de réserve (FCR), et de fréquence cardiaque maximale (FC max)

**Tableau N°04 : Relation de la fréquence cardiaque cible (1992 pp 139-140).**

F.C.C (bts/min) *	% F.C.R	% F.C.max
186	90	93
180	85	90
173	80	87
166	75	83
160	70	80
153	65	76
146	60	73

FCrepos = 65 bts/min et FCMax = 200bts/min, selon FOX ET MATHEWS, (1983, p.178)

### **7-6-La méthode de préparation intégrale ou la capacité motrice de jeu**

Basée sur l'initiation du mode de travail de l'organisme dans des conditions identiques à celles de la compétition et en particulier sur l'exécution des exercices de compétition avec une intensité de force élevée, tout en respectant les règles de la compétition. Cette méthode est une forme d'entraînement spécifique et très efficace qui perfectionne à la fois les qualités physiques, techniques, tactiques et volitives de compétition.

(Verkhochanski 1992) affirme que l'on a pu établir que les unités d'entraînement qui mettaient l'accent sur le développement d'une capacité motrice (avec utilisation d'un large éventail de moyens et de méthodes) étaient plus efficaces que les unités d'entraînement réunissant des tâches de catégories différentes. La diversité des moyens utilisés et surtout l'augmentation progressive de l'intensité de leur effet d'entraînement, ont prouvé que la méthode était particulièrement adaptée au perfectionnement de la technique sportive, de la capacité de force-vitesse et de la capacité d'approvisionnement énergétique anaérobie alactique et glycolytique. En ce qui concerne la préparation physique spécifique il n'est plus tellement important que les moyens d'entraînement copient très fidèlement l'exercice de compétition dans la forme de leurs caractéristiques extérieures. Le critère principal de concordance est en l'occurrence le régime de travail des muscles et de l'organisme dans son ensemble.

### **8-Les formes d'organisation de l'entraînement dans les sports collectifs :**

Selon leur organisation, les entraînements se subdivisent en trois formes complémentaires par leur objectif; ils diffèrent par le contenu et les tâches. Ce sont essentiellement : les entraînements individuels. Le niveau de développement du jeu actuel exige une telle préparation physique, technique, tactique, psychologique, qui à eux seuls les entraînements d'équipe ne suffisent plus. L'entraînement individuel doit être un processus pédagogique auquel prennent part certains joueurs, un groupe de joueurs ou toute l'équipe dans le but de perfectionner la maîtrise individuelle. Dans un tel entraînement, le joueur a la possibilité de répéter fréquemment le procédé ou la tâche à accomplir. Ils peuvent se faire sans l'entraîneur ou sous sa direction. Ils sont prévus pour la formation de la maîtrise sportive individuelle. Les bienfaits de cet entraînement sont de permettre l'individualisation des charges, des moyens et des méthodes de préparation.

### **8-1-La compétition :**

Les compétitions sportives ont une signification importante. Elles facilitent le développement systématique des performances, améliorent le niveau d'entraînement des joueurs et constituent un moyen de contrôle du niveau de performance atteint ainsi que de l'évaluation de l'efficacité du processus d'entraînement. La compétition ne doit pas être exclue de l'activité sportive. Elle doit être considérée comme un des facteurs principaux du processus de préparation des joueurs. C'est ainsi qu'elle doit prendre en considération toute la problématique des charges et de leur répartition afin de permettre à la planification de la préparation d'installer ses assises et de jouer son rôle dynamique.

#### **A- Les différents types de compétitions:**

Selon (Ozoline 1970) les compétitions sont réparties en quatre catégories :

1- **Les compétitions de préparation** : qui ont pour fonction d'aider à l'élaboration du schéma technico-tactique de l'activité de compétition et de préparer l'athlète à la lutte sportive.

2- **Les compétitions de contrôle** : elles permettent de vérifier les capacités de l'athlète et de faire le point sur l'état de sa préparation.

Le rôle des compétitions de contrôle peut être tenu par les compétitions officielles comme par des compétitions spécialement organisées.

3- **Les épreuves éliminatoires** : c'est des compétitions surtout utilisées dans les sports individuels. Elles permettent de trier les participants et de constituer les équipes qui participeront aux compétitions de coupe dans les sports collectifs selon un système éliminatoire direct ou circulaire entre les équipes.

4- **Les compétitions principales** : leur fonction est d'être l'occasion d'une victoire ou d'un bon classement. La mise en œuvre d'une pratique compétitive (système de compétition) doit respecter plusieurs principes :

- Les compétitions doivent être soigneusement choisies de façon que leurs dates et leur niveau de difficulté soient bien adaptés à l'étape de préparation de l'athlète.
- L'athlète ne doit participer à une compétition que s'il est adapté physiquement, techniquement et psychiquement, à venir à bout des difficultés auxquelles il sera confronté.
- Le rapport entre entraînements et compétitions doit être planifié de façon que ces dernières constituent l'aboutissement d'une étape du processus de préparation.

- Les compétitions doivent offrir une atmosphère d'affrontement intense, indispensable à la mobilisation totale des réserves fonctionnelles.

### **B-Particularités de la compétition :**

La préparation de l'athlète à la compétition nécessite de la part de l'entraîneur un appui sur l'apport de la science. La pierre angulaire de l'entraînement doit reposer sur un corps de connaissances dérivées de l'observation, de l'étude de l'expérimentation et de la recherche visant à établir et systématiser les principes et méthodes pour aboutir à des procédures ayant une base factuelle. Cependant, diriger une équipe implique également émotions, affectivités et valeurs humaines, et requiert une capacité de création. Dans ce sens, diriger une équipe est comme un peu "peindre un tableau". Il faut pour y arriver, connaître l'athlète, le comprendre et pouvoir le stimuler.

### **C- Nature de la compétition :**

Entre le processus d'entraînement et le calendrier des compétitions existe une certaine relation. (Matveev 1980) mentionne "sans aucun doute, il y a influence du calendrier sur le processus d'entraînement". C'est pour cela que chaque équipe qui participe à des compétitions et prétend remporter un succès doit planifier sa préparation en tenant compte du calendrier de compétition. Le même auteur mentionne "entre la planification de l'entraînement et le calendrier des compétitions subsiste donc une étroite relation de réciprocité"

A cet effet, les compétitions peuvent être considérées d'une part comme étant une finalité du processus d'entraînement et d'autre part comme un moyen, pour le développement rapide de la forme sportive. Le résultat de la compétition est conditionné par plusieurs facteurs ; bien souvent qu'un aspect de la préparation peut être la cause d'une défaite. La réussite pendant les compétitions est régie par l'optimisation de la préparation physique, technique, tactique, psychologique, intégrale et théorique. Les équipes qui démontrent un haut niveau d'efficacité dans le jeu sont les équipes qui participent à plusieurs compétitions pendant l'année (+ de 70 compétitions au total).

## **9- Les Fondements de la planification sportive :**

### **9-1- Définition et principes:**

Planifier, c'est fixer les buts ou les performances à atteindre, c'est déterminer :

- Les tâches en fonction des objectifs et des particularités individuelles des joueurs;
- Les moyens et les méthodes pour la solution des principales tâches et le moment de leur emploi;

- Les formes d'entraînements les plus utiles;
- La progression des charges de la préparation dont celle de l'intensité plus particulièrement:
- Les moyens de contrôle et l'analyse des différentes étapes de la planification.

Lorsqu'elle est appliquée à la préparation des athlètes, la planification de l'entraînement représente un processus unifié du perfectionnement des gestes moteurs, du développement des possibilités fonctionnelles de l'organisme et de la formation des qualités morales (POPOV1967 cité par BELANGER, 1971).

Tout programme d'entraînement est basé sur des principes qui régissent la conduite ultérieure du plan spécifique envisagé. Ces principes sont à caractère général et conséquemment peuvent être appliqués à tous les athlètes;

- ❖ Principe de l'adaptation à l'effort;
- ❖ Principe de la progression
- ❖ Principe de la motivation

Ainsi, préparer un athlète ou une équipe à produire des performances au niveau régional, national et international prend évidemment plus de temps et d'efforts que d'amener un joueur à participer à des compétitions d'envergure locale. C'est la raison pour laquelle un entraîneur doit savoir identifier les différents principes pour atteindre des objectifs réalistes.

#### **A- Principes de la planification:**

a)-La planification doit s'appuyer sur une base scientifique. Elle doit refléter une connaissance approfondie des lois et règles qui gèrent la théorie et la méthodologie de l'entraînement d'une manière générale et la spécialité sportive en particulier.

b)-Elle doit être l'objet d'un travail constant et continu.

c)-La systématisation du travail se caractérise par la formation d'un système de préparation.

d)-A travers l'élaboration minutieuse, la planification doit être concrétisée et détaillée.

e)-Vu le caractère réel lors de son élaboration, la planification incite à prendre en considération les conditions socio-économiques des joueurs, les moyens techniques dont dispose l'équipe, etc.

f)-Le caractère le plus significatif dans la planification réside dans la souplesse de son application.

g)-La planification doit obéir à la loi de la systématisation, caractérisée par les macrostructures, les méso et les microstructures. Planifier l'entraînement c'est aussi organiser la combinaison :

- Des macrocycles au sein d'un plan de carrière;
- Des mésocycles au sein des macrocycles ;
- Des microcycles au sein des mésocycles ;
- Des séances de préparation au sein des microcycles ;
- Des exercices au sein des séances.

La planification du processus d'entraînement s'effectue généralement dans les formes suivantes :

- ❖ Une planification de perspective de deux à quatre années ;
- ❖ Une planification courante ou annuelle;
- ❖ Une planification opérationnelle, par étapes.

### **9-2-La planification perspective :**

Elle représente une quantité de données générales servant de base pour une planification annuelle. Elles sont composées d'une manière coordonnée, et le rôle dominant appartient au rôle général compte tenu de la périodisation des plus grandes manifestations sportives de l'équipe. Cette planification doit prévoir le perfectionnement des tâches, du volume et de l'intensité de la charge, ainsi que des méthodes et moyens de l'entraînement et les normes du contrôle ; Les tâches essentielles de cette planification sont :

- a- Caractéristiques générales de l'équipe et de chaque joueur ;
- b- Objectifs essentiels de chaque préparation ;
- c- Direction générale du processus d'entraînement ;
- d- Détermination des indices sportifs annuels ;
- e- Compétitions principales de chaque étape ;
- f- Normes de contrôle caractérisant chaque préparation ;
- g- Infrastructure, équipement et matériels techniques.

### **9-3-La planification courante ou annuelle:**

Elle fait partie intégrante de la planification de perspective, elle se caractérise par sa forme détaillée de tous les paramètres de la préparation. En fonction des régularités du développement progressif de la forme sportive (acquisition, stabilisation, perte temporaire), cette forme de planification est basée sur le principe de la périodisation du processus d'entraînement. Les tâches prises en charge par la planification annuelle sont :

- a)-Définir les objectifs de la préparation visant le classement au cours de l'année.

- b)-Procéder à un développement des caractéristiques et tendances actuelles en fonction des possibilités des adversaires éventuels.
- c)-Analyser la préparation de l'équipe au cours de l'année écoulée et sa participation aux compétitions, pour pouvoir déterminer le niveau de départ des joueurs et de l'équipe.
- d)-Dégager les indices de la compétition : durée du championnat, type de compétition, nombre de matchs ...
- e)-Prévoir les méthodes, les moyens et les dates des contrôles pédagogiques, des examens médicaux et d'autres contrôles.
- f)-Établir les charges du processus d'entraînement.
- g)-Déterminer la structure et la durée des cycles et la dynamique des charges à l'entraînement.
- h)-Prendre en considération les conditions matérielles et les facteurs sociaux de l'équipe et de chaque joueur.

#### **9-4-La planification opérationnelle :**

Elle est réalisée sur les phases du cycle annuel : étapes ou mois (mésocycles, microcycles et ou chaque séance). En général, elle se base sur l'orientation des moyens et des charges d'entraînement et sur les cycles hebdomadaires (microcycles) d'entraînement. Ainsi, selon la répartition des tâches et selon les différentes périodes du cycle annuel, les méthodes, les moyens et la composante du volume et de l'intensité des charges d'entraînement dans les microcycles changent. Lors de l'élaboration de cette forme de planification, il faut prendre en considération non seulement la charge d'entraînement en général mais aussi les diverses charges dues aux aspects variés de l'entraînement à savoir les indices de la préparation technico-tactique et de la compétition.

#### **9-5-La périodisation de l'entraînement :**

Étant donné que la forme sportive représente un processus long et complexe qui se manifeste au cours de trois phases successives, nous distinguons :

- 1- La période préparatoire qui correspond à la phase d'acquisition de la forme sportive.
- 2- La période compétitive qui correspond à la phase de stabilisation de la forme sportive.
- 3- La période transitoire qui correspond à la phase de la perte provisoire de la forme sportive.

Si l'on veut étudier les particularités des différentes périodes, il nous est nécessaire de préciser leurs points caractéristiques leur contenu spécifique et la structure de l'entraînement.

### **9-5-1-La période préparatoire :**

La période préparatoire établit les fondements généraux et spécifiques sur les plans morphologiques, physiologiques meilleurs dispositions, psychologiques, techniques, tactiques, afin de créer les conditions requises pour entamer dans les compétitions.

La période préparatoire commence avec le début du processus de préparation de chaque nouveau cycle et se termine au début de la compétition officielle. Sa durée varie entre un mois et demi et trois mois. Elle est caractérisée par un volume considérable de la charge d'entraînement orienté essentiellement vers le développement des possibilités fonctionnelles de l'organisme et le développement physique multiforme.

La préparation technique, la préparation tactique et même la préparation psychologique trouvent leur insertion dans cette période.

La période préparatoire se divise en 3 étapes :

- ❖ L'étape de préparation générale
- ❖ L'étape de préparation spéciale
- ❖ L'étape de préparation pré-compétitive

### **9-5-2-L'étape de préparation générale:**

L'entraînement, dans cette étape, vise essentiellement l'élévation du niveau général des aptitudes fonctionnelles de l'organisme. Il jette les bases de la forme sportive et aide à l'enrichissement dans le domaine technico-tactique. Cette étape se caractérise par un grand volume et une préparation physique qui représente 50% à 60% du temps global de la préparation. Les exercices utilisés dans cette étape sont variés. Ils sont même tirés des autres disciplines sportives (athlétisme, haltérophilie, gymnastique ...). Les préparations techniques et tactiques visent la reconstitution des acquis moteurs et habitudes motrices et leur perfectionnement. Elles utilisent les moyens tels que les exercices généraux, spécifiques, de jeu et les exercices avec ballons. La préparation technique représente 20% et 25% du temps global et la préparation tactique 15% à 20%. La dynamique de la charge, dans cette étape, se caractérise par une croissance graduelle en volume et en intensité avec une prépondérance à l'augmentation en volume qui atteint son niveau maximal. L'intensité suit une augmentation graduelle pour atteindre son maximum en début de la période compétitive.

### **9-5-3-L'étape de préparation spéciale:**

Lors de cette étape, le processus d'entraînement principalement orienté sur la création d'une base spéciale qui conduirait au perfectionnement de la technique toutes les qualités physiques et les possibilités fonctionnelles d'une part, et d'autre part le perfectionnement de la technique et de la tactique de jeu.

- En technique : Une grande importance doit être attribuée au perfectionnement des procédés techniques par fonction et poste de jeu.
- En tactique : il est accordé une grande importance au perfectionnement, des actions tactiques individuelles, des interactions de groupe et actions de l'équipe.

### **9-5-3-L'étape de préparation précompétitive:**

Cette étape de préparation est l'anti-chambre de la période compétitive. C'est l'étape de la constitution finale de la forme sportive. C'est aussi l'étape de l'accommodation des joueurs à l'activité compétitive et l'acquisition de la cohésion d'équipe sur le terrain tant en attaque qu'en défense. Le perfectionnement de la maîtrise technique se fait dans les conditions les plus complexes, proches de la compétition, en adéquation avec les procédés tactiques choisis (interactions de groupe et d'équipe), pour cela l'organisation de rencontres amicales (de préférence avec des équipes de même niveau) va servir d'une part de préparation et d'autre part de contrôle.

Dans cette étape les charges d'entraînement sont caractérisées par une augmentation de l'intensité et une diminution relative du volume d'entraînement.

### **9-6-La période compétitive:**

Pendant la période compétitive, on crée les conditions les plus favorables pour maintenir la forme sportive. Les aspects essentiels de la préparation des athlètes sont caractérisés par les orientations suivantes :

- La préparation physique pendant cette période vise le maintien de l'état d'entraînement général.
- La préparation physique, tactique, technique et psychologique sont liés à la modélisation de l'équipe et du joueur selon une forme de préparation intégrale liée aux compétitions imminentes.
- Les séances d'entraînement dépendent du calendrier des compétitions.

### **9-7-La période transitoire :**

Cette période a pour objectif d'apporter un repos satisfaisant après les efforts d'entraînement et de compétition de l'année ou du macrocycle précédent, tout

en maintenant un niveau d'entraînement suffisant pour que le macrocycle suivant soit entamé dans de bonnes conditions. La durée de cette période transitoire est très variable et peut aller de 15 jours à 6-8 semaines suivant les particularités de l'athlète et surtout l'intensité et la durée de la saison des compétitions. Le contenu est lui aussi variable. Nous repérons trois orientations différentes :

- la première orientation consiste à cesser complètement de s'entraîner pendant une assez longue période (6 semaines). Ce type de récupération est associé à une certaine détérioration des possibilités fonctionnelles. Cependant, il permet de régénérer complètement les possibilités mentales de l'athlète. Son utilisation se justifie chez des athlètes qui ont acquis une longue expérience et se trouvent dans l'étape de maintien de leurs bons résultats.

La seconde consiste, après quelques jours de repos passif, à mettre en œuvre un entraînement sur le mode de mésocycle graduel. Cette formule concerne avant tout les athlètes qui pour une raison quelconque (blessure par exemple) n'ont pu fournir le travail prévu pour le macrocycle précédent.

- La troisième orientation est intermédiaire entre les deux précédentes. Elle fait largement appel aux moyens de repos actif associés à du travail non spécifique. L'ensemble permet d'assurer le maintien des principaux composants de l'état d'entraînement tout en restaurant les possibilités physiques et mentales de l'athlète. Cette formule paraît la plus indiquée pour les athlètes qui suivent normalement l'évolution de leur processus d'entraînement.

# **DEUXIÈME CHAPITRE**

## **L'entraînement sportif et la préparation physique**

**Préambule.**

- 1- L'entraînement sportif.**
- 2- Contenu de L'entraînement sportif de football.**
- 3- La préparation physique.**
- 4- La préparation physique en football.**
- 5- Les méthodes de la préparation physique.**
- 6- L'entraînement physique intégré.**

### **Préambule:**

La théorie de L'entraînement comme science a rendu possible le recueil important des fondements théoriques justifier, qui ont contribué à formuler une série de postulats et de recommandations pour la pratique.les rapports de la science avec la pratique facilitent le progrès dynamique en ce qui concerne le niveau sportif.

La préparation du sportif est comprise comme le processus a plusieurs sens, qui grâce à l'utilisation des possibilités motrices, fait aboutir au niveau d'entraînement le plus haut possible et à la disponibilité sportive. L'entraînement contemporain peut être considéré comme une forme de préparation fondamentale, autrement dit, c'est avant tout consciente et réfléchi, avant pour but la direction du développement du niveau sportif. Dans la littérature concernant le sport de compétition, de plus en plus, on voit apparaître les notions de la « commande de l'entraînement » et « l'optimalisation de l'entraînement ».dans le cas du processus d'entraînement, l'essentiel de la commande de l'entraînement consiste avant tout à vérifier on adaptation aux conditions toujours variables, en vue de réaliser des tâches fondamentales d'entraînement Dans la planification et la gestion du processus d'entraînement, il est très utile de prévoir d'une façon logique le développement futur du processus d'entraînement et de ses effets.les théoriciens du sport admettent que lors de L'organisation de l'instruction des joueurs des équipes de haut niveau, il faut assurer le fonctionnement de quelques éléments :

- ❖ La prévention des résultats et le modelage des caractéristiques des meilleurs sportifs et des équipes mondiales.
- ❖ L'analyse de la préparation tactique pendant la conduite du combat sportif.
- ❖ La définition du niveau de la préparation psychique.
- ❖ La mise au point des informations qui présentent la caractéristique des possibilités fonctionnelles générales et spécifique de L'organisme du joueur de football (avant tout, il faut définir les indices de la capacité et de l'adaptation de l'organisme aux charges d, entraînement).
- ❖ La connaissance du niveau " de savoir et de savoir-faire, en ce qui Concerne l'auto perfectionnement du joueur.
- ❖ L'unité du processus d'entraînement, de compétition et de la rénovation biologique.

En football, le problème du diagnostic de la forme sportive est important et complexe la simple inscription de quelques indices sur la technique, la force, la vitesse ou l'endurance ne constituent pas une image complète de la qualité de jeu ; le niveau de forme sportive, en effet n'est pas seulement les résultantes de ces indices. En parlant de la forme sportive (ou de l'état d'entraînement), on pense habituellement à l'état de tout l'organisme, qui durant les épreuves, permettra les révélations complètes de provision des habitudes techniques et tactiques. En prenant en considération, d'une part le fait que l'augmentation du nombre de fautes techniques et tactiques, accompagnées d'une préparation physique insuffisante, est en définitive, le produit de la fatigue, et d'autre part, le fait que l'endurance constitue l'aptitude à s'opposer à la fatigue, on peut admettre que l'endurance occupe une place particulière dans la structure de la forme sportive du joueur du football.

### **1-L'entraînement sportif :**

La notion la plus précise de l'entraînement sportif est fournie par Matveiev 1972, qui entend par là tout ce qui comprend la préparation physique, technique, intellectuelle et morale de l'athlète à l'aide d'exercices physiques. Bien que limitée, cette notion sous-entend toute fois une possibilité subséquente de développement et d'amélioration graduelle.

La capacité potentielle d'entraînement exprime la capacité que un individu de s'adopter à des charges d'entraînements successives durant un certain nombre d'années, cette notion dépend de facteurs endogènes (Morphologie, âge, sexe, . . .) et exogènes (nutrition, milieu..).

Durant l'enfance et l'adolescence, les phases dites « sensibles » jouent un rôle important dans la capacité potentielle d'entraînement. Il s'agit la période partiellement favorable, au renforcement des facteurs déterminants de la performance sportive. C'est-à-dire que la capacité d'entraînement y est particulièrement élevée (Hirtz 1976, Winter 1980).

Les données actuelles proviennent de diverses expériences de la pratique sportive et pourraient possiblement être différentes si certains facteurs extrinsèques étaient modifiés (entraînement plus précoce en tenant compte de la capacité et de l'habileté motrice des individus). Il en est de même en ce qui concerne le développement des différentes formes de sollicitations motrices. Malgré tout.

Ces données sont d'une aide très précises pour l'orientation et le dosage du processus d'entraînement à long terme puis qu'elles permettent dans une certaine mesure, de préciser ce qu'il faut faire et quand t'il faut le faire.

Passer à côté de ces phrases (sensibles) ou (Critiques) peut entraîner une limitation définitive de certains facteurs de la performance ou obliger l'athlète à pratiquer plus tard un entraînement beaucoup plus important pour obtenir le même résultat.

### **1-1-contenu de l'entraînement sportif de football :**

L'entraînement de football comprend L'exercice et L'amélioration systématique des actions de jeu; L'acquisition de connaissances particulières, le développement des capacités de mobilité et de créativité des joueurs, la formation de qualités morales et de volonté satisfaisant aux impératifs du jeu. Le contenu de L'entraînement sportif est surtout formé par les actions de mobilité. Leur tâche consiste à influencer l'organisme du joueur dans sa totalité, mais également dans sa diversité, et à stimuler des développements qui mènent à une amélioration de ses performances sportives. La permanence et la systématique de l'entraînement sportif exigent que soient établies certaines étapes et subdivisions fondamentales.

Chacune de ces subdivisions revêt des tâches d'une grande importance pour l'accomplissement du jeu (A.Kuk, 1999).

Les rapports entre les subdivisions de l'entraînement sportif sont modifiés proportionnellement à la performance des joueurs, la période d'entraînement et les faiblesses qui ont pu être décelées. Le contenu de l'entraînement sportif en football peut être réparti comme suit :

- ❖ La préparation technique.
- ❖ La préparation tactique.
- ❖ La préparation physique.
- ❖ La préparation psychologique.
- ❖ La préparation théorique.

Les caractéristiques de l'effort physique :

- ✚ La durée
- ✚ L'intensité (charge, rythme...)
- ✚ Le nombre de répétition, de séries.
- ✚ Le temps de récupération.
- ✚ Le degré d'entraînement du sportif.
- ✚ Les fréquences des séances d'entraînement.
- ✚ Le potentiel physiologique et physique du sportif. (WEINECK, 1990, p. 17)

La combinaison de ces paramètres engendrera des efforts qui auront leur particularité et une incidence précise sur la physiologie du sportif.

### **1-2-Buts de L'entraînement :**

Par l'entraînement le sportif recherche les moyens qu'ils amènent à être efficace et à améliorer son rendement moteur Physiologiquement : C'est repousser l'apparition de la fatigue et augmenter les sources énergétiques du muscle qui lui permettront de développer une plus grande énergie mécanique afin de supporter des efforts intense, et prolonges.(Jaques LA GUYADER, 2005, p.53).

### **1-3-Les objectifs de l'entraînement :**

Ils peuvent être des capacités, des habilités, des qualités des attitudes mentales etc....

- a- Les objectifs psychomoteurs.
- b- Les objectifs cognitifs.
- c- Les objectifs psychologiques.

### **A-Les Contenus de l'entraînement :**

Les contenus de l'entraînement est synonyme d'exercices d'entraînement représente la mise en œuvre concrète de l'entraînement en fonction de l'objectif à atteindre et on distingue. :

- Les exercices de développement général.
- Les exercices spéciaux.
- Les exercices de compétition.

### **B-Les moyens de l'entraînement :**

Les moyens de l'entraînement regroupent tout ce qui peut être utile au déroulement du processus d'entraînement.

- L'organisation.
- Le matériel.
- L'information.

### **C-Les méthodes d'entraînement :**

Les méthodes d'entraînement se présentent la plupart du temps comme des procédures pratiques développées méthodiquement afin de répondre aux objectifs qui ont été fixés. (*Lacrampe, MANUELPRATIQUE de L'entraînement, 2007*).

Les composantes de la charge d'entraînement :

- a- L'intensité du stimule.
- b- La densité des stimulés.
- c- La durée du stimulus.
- d- Le volume des stimuli.
- e-La fréquence des séances d'entraînement.

### **D-La capacité de performance sportive :**

La capacité de performance sportive exprime le degré d'amélioration possible d'une performance d'ordre motrice, dans une activité sportive déterminée, les structures complexes qui la conditionnent dépendent d'un certain nombre de facteurs spécifiques (Weineck 1990) Développement de la capacité de performance sportive dans l'entraînement à long terme, la planification systématique et rationnelle des objectifs des contenus, et moyens et des méthodes d'entraînement permettent une amélioration progressive de la capacité de performance selon les principes établis de la didactique sportive (Gressin 1975; Letzelter 1978, Weineck, 1990).

### **2-La préparation physique :**

Il est important de connaître les bases physiologiques de l'entraînement afin de préparer le sportif d'une manière rationnelle lui permettant d'atteindre les objectifs qu'il s'est fixés. Au niveau de la préparation physique il faut savoir quoi faire mais aussi savoir pourquoi, pour quelles raisons et connaître les incidences du travail sur les plans physiologique et musculaire (Aboutoïhi, 2006).

#### **2-1-Définition :**

C'est l'ensemble organisé et hiérarchisé des procédures d'entraînement qui visent au développement et à l'utilisation des qualités physiques du sportif. Elle doit apparaître de façon permanente aux différents niveaux de l'entraînement sportif et se mettre au service des aspects technico-tactiques prioritaires de l'activité pratiquée (Waty, 2006).

C'est un processus intégré et permanent, présent à tous les moments, à toutes les périodes de l'entraînement sportif la préparation physique est ainsi préoccupée par le développement de ce que **JURGEN Weineck** appelle « Les facteurs conditionnelles et coordinatifs physiques de la performance ». Ou sous les termes de qualités physiques, ou potentiel physique. (Duret, 2004).

#### **2-2-Son intervention dans le système d'entraînement :**

Partie intégrante de la préparation sportive, la préparation physique (P.P) est l'espace méthodologique qui étaye l'approche spécifique de l'entraînement. C'est la somme des registres d'intervention qui, autour de la dimension technico-tactique, contribuent au développement de la capacité de performance du sportif en traitant les moyens physiques nécessaires à la discipline.

La préparation physique est réduite à sa dimension " généralisée " en amont de toute approche spécifique. Or si on lui donne une fonction d'étayage en regard des adaptations spécifiques que l'entraînement sportif se donne pour cible, on ne peut plus limiter la préparation physique au seul domaine foncier

dit généraliser. Désormais, les contenus génériques de la préparation physique (renforcement musculaire, vitesse, endurance, etc.), ne valent que s'ils traitent les spécificités d'une épreuve sportive. « Toute technique sportive est sous tendue par les moyens physiques qu'elle suppose » (MANDEL, 1990)

Dans toute performance, la technique sportive s'inscrit dans un effort à triple tentions :

Espace/temps, intensité/fréquence, constance/événement .Autant d'axes de traitement supportant la capacité de performance et le maintien de son niveau. Ainsi la préparation physique est au service du spécifique doit pourvoir au conditions de réalisation de la tâche sportive, en s'intéressant aux aspects psychomoteurs liés aux apprentissages techniques, aux moyens fonctionnels liés à leur amélioration aux dimensions énergétiques liées a l'épreuve (intensité et endurance spécifique) .cette ambiguïté du rôle de la préparation physique dans le système d'entraînement pose l'analyse de la tâche sportive comme préalable à l'élaboration de ses contenus, pour mieux traiter les écarts entre le profil évalué du sportif est les exigences de son épreuve.(Lacrampe, 2007).

### **2-3-Les Taches de la préparation physique :**

1-La constitution d'une base pour la capacité spéciale de l'organisme, en insistant sur les facultés de vitesse et de coordination nous mettons l'attention sur le développement de la force dynamique de ces joueurs.

2-L'amélioration de l'aspect technique et tactique des actions de jeu de l'individu (emploi des deux jambes) et des mouvements offensifs et défensifs par petits groupes de joueurs (deux).

3- L'apprentissage de connaissances fondamentales pour les joueurs comme base d'un raisonnement et d'actions énergiques dans des circonstances de jeu et le développement de facultés créatives.

4- la formation de la personnalité en exerçant une influence sur les qualités morales et volontaires du joueur(G.Dupont, 1995).

### **2-4-Les Méthodes de la préparation physique :**

Face aux exigences de la pratique sportive actuelle, le concept de la préparation physique générale (P.P.G) est devenu obsolète, en effet, l'augmentation du nombre de compétitions réclamant une grande capacité de répétition de la performance et la réduction du temps de préparation avant les rencontres sont deux réalités interdépendantes de la pratique sportive qui mettent les principes basiques de l'entraînement sous des pressions méthodologiques nouvelles (Gilles 2005):

- ❖ D'une part, il faut rentabiliser les processus d'entraînement à court terme, ce qui remet en question les délais nécessaires au développement du potentiel physique.
- ❖ D'autre part, il faut développer le potentiel du sportif au plus près des exigences de sa discipline, dans un triple but d'efficacité, de prophylaxie (prévention des traumatismes spécifiques) et le maintien de la performance sur la saison entière.

### **3- La préparation physique en football :**

Elle constitue un processus visant à parfaire et à stabiliser la condition physique du joueur de manière à ce qu'il puisse donner le meilleur de lui-même au cours du jeu. La préparation physique a un double objectif ; amélioration polyvalente de la base de mobilité du joueur et développement de qualités spéciales de mobilité qui sont en accord avec les exigences d'une performance sportive.

Le contenu de la préparation physique doit répondre à la catégorie d'âge et au niveau de performance.

Lors de l'élaboration du contenu de la préparation physique nous portons de l'analyse du contenu de mobilité du jeu.

La préparation physique ne constitue pas une fin en soi, elle est destinée à améliorer l'efficacité du joueur, pour cela il faut avant tout respecter la santé de l'individu.

Il est hors de question de faire travailler de condition physique efficace sur un organisme présentant des pathologies importantes. Avant de travailler physiquement en qualité, il faut exiger un examen médical complet. (Gilles 2005)  
L'entraînement et l'équipe technique doivent définir la place de la préparation physique, il est clair que les qualités principales du joueur sont avant tout techniques et tactiques.

#### **3-1-De la quantité vers la qualité :**

Depuis toujours la préparation physique des sports collectifs est constituée sur la base de l'endurance, la quantification de l'entraînement s'est faite à partir du kilométrage. Aujourd'hui cette optique, quantitative est révolue, une relecture des efforts du joueur à la cour d'un match montre que les efforts intenses et rapides ne représentent que 5% du temps de jeu même pour les postes les plus exigeants (Milieu de terrain). Il est donc important de se préoccuper de l'amélioration de la vitesse, de plus, ces actions s'avèrent déterminantes sur le résultat du match.

### **3-2-La préparation physique dissociée :**

Les séances de travail dit « physique » et celles de technique et/ou spécifique sont ici séparées l'instar des rugbymen professionnels qui s'adonnent à la musculation, au combat ou à la course le matin, et pratique le rugby l'après midi, cette approche favorise le traitement athlétique de la préparation physique. Loin des compétitions, cette voie assure le développement paramétré des qualités physiques visées : la préparation physique est dissociée du spécifique pour mieux maîtriser le développement du potentiel aux niveaux requis par la tâche du sportif.

Quant à savoir si le sportif assimile le développement physique dans sa capacité de performance, la réponse se trouve autant dans le rapport et l'articulation avec l'entraînement spécifique, que dans la durée effective de préparation avant les compétitions.

### **3-3-La préparation physique associée :**

Ici, entraîneur et préparateur physique se partage le temps de séance et emboîtent leurs charges de travail en alternant leurs interventions. Par exemple :

- 1- échauffement (P.P)
- 2- spécifique (technique)
- 3- travail de vitesse (P.P)
- 4- spécifique (tactique en collectif partiel)
- 5- renforcement musculaire(P.P).
- 6- spécifique (tactique en collectif total)
- 7- aérobie + retour au calme/stretching (P.P).

Notons que L'entraîneur, s'il en a les compétences, peut lui-même assurer cet enchaînement.

### **3-4-La préparation technique et tactique :**

La préparation technique et tactique représente le noyau de l'entraînement sportif en football. Elle comprend l'apprentissage des aspects techniques et tactiques des actions de jeu de L'individu (DOUCET, FOOTB ALL, entraînement tactique.2002), l'exercice et le perfectionnement des combinaisons de jeu et des systèmes de jeu et par la même occasion L'accroissement des connaissances particulières et des capacités créatives des joueurs.

Cette préparation comprend:

- 1- l'acquisition de connaissances particulières.
- 2- l'exercice et le perfectionnement d'actions de jeu par l'individu, de combinaisons de jeu et de systèmes de jeu.

3- le développement des capacités créatives du joueur.

### 3-5-L'entraînement physique intégré :

L'aptitude aérobie du joueur de football est d'une importance major.

En effet, il a été montré qu'une augmentation des variables de L'aptitude aérobie était accompagnée d'une meilleure performance en match. (Helgerud et al. 2001) ont montré qu'une élévation de VO<sub>2</sub> max de 6 ml kg<sup>-1</sup> min<sup>-1</sup> augmentation de 13% et une amélioration de l'économie de course de 7 % était accompagnée, pendant un match de football :

- + D'une augmentation de distance parcourue de 20% (1800 m par joueur)
- + D'une augmentation d'engagements avec le ballon (24%)
- + D'un doublement du nombre de sprints (100%).
- + Et d'une augmentation de l'intensité de jeu (de 83 à 86% de FC max).

(DELLAL 2008).

L'endurance est une qualité très importante dans le football. Elle est au centre du développement de L'ensemble des différents facteurs de la performance. Son optimisation est une condition sine que non à la réalisation de bonnes performances durant toute la saison. Nous avons bien vu qu'il existe un grand nombre de méthodologies pour la développer lors de la préparation physique de début de saison. En guise de rappel : dans un premier temps, on effectue un travail à base de courses continues (capacité aérobie) puis des courses par intervalle (exercice intermittents) (ROUX 2006). Enfin, tout au long de la saison et de la compétition, on tente de maintenir l'endurance des joueurs à son niveau optimal. Pour ce faire, on effectue des cycles d'exercices intermittents et de VMA/PMA (cycles de pique de rappel).

Toute fois en oublie souvent de prendre en compte un élément important dans l'entraînement : l'aspect de la préparation physique intégré tout au long de la saison, on entretient l'endurance grâce à L'enchaînement et des matchs. A l'intérieure même de la séance, on trouve de nombreux exercices permettant de la maintenir. Des exercices comme les jeux réduits à base de conservation permettent d'approcher le travail d'endurance lors d'un exercice intermittent de courte durée.

# **TROISIÈME CHAPITRE**

**Le système cardiorespiratoire et l'hémogramme**

- A- Le Cœur**
- B- Le Système Vasculaire**
- C- Système Respiratoire**
- D- Le Sang et l'hémogramme**

### **Introduction :**

Le système cardiorespiratoire occupe au sein de l'organisme une place essentielle puisqu'il est indispensable au bon fonctionnement de tous les autres systèmes. D'une certaine façon, toutes les fonctions de notre corps voir de chaque cellule dépendent de cet appareil. C'est pour quoi le premier but de système cardiorespiratoire est d'assurer un approvisionnement en oxygène suffisant dans l'organisme pour satisfaire la demande des cellules .

Les organes qui assure le transport de l'oxygène depuis l'air ambiant jusqu'aux différents tissus de l'organisme sont :les poumons, le cœur, le sang et le reste de l'appareil circulatoire .Ce cheminement de l'oxygène se trouve ainsi sous la dépendance d'une série de fonctions dont chacune peut constituer un facteur limitant de la capacité à transporter une quantité suffisante d'oxygène aux cellules musculaires

La respiration associe deux fonctions : la ventilation (celle-ci est réalisée par des phénomènes mécaniques d'expansion et de rétraction de la cage thoracique provoquant l'inspiration et l'expiration d'air) et l'échange des gaz (O<sub>2</sub>) et (CO<sub>2</sub>) entre l'air et le sang au niveau des alvéoles pulmonaires assuré par la diffusion alvéolo-capillaire.

Afin que le sang circule de façon continue tout le long du réseau vasculaire, le cœur (moteur principal de l'appareil cardiorespiratoire et le point de départ de la circulation sanguine) doit générer suffisamment de pression sanguine pour assurer un débit sanguin suffisant aux tissus Les cellules de l'organisme puisent dans le sang l'oxygène et les éléments nutritifs qui leurs sont nécessaires et rejettent dans celui-ci le gaz carbonique

(CO<sub>2</sub>) et leurs déchets. Le sang arrive donc aux tissus, oxygénés, c'est le sang artériel et il en revient appauvri et souillé, c'est le sang veineux.

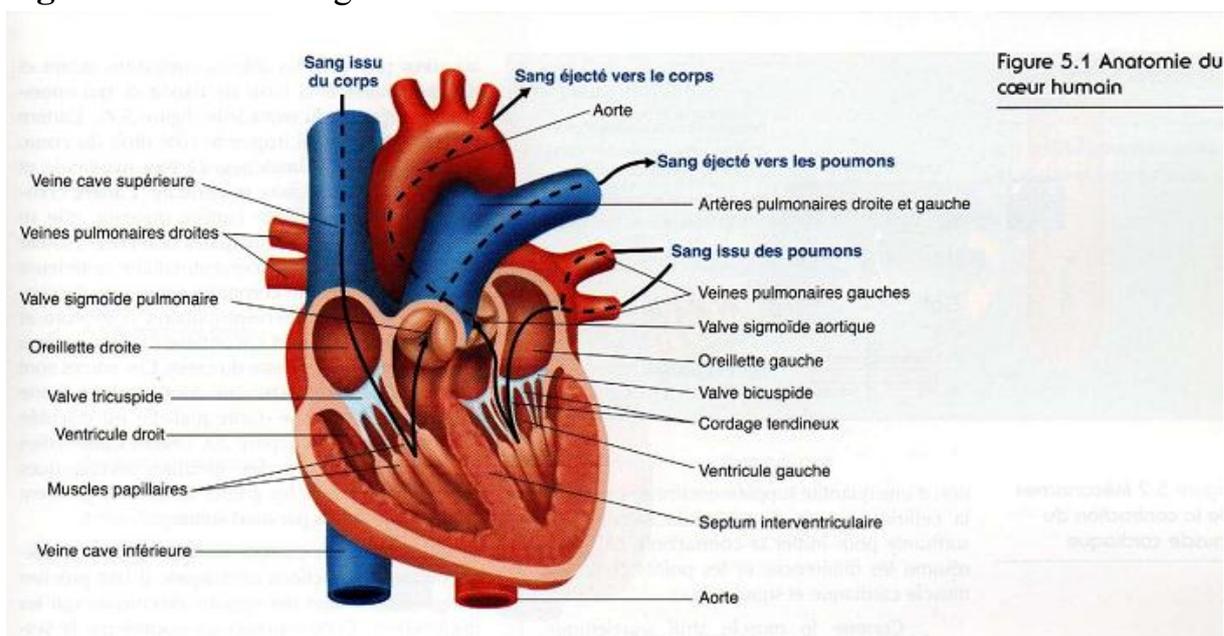
La compréhension du mécanisme de fonctionnement de l'appareil cardiorespiratoire est donc essentielle pour des spécialistes de l'activité physique et sportive, mais également pour les sportifs qui veulent mettre en correspondance leurs sensations avec la réalité physiologique. Nous allons, dans ce chapitre, étudier l'organisation et le fonctionnement du système cardiorespiratoire et donner la définition de quelques paramètres cardiaque respiratoires les plus liés à la pratique sportive.

## A- LE COEUR:

### 1- L'anatomie du cœur :

Le cœur est le moteur principal et le point de départ de la circulation sanguine. Son rôle est d'assurer l'hémodynamique, c'est à dire la pression nécessaire à la circulation du sang afin d'approvisionner continuellement les muscles en oxygène et en nutriments pour la production d'énergie et de récupérer rapidement les produits du métabolisme énergétique. Cette circulation est appelée "écoulement de masse" car tous les constituants du sang se déplacent ensemble.

**Figure 01:** Anatomie générale du cœur



#### 1-1- La localisation et les dimensions :

Le cœur est une pompe en perpétuelle activité ayant une puissance de 15 watts, réalisant des performances étonnantes :

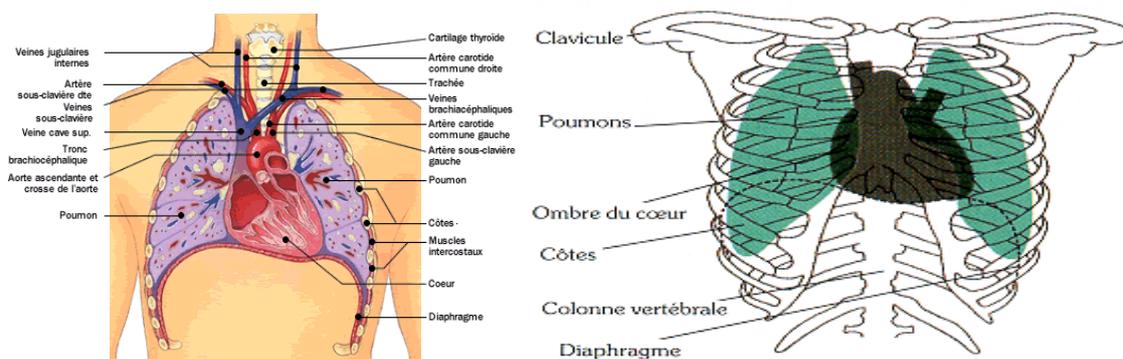
- Nombre de contraction : 70 par minute soit 100 000 Par jour soit 40 million par an ; soit pour une vie de 70 ans ; 3 milliard de battement.
- En débit : 6 litres par minute soit 8640 litres par jour ; soit 4 million litres par an ; soit pour une vie de 70 ans, 300 million de litres .
- Une adaptation à l'effort pouvant passer en quelques secondes de repos complet à l'effort intense (C.Craplet-P Craplet 1986).

**Figure 02** : valeurs caractéristiques du cœur (S. Tonguy ; université d'avignon et des pays des bases de physiologie cardiovasculaire. pdf)

Taille	12 cm
Poids	250-350 g
Fréquence	60-80
Batt/jour	100 000
Batt/vie	3 milliards
Vol. éjection (VE)	80 ml/ battement
VE/jour	8 000 litres / jour

La taille et le poids relatifs du cœur ne laissent pas deviner sa force incroyable. En effet, cet organe de forme conique n'est pas plus gros qu'un poing fermé et son poids varié entre 250 et 350 g (soit environs 5 fois moins que l'encéphale pour un organe dont le fonctionnement incessant est essentiel). Le cœur est logé à l'intérieur de médiastin inférieur, cavité centrale du thorax osseux, et est bordé latéralement par les poumons. L'apex du cœur pointe vers le bas en direction de la hanche gauche et repose sur diaphragme, à la hauteur de cinquième espace intercostal (C'est exactement à cet endroit que l'on place le stéthoscope pour mesurer le choc de la pointe du cœur). La base du cœur, sa face postéro-supérieure, plus large, est le point d'émergence de tous les gros vaisseaux du corps ; situé Au dessous de la deuxième cote, elle fait face à l'épaule droite (E.N. Marieb 2008 )

**Figure03:** La localisation du cœur dans le thorax



## 1-2 Les enveloppes et la Paroi :

Le cœur pèse 300g, soit 0.4% de la masse corporelle avec un volume maximum avant la systole des 800 ml soit en moyenne 11 ml par kg corporel.

Il est creusé de 4 cavités communiquant deux à deux c'est-à-dire

Que le cœur résulte de l'accolement de deux cœurs. Chaque cœur comprend une oreillette et un ventricule.

Le cœur comprend 3 tissus qui sont, en allant de l'extérieur vers l'intérieur :

- **Le péricarde** : qui est une enveloppe séreuse entourant l'organe avec deux feuillets :

1- **Le péricarde séreux** : constitué de deux feuillets, l'un appliqué sur le cœur, l'autre appliqué sur le péricarde fibreux. l'existence de ces deux feuillets permet les mouvements de glissement entraînés par les contractions du cœur (M. Lacombe 2006).

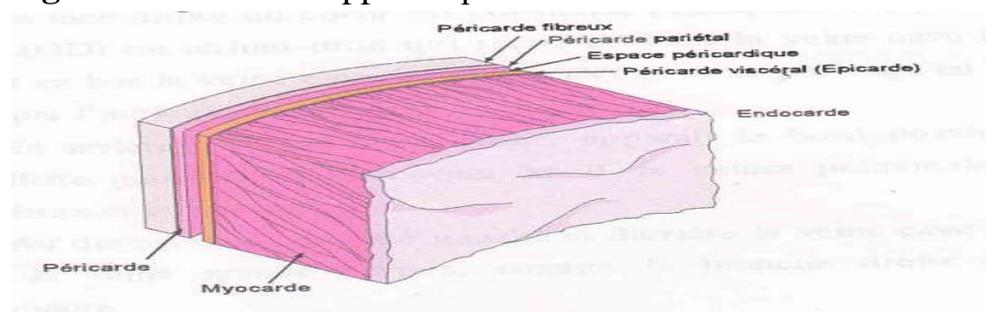
Les membranes de péricarde séreux secrètent liquide lubrifiant la sérosité. Ce liquide lubrifie les lames du péricarde séreux et élimine une bonne part de la friction créée entre elles par les battements du cœur (E.N. Marieb 2008).

2- **Le péricarde fibreux** : qui est rattaché, à la hauteur de la base du cœur, à la lame pariétale du péricarde séreux, qui est lâche mais renforcé sur sa face superficielle de tissu conjonctif dense cette couche fibreuse protège le cœur et l'amarre aux structures avoisinantes comme le diaphragme et le sternum. (même référence).

3- **Le myocarde** : qui est un muscle rouge très puissant et très épais au niveau des ventricules et surtout du ventricule gauche Il est composé d'une part de tissu musculaire cardiaque formé de fibres musculaires striées anastomosées assurant la contraction cardiaque et d'autre part de tissu nodal qui assure l'automatisme des contractions cardiaques c'est le seul muscle strié de l'organisme qui n'est pas soumis à l'action de la volonté.

- **L'endocarde** : l'endocarde tapisse l'intérieur des cavités cardiaques ; il ressemble à la couche tapissant l'intérieur des vaisseaux.

**Figure N° 04** : enveloppe et paroi du cœur.



### 1-3- Les cavités et les gros vaisseaux du cœur :

#### 1-3-1- La face droite du cœur :

Figure 05 : vu droite du cœur (d'après L. Delpech)



La face droite du cœur est constituée principalement par l'oreillette droite (OD) ou atrium droit qui reçoit en haut la veine cave supérieure (VCS) en bas la veine cave inférieure (VCI) et se prolonge en haut et en Avant par l'auricule droite (AD).

En arrière de l'oreillette droite, apparaît le bord postéro-droit de l'oreillette gauche (OG) recevant les deux veines pulmonaires droites, supérieure et inférieure.

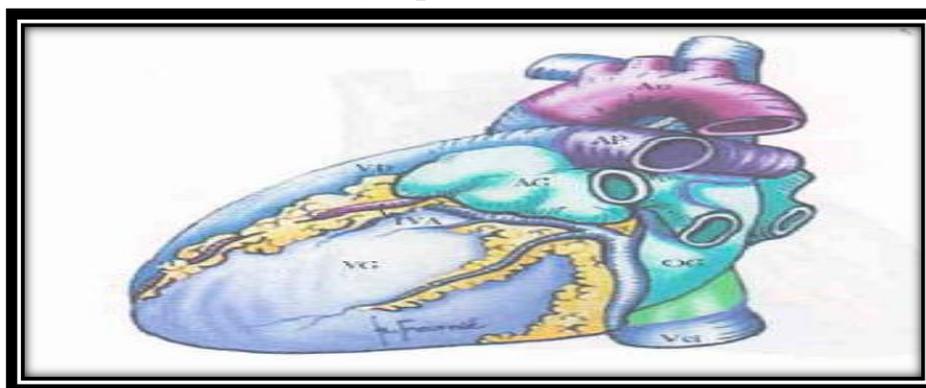
Au dessous de l'oreillette gauche et derrière la veine cave supérieure, sous la veine grande azygos) émerge la branche droite de l'artère pulmonaire.

En avant, le ventricule droit (VD) est peu visible. Il donne naissance à l'artère pulmonaire. Entre l'artère pulmonaire et la veine cave inférieure, apparaît la face droite de l'aorte ascendante (AO).

Dans la graisse du sillon auriculo-ventriculaire droit, chemine l'artère coronaire droite (CD).

#### 1-3-2- La face gauche de cœur :

Figure 06: vue droite de cœur (d'après L. Delpech)

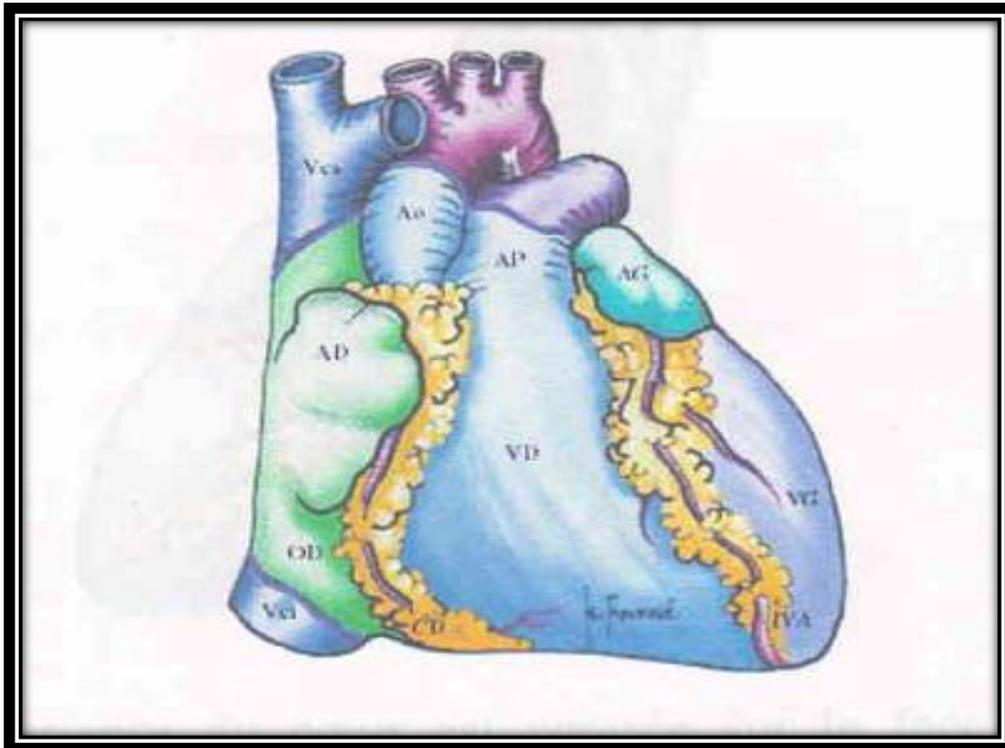


La face gauche du cœur est formée surtout par le ventricule gauche (VG). En avant de lui, apparaît l'infundibulum du ventricule droit (VD) d'où naît l'artère pulmonaire (AP) qui se bifurque en branches droite et gauche, au dessous de la crosse aortique (AO) à laquelle elle est reliée par le ligament artériel.

En arrière du ventricule gauche, apparaît la face gauche de l'oreillette gauche (OG) ou atrium gauche qui reçoit les deux veines pulmonaires gauches et se prolonge vers le haut et l'avant par l'auricule gauche (AG). Dans le sillon inter ventriculaire antérieur, chemine l'artère de même nom (IVA) accompagnée par la grande veine coronaire qui passe ensuite dans le sillon auriculo-ventriculaire gauche et se termine dans le sinus veineux coronaire.

### 1-3-3- La face antérieure du cœur :

Figure 07: vue antérieure du cœur (d'après L. Delpech)



La face antérieure du cœur correspond surtout au ventricule droit (VD) qui se prolonge vers le haut par l'artère pulmonaire (AP) bifurquée au dessous et à gauche de la crosse aortique à laquelle elle est réunie par le ligament artériel.

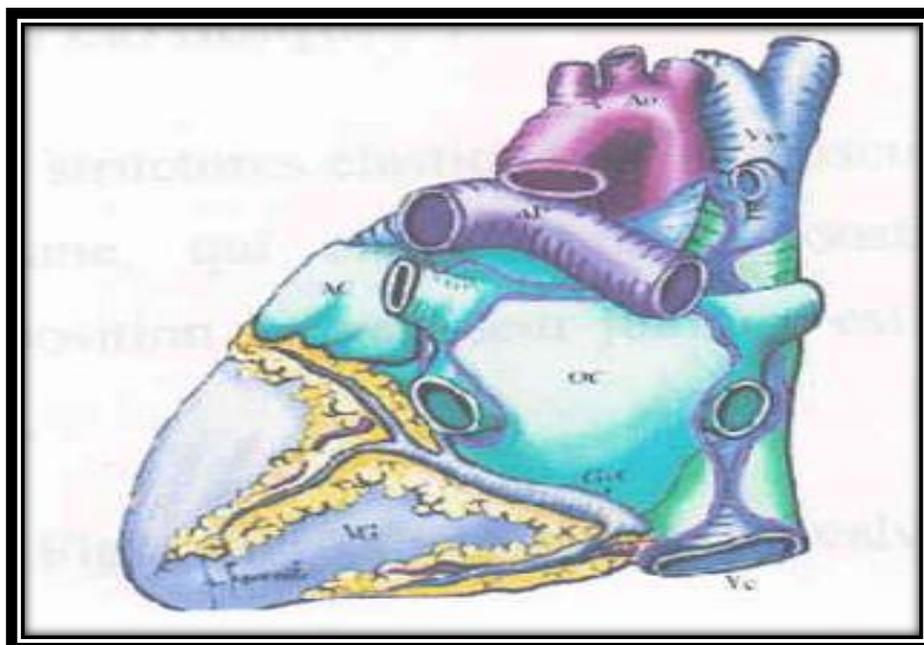
A droite, apparaît l'oreillette droite (OD) ou atrium droit entre les deux veines caves supérieures et inférieures. Dans le sillon auriculo-ventriculaire droit, court l'artère coronaire droite (CD).

A gauche, une petite portion du ventricule gauche (VG) est visible. Dans le sillon inter ventriculaire antérieur, court l'artère de même nom GVA).

L'auricule gauche (AG) apparaît sous l'artère pulmonaire (AP) gauche, l'auricule droite (AD) cache en partie l'aorte ascendante (AO).

#### 1-3-4- La vue Postérieure du cœur :

**Figure 08** : vue postérieure du cœur (d'après L.Delpech)



La vue postérieure du cœur est centrée sur la face postérieure de l'oreillette gauche (OG) ou atrium gauche où arrivent les quatre veines pulmonaire, droites et gauches.

Autour des veines pulmonaires, court la ligne de réflexion du péricarde. Sur la face gauche de l'oreillette gauche, apparaît l'auricule gauche (AG). Au dessus de l'oreillette, sont visibles la bifurcation de l'artère pulmonaire (AP) et la crosse aortique (AO) A droite de l'oreillette gauche apparaît la face postérieure de l'oreillette droite entre les deux veines caves, supérieure (VCS) et inférieure (VCI).

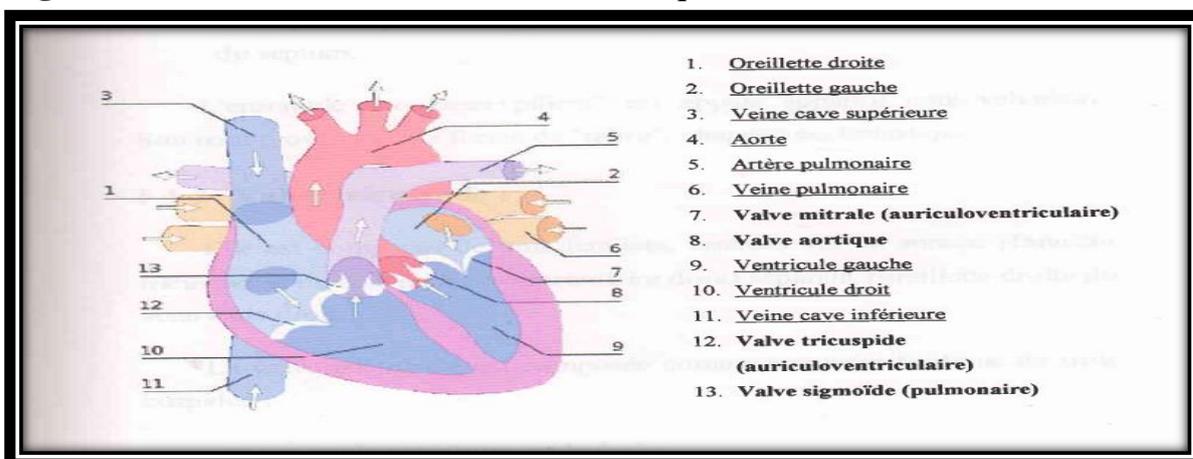
Au dessous et à gauche de l'oreillette gauche, on voit les faces inférieure et gauche du ventricule gauche (VG). Dans le sillon auriculo-ventriculaire gauche, court la grande veine coronaire (GVC) puis le sinus veineux coronaire. L'artère inter-ventriculaire inférieure occupe le sillon de même nom.

#### 1-4- Les valves cardiaques :

Ce sont des structures élastiques, non musculaires, sans innervation ni irrigation sanguine, qui ont la même constitution que le cartilage articulaire.

En position fermée, leur jointure est continente, empêchant le passage du sang.

Figure N° 09 : anatomie des valves cardiaques



#### 1-4-1 Valve mitrale :

Elle est composée de deux feuillets, insérés sur un anneau (l'anneau mitral ou anneau atrioventriculaire gauche) séparant l'oreillette gauche et le ventricule gauche et reliés au muscle ventriculaire (piliers ou muscle papillaire) par des cordages tendineux. La valve mitrale présente donc deux parties que l'on appelle des cuspides (séparées par une petite commissure) :

- ✚ la cuspide latérale est appelée la petite valve, elle s'insère à la partie externe de l'anneau
- ✚ la cuspide septale est appelée la grande valve, elle s'insère au niveau du septum.

L'ensemble "cordages+piliers" est appelé appareil sous-valvulaire, Son nom provient de sa forme de "mitre", chapeau ecclésiastique.

#### 1-4-2 Valve tricuspide :

Elle est composée de trois feuillets, insérées sur un anneau (l'anneau tricuspide ou anneau atrioventriculaire droit) séparant l'oreillette droite du ventricule droit.

La valve tricuspide est composée comme son nom l'indique de trois cuspides :

- ❖ une cuspide antérieure ou latérale;
- ❖ une cuspide septale, contre le septum inter ventriculaire;
- ❖ une cuspide inférieure.

Ces trois valvules réunissent Pendant le temps de systole ventriculaire et s'éloignent lors de la systole auriculaire

**1-4-3 Valve aortique** : Elle est composée de trois feuillets appelés cusps, valvules ou sigmoïdes :

- ❖ une valvule dorsale
- ❖ une valvule antérolatérale gauche
- ❖ une valvule antérolatérale droite

Le cœur est un muscle battant qui pompe le sang dans l'ensemble du corps. À l'antérieur du cœur, quatre valves s'ouvrent et se ferment selon une séquence précise pour assurer la circulation du Sang dans la bonne direction.

Deux valves cardiaques contrôlent le flux sanguin entre les chambres Supérieures du cœur (les oreillettes) et les chambres inférieures (ventricules). Les deux autres valves contrôlent le flux sanguin entre les ventricules et les poumons et le corps. l'ouverture et la fermeture de ces quatre valves créent deux "sons cardiaques" distincts, appelés battement du cœur .

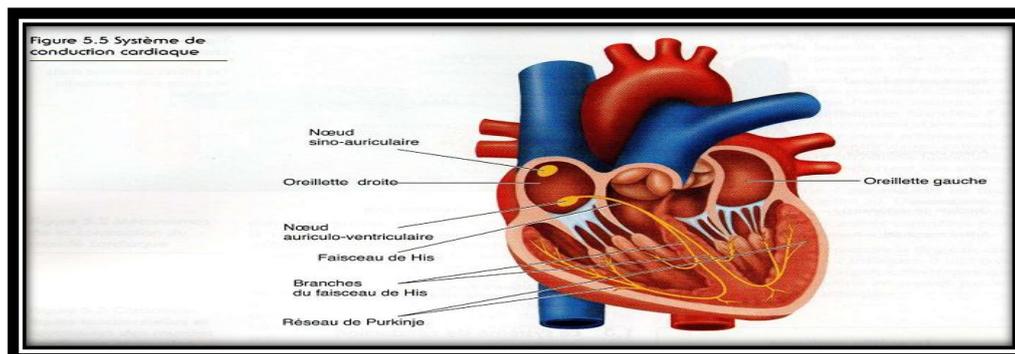
au cours d'un battement normal du cœur, le sang pauvre en oxygène renvoyé par le corps remplit l'oreillette droite qui se contracte et envoie le sang par la valve tricuspide dans le ventricule droit. Le ventricule droit se contracte à son tour et envoie le sang par la valve pulmonaire dans l'artère pulmonaire. L'altère pulmonaire transporte le sang jusqu'aux poumons pour qu'il s'y recharge en oxygène.

Simultanément, le sang riche en oxygène provenant des poumons pénètre dans l'oreillette gauche, qui l'envoie par la valve mitrale dans le ventricule gauche. Lorsque le ventricule gauche se contracte. le sang passe par la valve aortique et pénètre dans l'aorte où il est réparti dans le corps.

Le sang est acheminé dans le cœur par les valves. Lorsque les oreillettes se contractent, les valves de ces chambres supérieures, la valve tricuspide et la valve mitrale, s'ouvrent et laissent le sang s'écouler dans les ventricules. Lorsque les ventricules se contractent, la valve tricuspide et la valve mitrale se ferment tandis que les valves ventriculaires, la valve pulmonaire et la valve aortique, s'ouvrent sous la pression ventriculaire. Le sang qui quitte les ventricules ne peut pas remonter grâce au petit joint formé par les valves aortique et pulmonaire. Plusieurs troubles peuvent affecter le fonctionnement valvulaire, notamment la régurgitation valvulaire et la sténose valvulaire.

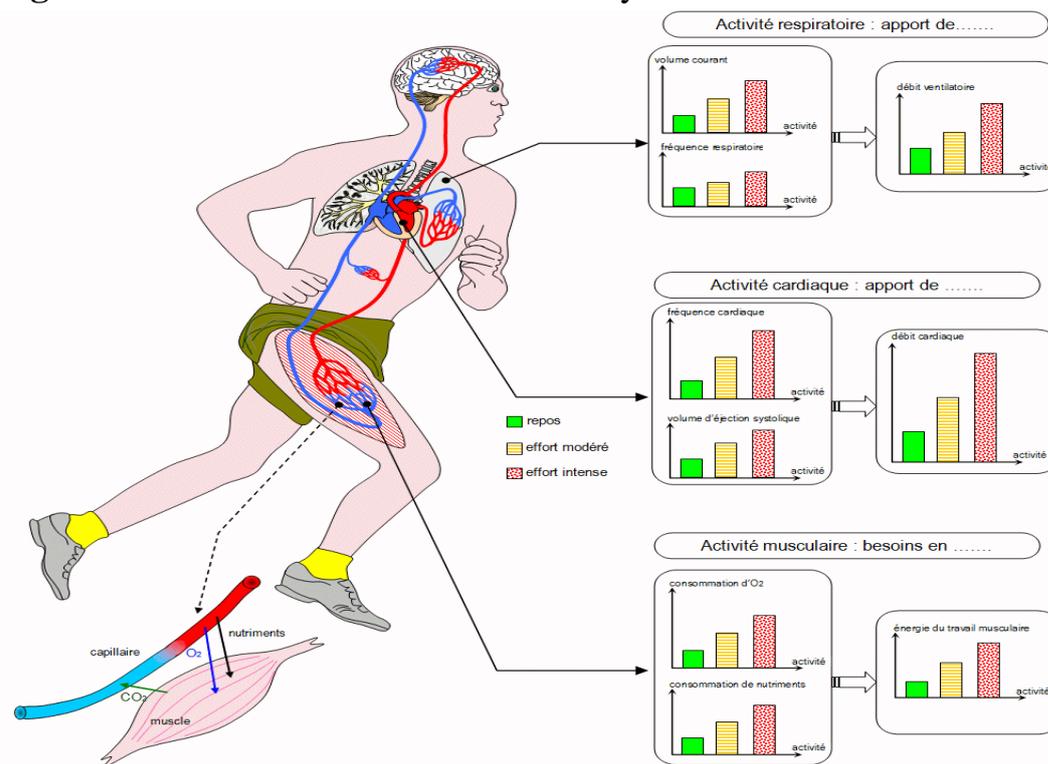
### 1-5- Innervation du cœur :

Figure N° 10 : les nœuds du cœur



Un grand nombre de fibres nerveuses parasympathiques, émanant du nerf vague, se terminent au voisinage du « pacemaker », c'est-à-dire dans la région sinusale du cœur. Lorsqu'elles sont stimulées, elles libèrent de l'acétylcholine qui provoque un ralentissement de la fréquence cardiaque (inhibition). Les nerfs sympathiques sont des rameaux efférents des ganglions stellaires, où relaient les fibres sympathiques qui se dirigent vers le cœur. Ils se terminent en formant un réseau serré situé dans le muscle cardiaque lui-même. Leur stimulation détermine (1) un accroissement de la fréquence cardiaque (accélération) et (2) un accroissement de l'énergie contractile des fibres musculaires. L'adrénaline et la noradrénaline déterminent très rapidement une augmentation de la pression et une évacuation cardiaque plus complète, ce qui a pour effet de réduire le volume cardiaque diastolique. Le pneumogastrique ne semble pas influencer la contractilité du muscle cardiaque. Grâce à l'intervention de cette innervation la fréquence cardiaque spontanée est sujette à d'importantes modifications : chez un sujet jeune ayant terminé sa croissance, le cœur, s'il est en bonne état, peut présenter des fréquences de contraction comprises entre 40 et 200, cette dernière fréquence étant atteinte au cours de l'exercice intense.

Figure N°11 : Schéma fonctionnel des Systems intervenant au mouvement

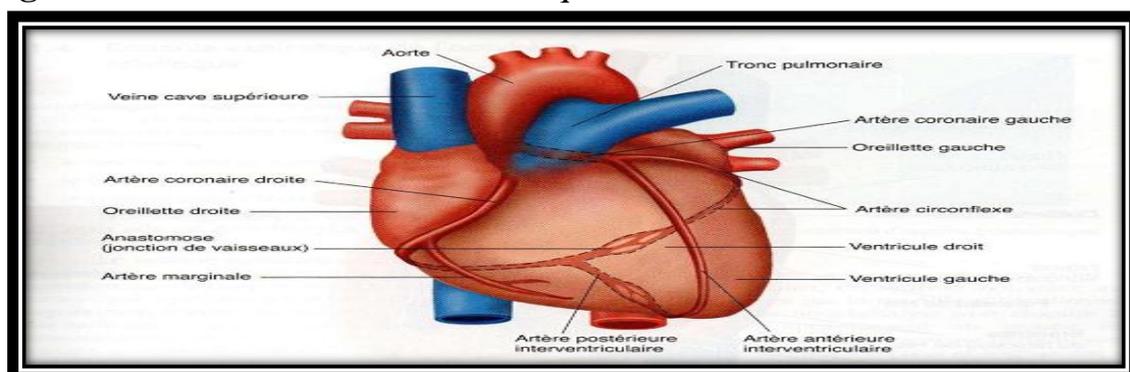


### 1-6- vascularisations et irrigation du cœur :

C'est le myocarde, le muscle du cœur, qui est responsable de la contraction et de l'expulsion du sang hors du cœur. Le myocarde reçoit sans sang (pour son fonctionnement propre) pm les artères coronaires droite et gauche. Ces vaisseau: sortent ce l'aorte, d'où est expulsé le sang oxygéné en provenance du ventricule gauche, puis irriguent le cœur. Les veines coronaires succèdent aux artères et drainent tout le sang coronaire à travers une large veine qui s'appelle « le sinus coronaire ».

Dans l'oreillette droite, le sinus coronaire conduit le sang veineux rejetant les métabolites et le CO<sub>2</sub>, consécutif au métabolisme propre du Cœur. Puis ce sang veineux mêlé dans l'artère pulmonaire en direction des poumons.

Figure N°12:réseau coronaire cardiaque



## **2- La physiologie du cœur :**

### **2-1- Le système de conduction du cœur :**

Contrairement aux muscles squelettiques, qui ont besoin de la stimulation de l'influx nerveux pour se contracter, le muscle cardiaque a la propriété de se contracter de façon spontanée et indépendante, même détaché de toutes ses connexions nerveuses. Un cœur isolé et placé dans une solution nutritive continue à battre durant un certain temps et, qui plus est, les contractions sont régulières et continues. Bien que le muscle cardiaque soit capable de contractions autonomes, les myocytes des diverses régions du cœur ont un rythme qui leur est propre. Ainsi, les cellules des oreillettes se contractent environ 60 fois par minute, tandis que les cellules des ventricules sont plus lentes (de 20 à 40 batt/min). Cela prouve que, sans un système de régulation unifié, le cœur serait une pompe peu coordonnée et inefficace (E.N. Marieb 2008).

La contraction cardiaque est assurée par les fibres myocardiques qui sont réunies en unités fonctionnelles. Le cœur est doué d'un automatisme nerveux permettant le fonctionnement spontané du cœur suivant une fréquence cardiaque. Cet automatisme est sous la dépendance du système nerveux intrinsèque du cœur.

#### **2-1-1 Le système nerveux intrinsèque :**

De nombreuses cellules myocardiques ont une activité électrique spontanée, chacune battant à un rythme intrinsèque. Cependant, dans un cœur normal, l'activité électrique spontanée est localisée dans une zone particulière de l'oreillette droite : « le nœud sino-auriculaire (SNA) », qui sert de rythmeur au cœur (ou « pacemaker » mot anglais étendu au rythmeur électrique artificiel se substituant au nœud sinusal chez les cardiaques).

L'activité spontanée électrique du nœud sinusal auriculaire apparaît lors de déclin du potentiel de repos membranaire par la pénétration de sodium dans la cellule myocardique au moment de la diastole. Lorsque le potentiel de l'action atteint le seuil de dépolarisation, la vague de dépolarisation ne peut traverser directement les ventricules mais doit être relayée par un tissu conducteur spécialisé : le « nœud auriculo-ventriculaire » (NAV). Le NAV est situé dans le plancher de l'oreillette droite et connecte les oreillettes avec les ventricules, par une paire de branches conductrices qui sont le faisceau conducteur appelé le faisceau de « His ». Lorsqu'elles atteignent les ventricules, ces voies conductrices

Se séparent en plusieurs petites fibres : les cellules de « Purkinje » Celles-ci propagent l'onde de dépolarisation à travers les ventricules (v. Billat 2003)

Figure N° 13 : Conduction de l'influx nerveux au sein du cœur.

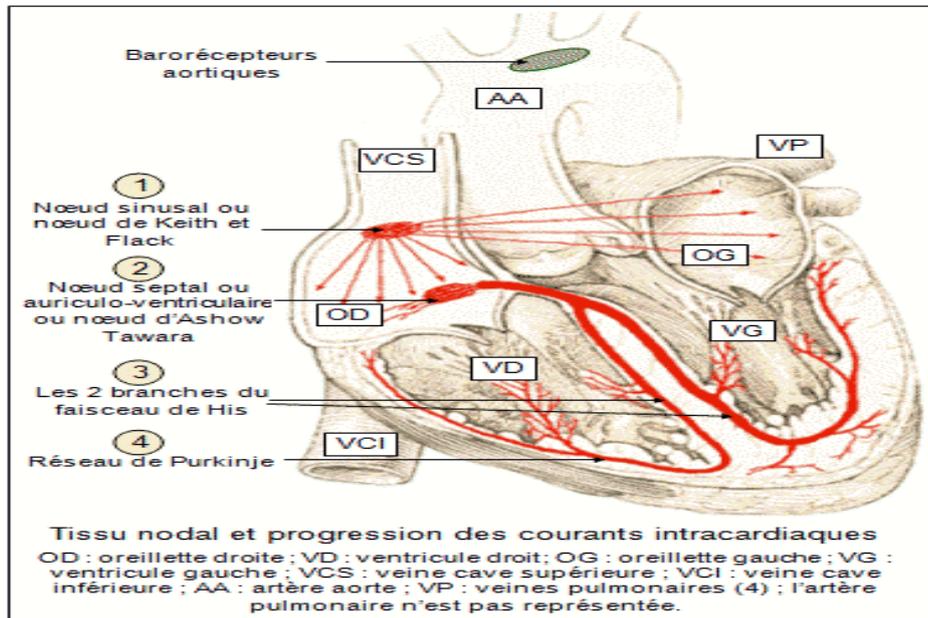
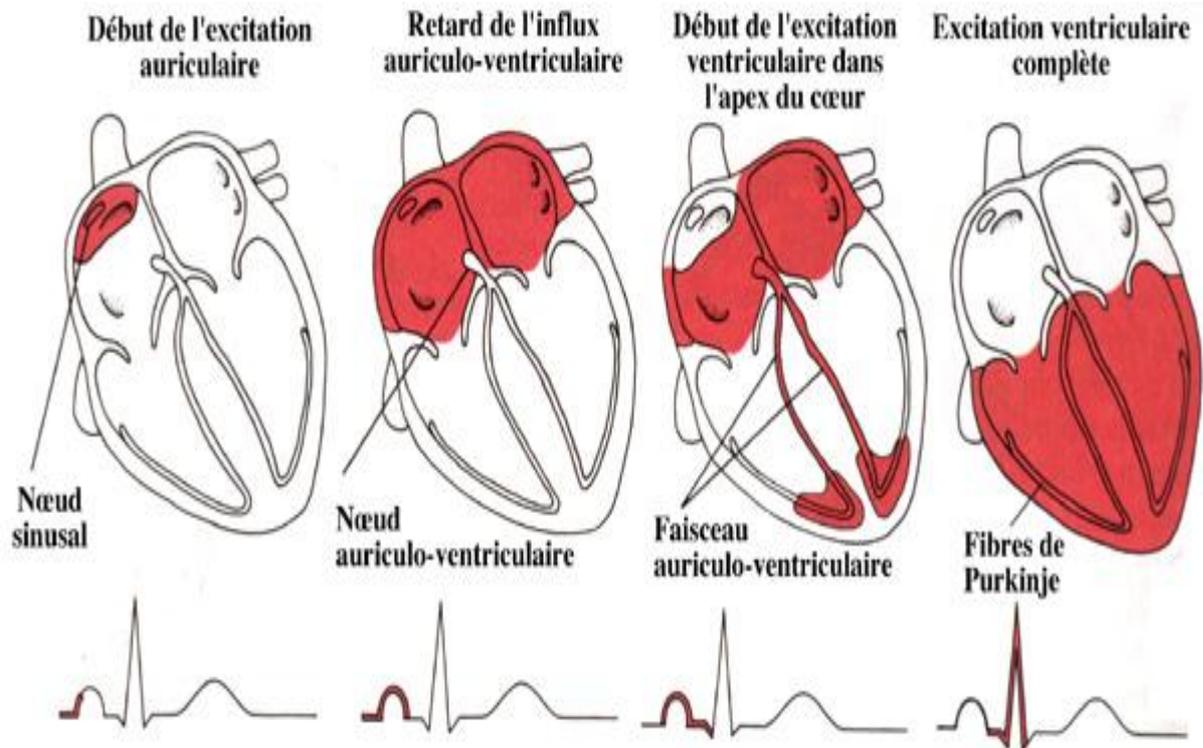


Figure N°14 : l'activité globale du cœur humain.



### 2-1-2 Le système nerveux extrinsèque :

Le système nerveux extrinsèque est composé du système sympathique et du système parasympathique. Il n'intervient à l'état normal que pour modifier l'activité cardiaque et l'adapter à l'activité générale de l'organisme :

### **2-1-2-1 Le système parasympathique :**

Le système parasympathique a pour médiateur nerveux le X (nerf pneumogastrique) et pour médiateur biochimique l'acétylcholine. Le X est la voie afférente du centre cardio-inhibiteur bulbaire.

Le parasympathique par son action sur le myocarde entraîne :

- un effet chronotrope négatif (bradycardisant)
- un effet inotrope négatif (diminution contractilité du cœur)
- un effet dromotrope négatif (diminution de la conduction cardiaque)
- un effet bathmotrope négatif (augmentation de l'excitabilité du myocarde).

L'effet du parasympathique est reproduit par la manœuvre vagale (Compression des globes oculaires, du glomus carotidien). La bradycardie produite peut entraîner une pause qui est spontanément résolutive (échappement vagal).

### **2-1-2-2 le système sympathique :**

Le système sympathique a pour médiateur neurologique le système sympathique (premiers ganglions sympathiques cervicaux para vertébraux) Et le ganglion stellaire de la moelle. Les fibres post ganglionnaires se systole et la diastole sont respectivement les phases successives de contraction et de relâchement du cœur (E.N. Marieb 2008).

Le cycle cardiaque est défini comme l'ensemble des événements survenant entre deux contractions successives du cœur. Si on s'intéresse aux ventricules, il est associé sur le plan mécanique la succession d'une diastole ventriculaire et d'une systole ventriculaire. Pendant la systole, les ventricules se remplissent de sang. Pendant la diastole, les ventricules se contractent et éjectent leurs contenus. Au repos, la durée de la diastole est supérieure à celle de la systole. Pour un rythme cardiaque de 74 bpm, un cycle cardiaque dure 0.81s (60 s / 74 bpm).

La diastole occupe ainsi 62 % du cycle, soit 0.50 s, la systole 38 % soit 0.31 s. L'accélération du cœur se traduit par une diminution proportionnelle de la phase diastolique et de la phase systolique.

Chaque cœur présente un cycle de fonctionnement, et « bat » ainsi environ 70 fois par minute (chez l'adulte). Ce cycle se décompose en quatre temps :

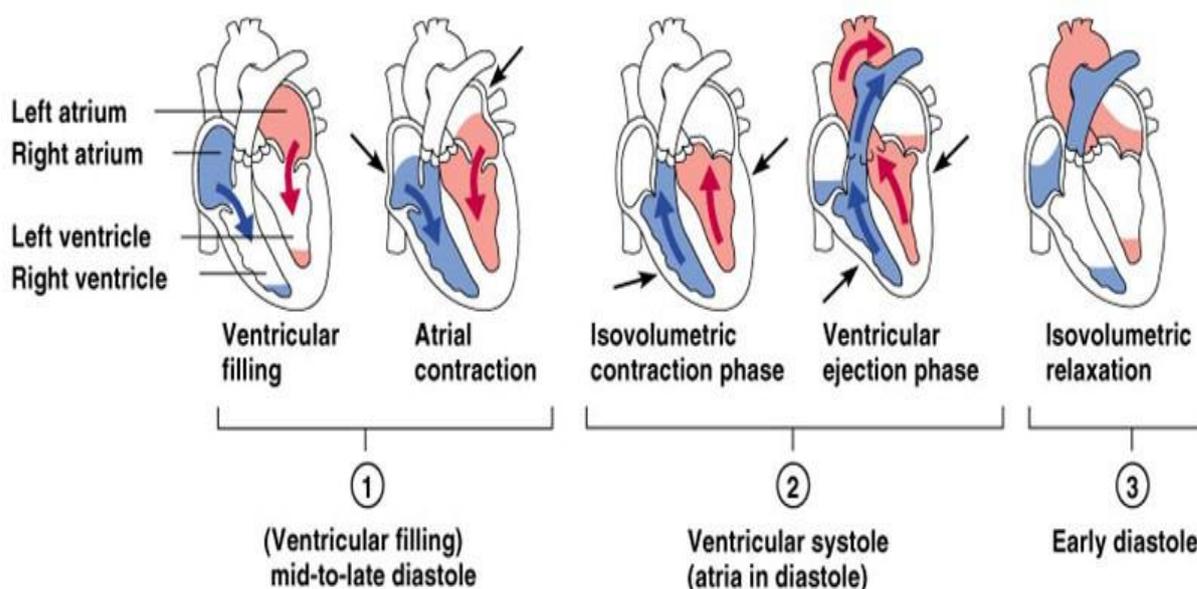
- 1- Le remplissage ventriculaire, durant le quel la valve atrioventriculaire est ouverte, et le sang afflue de l'atrium vers le ventricule, tandis que la valve aortique (pour le ventricule gauche) ou pulmonaire (pour le ventricule droit) est fermée.

2- La contraction iso-volumétrique, durant laquelle la contraction augmente la pression dans le ventricule, fermant la valve atrioventriculaire tandis que la valve aortique ou pulmonaire reste fermée.

3- L'éjection systolique, qui débute lorsque la pression dans ventricule surmonte la pression dans l'aorte ou l'artère pulmonaire, et cours de laquelle le sang est expulsé hors du ventricule.

4- La relaxation iso-volumétrique, qui débute lorsque la contraction du ventricule ayant cessé, la pression dans le ventricule devient inférieure à la pression dans l'aorte ou l'artère pulmonaire, de sorte que la valve aortique ou pulmonaire se ferme, tandis que la valve atrioventriculaire est encore fermée .

**Figure N°15** : Le cycle cardiaque



#### 2-4 L'énergétique myocardique :

L'énergie cinétique, fonction de la vitesse niveau de l'orifice aortique, représente au repos d'écoulement du sang au une part négligeable de la dépense énergétique cardiaque. À l'effort par contre, cette part devient significative, en particulier pour le ventricule droit .

Le rendement cardiaque, quant à lui, n'est que de 5 à 10 % dans les conditions de repos, mais il augmente jusqu'à 15 % à l'effort (en effet, à l'effort , le débit augmente normalement plus que la pression) .

Par conséquent, le rétrécissement d'un orifice cardiaque peut avoir des conséquences dramatiques à l'effort en provoquant un accroissement

considérable de l'énergie cinétique, sans permettre un accroissement proportionnel du débit, et avec une augmentation importante de la dépense énergétique du myocarde .

Le myocarde fonctionne uniquement en aérobose en utilisant 5 sources d'énergie :

- ❖ les acides gras représentent 60% de l'énergie ;
- ❖ le glucose représente 15 %
- ❖ Le lactate représente 10 % : le cœur est le seul organe utilisateur ; après transformation en pyruvate, il entre dans le cycle de Kreps ;
- ❖ Les corps cétoniques ;
- ❖ Les acides aminés (C. Craplet/P. Craplet 1986)

## **2 -5 L'électrocardiogramme (ECG) :**

L'activité électrique du cœur peut être enregistrée pour aider au diagnostic d'une pathologie cardiaque. Le principe est simple. Les liquides biologiques sont de bons conducteurs électriques.

L'activité électrique du cœur est ainsi transmise grâce aux liquides extracellulaires jusqu'à la peau où elle peut être détectée et enregistrée grâce à un système sensible appelé électrocardiographe.

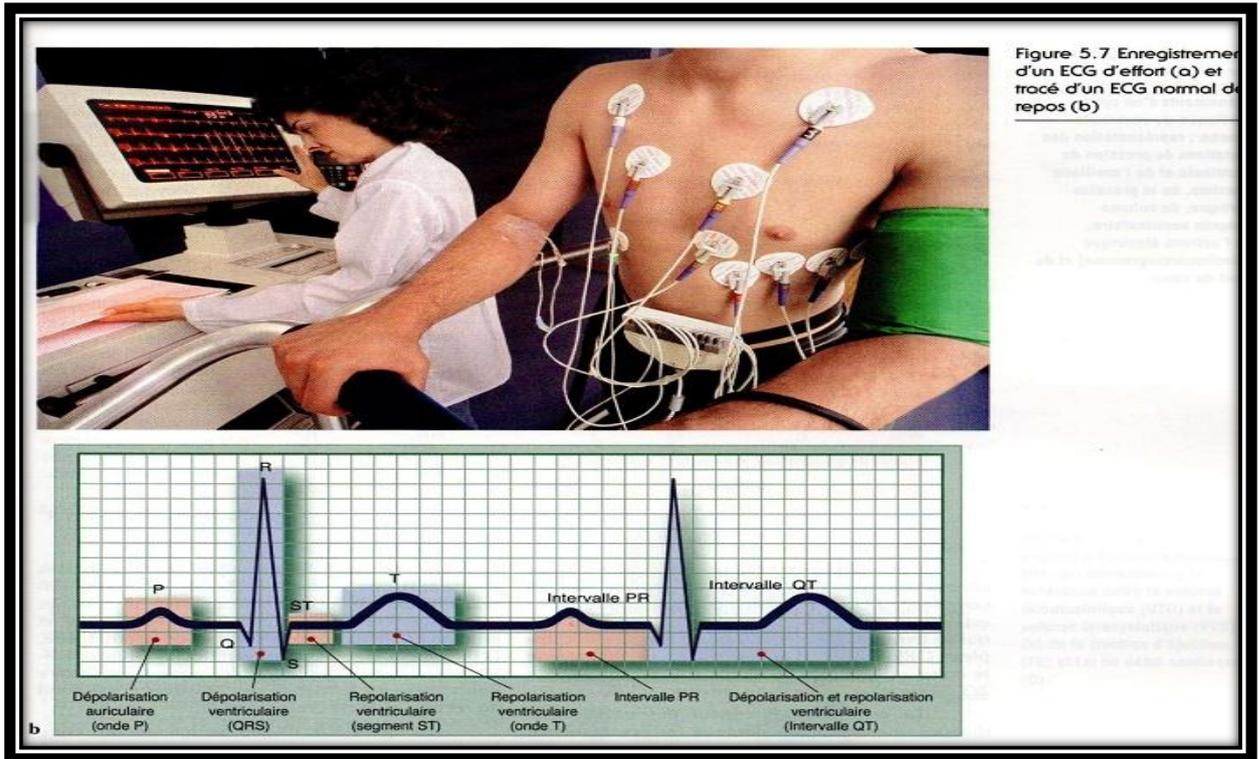
Le tracé obtenu est appelé électrocardiogramme ou ECG (J. H. Wilmore /D. L. Costil/ W. Larry Kenney 2009)

L'ECG s'obtient en plaçant des électrodes sur la peau .Ces électrodes sont reliées à un amplificateur et à une enregistreuse constituant, ensemble, l'électromyographe .

L'activité électrique du cœur crée un courant électrique qui transmet par les tissus et qui est recueilli par les électrodes situées sur la peau, puis amplifié et enregistré. Chaque onde de tracé de l'ECG (succession de déflexions périodique caractéristiques) est associée à un phénomène électrique au niveau du cœur :

- ✚ l'onde P correspond à la dépolarisation des oreillettes ;
- ✚ l'onde PQ traduit la durée de transition de l'influx nerveux entre les oreillettes et les ventricules ;
- ✚ le complexe QRS correspond à la propagation de l'excitation (dépolarisation) des ventricules ;
- ✚ d) ST signale l'excitation complète des ventricules ;
- ✚ l'onde T correspond à la repolarisation des ventricules qui produit une onde masquée par l'important complexe QRS(J-P. Deoutreloux 2004) .

Figure N°16 : L'électrocardiogramme (ECG) montrant les trois ondes :P, QRS, T



### 3- Les Paramètres cardiaques :

#### 3-1 La fréquence cardiaque :

La fréquence est le nombre de contractions cardiaques par minutes.

##### 3-1-1 la fréquence cardiaque de repos :

Chez le sujet sain le rythme de repos du nœud sinusal est entre 90 et 110 bats/min, mais est freiné par le tonus parasympathiques (tonus vagal) De ce fais, chez le sujet moyen, la FC de repos est 70 bats/min et peut s'élever jusqu' à 220- l' âge  $\pm$  10

En réalité au repos la fréquence cardiaque varié spontanément en permanence battement à battement et de manière périodique C'est ce Qu'on appelle la variabilité de fréquence cardiaque ; Celle-ci est facile à observé avec un CFM. Il suffit de surveiller sa fréquence cardiaque de repos en position allongée pendant plusieurs minutes et l'on note alors que celle-ci varié en permanence. La variabilité spontanée de la fréquence cardiaque a pour but de maintenir un niveau du débit cardiaque adapté aux besoins de l'organisme qui même au repos varient en permanence cette variabilité est sous la dépendance des influx nerveux parasympathiques et sympathique (F. Carré / T. La porte 2009).

Les nerfs qui innervent le cœur et des substances chimiques en circulation peuvent faire varier rapidement la fréquence cardiaque 50 % de

L'augmentation de FC est due principalement à l'activité orthosympathique notamment beta et la libération des neurotransmetteurs adrénaline et noradrénaline.

Ces contrôles extrinsèques peuvent accélérer le cœur par anticipation, avant même le début de l'exercice. Dans une large mesure ce contrôle extrinsèque peut abaisser la fréquence cardiaque à 30 battements par minute chez les athlètes en endurance bien entraînés, et l'élever jusqu'à 200 battements par minute au court d'un exercice maximal (T. Verson. *Physiologie de l'exercice.pdf*)

De façon schématique, il suffit de retenir que les variations rapides de la fréquence cardiaque sont sous la dépendance du système parasympathique et les variations plus lentes sous celle du sympathique. L'analyse de la variabilité de la fréquence cardiaque est actuellement bien validée au repos et elle est possible avec un CFM. Un niveau élevé de variabilité est considéré comme un marqueur de « bonne santé » générale (F. Carré / T 2009).

### **3-1-2 La fréquence cardiaque maximale :**

La FC Max est la FC la plus haute obtenue lors d'un effort, à la limite de l'épuisement. C'est un paramètre fréquemment utilisé dans le calcul des intensités d'entraînement.

Cette donnée n'est pas affectée par l'entraînement. Le cœur d'un sportif ne grimpe pas plus haut que celui d'un sédentaire. En revanche, elle diminue progressivement avec l'âge.

Astrand, physiologiste suédois, a établi une formule pour évaluer globalement cette diminution :

FC max :  $220 - \text{l'âge} \pm 10$  (pulsations)

Mais il s'agit en fait de moyennes. A l'échelle d'une personne, on peut avoir des résultats très différents. Certains quadragénaires atteignent encore les 200 pulsations alors que des jeunes adultes n'y arrivent pas.

Les femmes possèdent également des cœurs légèrement plus rapides que les hommes. Pour elles, il faudrait appliquer l'équation : FC Max :  $226 - \text{l'âge}$  Pour toutes ces raisons, on ne peut pas prendre l'équation d'Astrand en référence. Surtout lorsque, t'on est un sportif bien entraîner. En effet, la valeur obtenue par le calcul se révèle généralement supérieure à la valeur réelle mesurée sur le terrain. Ainsi, il n'est pas rare de trouver, chez des cyclistes de 20 ans, des fréquences cardiaques maximales situées aux alentours de 185 puls/min au lieu de 200 comme le prédisait Astrand.

La FC max peut être estimée, tant pour les homes que pour les femmes

(Gilet 1984) par la relation proposée par Chaffin (1966) en fonction de l'âge du sujet (A ans).

FC max:  $205,5 - [10,62 \times A]$  (bpm)

Cette expression donne des résultats que la relation plus généralement connue ( $220 - A$ ) (J. Malchaire. Méthodologie générale d'interprétation des enregistrements continus de la fréquence cardiaque aux postes de travail.pdf)

Différentes formules existent pour estimer la FCM :

- $FCM = 220 - \text{âge}$  (Astrand et Ryhming, 1954)
- $FCM = 205,8 - 0,685 \times \text{âge}$  (Inbar, 1994)
- $FCM = 208,754 - 0,734 \times \text{âge}$  (Robres et Lanwher, 2002)

Il existe différentes méthodes pour estimer cette fréquence cardiaque maximale : après un bon échauffement, à un exercice relativement court de l'ordre de 4 à 6 minutes, mais très intense, par exemple une course en côte. Il est aussi possible (idéalement sur une piste de 400 m), de débiter avec un 1<sup>er</sup> tour d'échauffement, d'effectuer le 2<sup>ème</sup> à une intensité modérée le 3<sup>ème</sup> plus vite en accélérant sur le dernier tour pour terminer au sprint sur le dernier 100 m .

La valeur de FC retenue est celle s'affichant au passage de la ligne d'arrivée

### **3-1-3- La réserve cardiaque :**

Il s'agit de la différence entre la fréquence cardiaque maximale et la fréquence cardiaque de repos, C'est la plage d'utilisation de compte-tours de moteur humain. Il est évident que plus cette différence est importante plus le rôle de la fréquence cardiaque est important dans l'augmentation de l'apport oxygène aux muscles actifs .S'il est donc important pour un sportif d'avoir une fréquence cardiaque de repos basse, il est tout aussi primordial pour de maintenir une fréquence cardiaque maximale élevée Ainsi un sujet entraîné peut avoir une réserve cardiaque presque deux fois Plus importante qu'un sédentaire de même âge . Le premier pouvant passer de 50 battements par minute au repos à 200 battements par minute à son niveau de  $VO_2$  max alors que le second passera dans les mêmes conditions de 80 à 55 battements par minute, soit une réserve cardiaque de 150 pour le premier et de 75 seulement pour le second . (F.Crré/ T 2009)

### **3-2 Le volume d'éjection systolique :**

Le volume systolique est la quantité du sang éjecté à chaque systole par le ventricule dans l'artère correspondante. Ce volume systolique est la différence entre le volume télédiastolique (contenu ventricule à la fin de

la diastole) et volume téléstolique (contenu ventricule à la fin de la systole) ;  $VES : VTD - VTS$

Dans le volume d'éjection systolique on distingue :

- ❖ Le de fin de diastole ou télédiastolique (VTD) : quantité du sang (ml) remplissant le ventricule gauche pendant la période de remplissage du cœur la « diastole ». Sa valeur est de l'ordre de 120-140 ml de sang.
- ❖ La fraction d'éjection (FE) : il s'agit de la quantité de sang expulsée à chaque systole depuis le ventricule gauche (c'est-à-dire le volume d'éjection systolique mais exprimée en pourcentage de VTD. Les valeurs normales sont comprises entre 54 % et 64 %.
- ❖ Le volume de fin systole ou télé systolique (VTS) : quantité du sang (en millilitres) restant dans le ventricule gauche après chaque battement cardiaque. Plus la fraction d'éjection est importante, plus le volume de fin de systole est réduit. Les valeurs normales sont de l'ordre de :  $100 \% (\text{volume du sang total}) - 60 \% (FE) = 100 (ml) - 100 (ml) \times 0.6 = 40 (ml)$  du sang par battement cardiaque (V. Billat 2003).

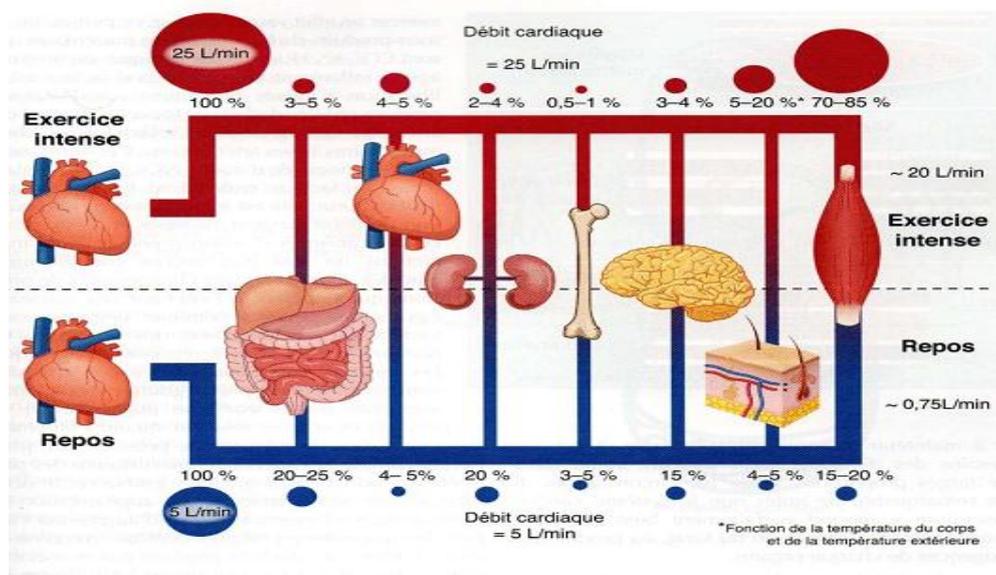
Avant leur contraction. Plus ceux-ci sont étirés plus la contraction sera forte.

Le principale facteur de l'étirement du muscle cardiaque est le retour veineux, soit la quantité du sang qui retourne au cœur est distend ces ventricules. Si un coté du cœur se met soudainement à pomper plus de sang que l'autre, l'augmentation du retour veineux dans le ventricule opposé force celui-ci à pomper un volume égal, prévenant ainsi l'accumulation du sang dans la circulation (E.N. Marieb 2008).

La valeur de *VES* au repos se situe entre 70 et 90 ml par battement cardiaque chez le sujet sédentaire, les valeurs maximales varient d'un individu à l'autre et sont comprise entre 100 à 120 ml. Chez le sujet entraîné, *VES* au repos est d'environ 100 à 120 ml et peut atteindre 200 ml par battement lors de l'effort maximal ; l'augmentation de *VS* résulte d'une augmentation de la force de contraction du myocarde laquelle est sous la dépendance de facteurs nerveux et hormonaux .

Au repos 50 % du volume diastolique total est éjecté à chaque contraction ventriculaire ; une contraction plus puissante peut augmenter le *Vs* en vidant plus complètement les ventricules, sans augmentation préalable de volume diastolique (A. Brikci, 1995).

**Figure N°17** : distribution du volume d'éjection systolique.



### 3-3-Le débit cardiaque :

Le débit cardiaque (QC) est défini comme la quantité du sang qui sort de l'aorte par minute. Il dépend du volume de sang éjecté à chaque contraction « volume d'éjection systolique » et du nombre de battements cardiaques par minutes, appelé « fréquence cardiaque ». On peut illustrer ceci par l'équation suivante :

$$QC \text{ (ml/min)} = FC \text{ (bPm)} \times VES \text{ (m/bt)}$$

où FC est la fréquence cardiaque en battements par minutes (bpm) et VES est le volume d'éjection systolique en millilitres par battements (ml/bt)

Au repos, le débit cardiaque (QC) est d'environ 6 L/min, il varie cependant beaucoup au repos il est influencé par l'état émotionnel du sujet.

## B- LE SYSTEME VASCULAIRE :

### 1- Les vaisseaux sanguins :

Anatomiquement et, dans une certaine mesure, fonctionnellement, Les vaisseaux sanguins peuvent être classés en artères, artérioles capillaires et veines. Les échanges d'eau d'électrolytes, de gaz etc. ne peuvent se produire qu'au niveau de la membrane hémiperméable des capillaires les autres vaisseaux jouent simplement le rôle de conduits Les parois des vaisseaux sanguins, sauf celles des microscopiques capillaires, sont formées de trois couches ou tuniques :

- La tunique intime (ou intima), qui tapisse la lumière de tous les vaisseaux, est une mince couche d'endothélium (épithélium squameux) reposant sur une membrane basale.

- La tunique moyenne, ou média constitue l'épaisse couche de milieu. elle comprend principalement des myocytes lisses et de tissu élastique.
- La tunique externe, ou adventice, est la couche la plus superficielle des vaisseaux; elle est composée surtout de tissu conjonctif dense dont la principale fonction est de soutenir et de protéger les vaisseaux sanguins .

### **1-1 Les artères :**

Par définition, ce sont des vaisseaux partant du cœur ; dans le langage courant, on envisage seulement les artères de la circulation générale résultant de la ramification de l'aorte (E.N. Marieb 2008 ).

Les artères ont pour fonction de transporter le sang riche en oxygène aux organes à L'exception de l'artère pulmonaire qui est pauvre en oxygène.

La pression dans les artères est très importante. En raison de leur fort diamètre la résistance est faible. Les artères sont souvent considérées comme des réservoirs de pression.

### **1-2 Les artérioles:**

Les artérioles font suites aux artères avant de pénétrer dans les organes , en raison de leur faible diamètre, la résistance est plus élevée et participent de ce fait à la régulation de la pression artérielle en contrôlant la distribution du débit sanguin.

### **1-3 Les capillaires :**

Les capillaires sont des vaisseaux très fins, situés au niveau des organes entre les artérioles et les veinules. Leur paroi extrêmement fine permet les échanges nutritifs et gazeux entre le sang et les cellules .

Dans sa forme complète ce dispositif comprend :

- Une anastomose artérioveineuse : lorsque ce petit vaisseau est ouvert, le sang passe directement de l'artériole dans la veinule en court-circuitant le dispositif ;
- Un canal préférentiel ou métartériole reliant par une longue boucle l'artériole et la veinule et sur lequel sont branchés les capillaires.

Des capillaires naissant sur le canal préférentiel avec à l'origine un sphincter précapillaire réglant le débit sanguin dans chacun d'eux ; les capillaires s'anastomosent entre eux constituant un réseau plus au moins dense suivant l'organe et suivant l'ouverture -fermeture des sphincters précapillaires .

Les capillaires sont le site d'échange des nutriments, produits des déchets et des liquides. Lieu privilégié d'échange entre le sang et les tissus (C.Craplet/P.Craplet 1986).

#### **1-4 Les veines :**

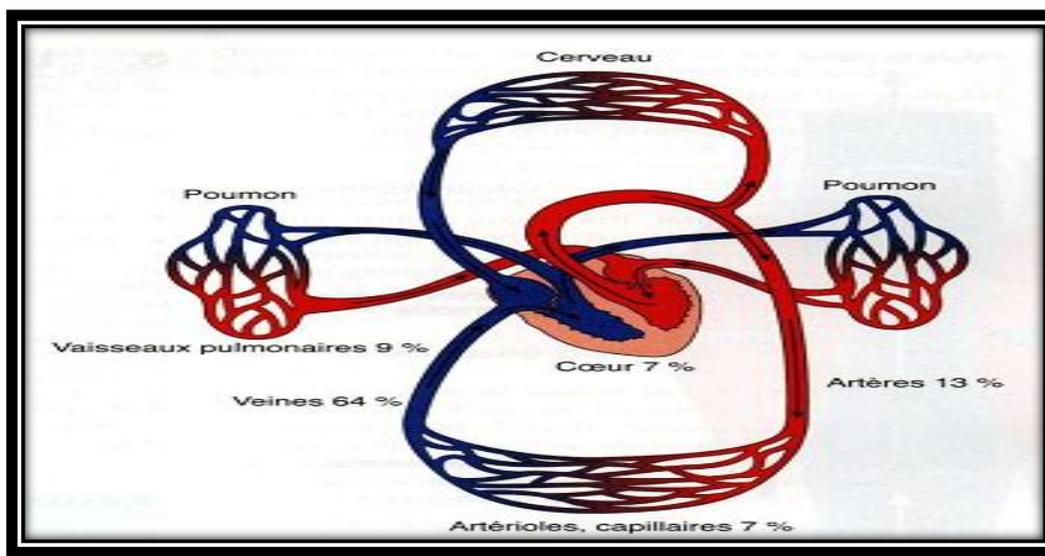
Par définition, ce sont des vaisseaux qui rejoignent le cœur. Dans le langage courant, on en voit seulement les veines de la circulation aboutissant aux deux veines caves (P-O. Astrand/Kaare Rodahl 1980).

Ce sont des conduits de faibles résistances pour l'écoulement retour du sang vers le cœur maintenues en activité par la contraction des muscles lisses et squelettiques environnants. Les veines contiennent la plus grande partie du sang du système vasculaire.

#### **2-La Circulation pulmonaire et systémique :**

- Le sang veineux provenant de tous les organes, de saturé en oxygène, gagne les veines caves qui débouchent dans l'oreillette droite.
- Il passe à travers la valve tricuspide dans le ventricule droit, est éjecté dans l'artère pulmonaire puis dans ses branches, jusqu'aux capillaires pulmonaires. Le sang s'oxygène - dans les capillaires au contact des alvéoles pulmonaires. Les veines pulmonaires ramènent à l'oreillette gauche un sang riche en oxygène, qui franchit la valve mitrale, passe dans le ventricule gauche, est éjecté dans l'aorte et dans ses branches pour être distribué à tous les organes.
- Les artères sont relativement élastiques pour faciliter l'écoulement du sang (compliance artérielle).
- La proximité des veines avec l'artère permet également un écoulement (les veines entourent l'artère, le sang des veines circule dans le sens inverse de celui de l'artère, les veines appuient donc sur l'artère).
- Les artères ont également une résistance à l'écoulement. (résistances vasculaires périphériques).

Figure N° 18: Circulation pulmonaire et circulation systémique.



### 3- La circulation lymphatique :

Au niveau des capillaires sanguins, se produit une transsudation du plasma et des globules blancs. Cette traversée des parois des capillaires par une partie des constituants sanguins forme le liquide interstitiel qui va baigner directement les cellules et être le lieu de leurs échanges.

Ce liquide, évacué sous le nom de lymphe, fait ensuite retour à la circulation générale par des vaisseaux spéciaux les vaisseaux lymphatiques. La lymphe est un liquide jaunâtre. Sa composition est analogue à celle du plasma sanguin dont elle n'est qu'un filtrat. Les capillaires lymphatiques sont disposés en réseau dans l'organisme. Des vaisseaux plus gros leur font suite : les canaux lymphatiques ou troncs lymphatiques. Aux points de jonction de plusieurs canaux lymphatiques se trouvent des renflements, les ganglions lymphatiques, qui peuvent être isolés ou groupés en amas dans des zones de carrefour, notamment à la racine de la cuisse et au creux axillaire. La lymphe remplit des fonctions nutritives, de drainage et dépurative.

Elle participe également à la défense de l'organisme : les ganglions retiennent les microbes que la lymphe a pu absorber dans son parcours.

### 4- Le retour veineux :

La circulation veineuse ramène le sang vers le cœur. Le facteur essentiel de ce retour est constitué par la force motrice du ventricule gauche. Parmi les facteurs adjouvants, on décrit la pompe veino-musculaire des mollets, l'écrasement de la semelle veineuse plantaire, la pompe abdomino-

diaphragmatique, et l'aspiration atriale, La paroi veineuse est contrairement à ce que l'on pourrait croire, relativement peu dispensable.

Elle comporte en effet un fort contingent de fibres collagènes. Les variations très importantes du volume veineux que l'on peut observer sont principalement dues à des variations de la forme de section des veines. La insensibilité de la paroi n'étant sollicitée que pour des pressions élevées.

Lors du passage de la position allongée à l'orthostatisme, la pression veineuse à l'extrémité inférieure du corps (à la cheville, notamment) augmente rapidement jusqu'à dépasser 100 mm de mercure. Lors de la marche, le fonctionnement de la pompe veino-musculaire des mollets chasse le sang contenu dans les veines situées au sein des masses musculaires et, grâce au jeu normal des valvules permet de réduire la pression sanguine.

Les mouvements du diaphragme lors de la respiration peuvent aussi moduler le flux veineux. Lors de l'inspiration, la contraction diaphragmatique provoque une augmentation de la pression abdominale, alors que la pression intra-thoracique diminue. L'inverse se produit lors de l'expiration. Par conséquent, le flux sanguin veineux des membres inférieurs augmente lors de l'expiration et diminue lors de l'inspiration. La modulation du flux veineux aux membres supérieurs est en opposition de phase, puisque la veine cave supérieure est intra-thoracique, alors que la veine cave inférieure est intra-abdominale.

### **5- Le pouls artériel :**

C'est la sensation de choc que perçoit le doigt lorsqu'il comprime légèrement une artère sur un plan résistant. Il est dû à la transmission le long des parois artérielles du choc de l'ondée sanguine contre l'aorte au moment de la contraction ventriculaire.

La palpation du pouls peut être effectuée à tous les niveaux où les axes artériels sont relativement superficiels.

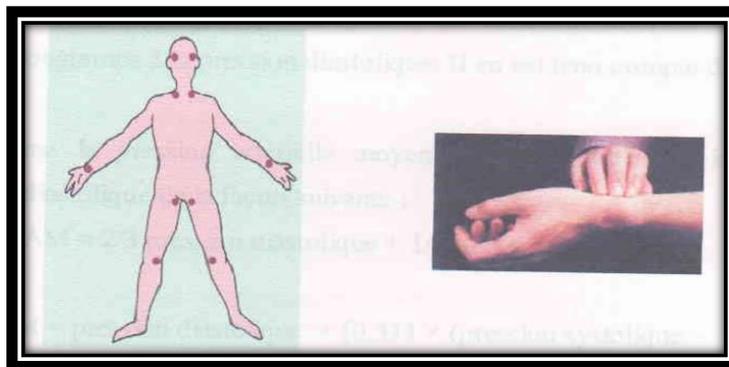
Aux membres supérieurs on peut palper le pouls de l'artère humérale au pli de coude, près de la face interne ou le pouls radial à la face antérieure de poignet le long de son bord externe (gouttière de pouls).

Aux membres inférieurs on peut palper le pouls fémoral à la face antérieure de la racine de la cuisse, au milieu de celle-ci, le pouls tibial postérieur à la cheville, dans la gouttière entre malléole interne et tendon d'Achille, le pouls tibial antérieur à la face antérieure du dos du pied.

La prise du pouls renseigne sur :

- Le rythme cardiaque.
- La qualité des contractions cardiaques, par la force des battements artériels à l'endroit où l'on palpe le pouls.

**Figure N°19:** Endroits de palpation du pouls artériel dans le corps humain (M.lacombe 2006).



### **6- La tension artérielle (pression artérielle) :**

La pression artérielle est la pression exercée par le sang sur ces vaisseaux. Elle classiquement exprimé par deux valeurs : la pression systolique et la pression diastolique.

Le chiffre le plus élevée correspond à la pression artérielle systolique.

Il est en effet mesuré lors de la systole ventriculaire du cœur, lorsque le sang est éjecté avec la plus forte puissance.

Le chiffre le plus bas correspond à la pression artérielle diastolique. Il est mesuré lors de la diastole ventriculaire, quand le cœur est au repos.

Pendant cette phase, le sang exerce dans le système artériel une pression résiduelle.

La pression artérielle moyenne (PAM) représente la pression moyenne exercée par le sang contre les parois artérielle.

On estime la pression artérielle moyenne à partir des pressions systolique et diastolique de la façon suivante :

$PAM = 2/3 \text{ pression diastolique} + 1/3 \text{ pression systolique.}$

Soit ;  $PAM = \text{pression diastolique} + [0.333x (\text{pressions systolique} - \text{pression diastolique})]$

Chez l'adulte normal au repos, la pression systolique varié entre 110 et 140 mm Hg, et la pression diastolique entre 75 et 80 mm Hg. Cependant, la pression artérielle variée considérablement d'une personne à une autre ,Votre pression « normale » n'est peut être pas celle de votre grand-mère ou de votre voisine. La pression artérielle est aussi liée à l'âge, à la masse corporelle, à la race, à l'humeur, à l'activité physique et à la position du corps (E.N. Marieb 2008) .

## **C-SYSTEME RESPIRATOIRE :**

### **1-Anatomie respiratoire :**

Les organes du système respiratoires, Comprennent les voies respiratoires et les Poumons

#### **1-1- Les voies respiratoires supérieures :**

Elles sont constituées par le nez et le pharynx.

##### **1-1-1- Le nez :**

Lui aussi constitué par les narines, l'air y pénètre pendant la respiration. L'intérieur du nez abrite les cavités nasales.

Le nez permet non seulement de purifier, de réchauffer d'humidifier L'air entrant dans les voies respiratoires, mais aussi de récupérer la chaleur et l'humidité de l'air sortant, Respirer par le nez la bouche ne peut remplir toutes ces fonctions.

##### **1-1-2- Le Pharynx :**

Communément appelé (gorge) il est le passage que l'air et les aliments empruntent. Il communique par les choanes avec les cavités nasales situées à l'avant. il est partagé en trois parties : le nasopharynx, l'oropharynx et laryngopharlmx.

#### **1-2 Les voies respiratoires inférieures :**

Formées par le larynx, la trachée, les bronches et leurs ramifications (bronchioles et alvéoles)

**1-2-1 Le larynx :** est un tube creux intercalé entre le pharynx et la trachée et différencié en vue de la Parole ou Phonation. (M. Lacombe. « Abrégé d'anatomie et de physiologie humaine » Edition : Lamarre France, 2006, P: 80).

##### **1-2-2 La trachée :**

La trachée est le conduit qui fait suite au larynx et donne naissance aux bronches. Elle mesure de 10 à 12 cm de long, et descend jusqu'à la cinquième vertèbre thoracique au milieu de thorax environ.

**1-2-3 Les bronches :** Ce sont deux conduits nés par bifurcation de la trachée. Il existe une bronche principale droite plus large (16 mm de diamètre), plus courte (25 mm) et plus verticale que celle de la gauche (11 mm de diamètre et 40 à 50 mm de longueur).

Quant il atteint les bronches, l'air est réchauffé, débarrassé de la plupart des impuretés et saturé de vapeur d'eau .

Une fois rentrées dans les poumons, les bronches principales se subdivisent en ramifications plus petites jusqu'aux bronchioles terminales qui mènent directement aux saccules alvéolaires.

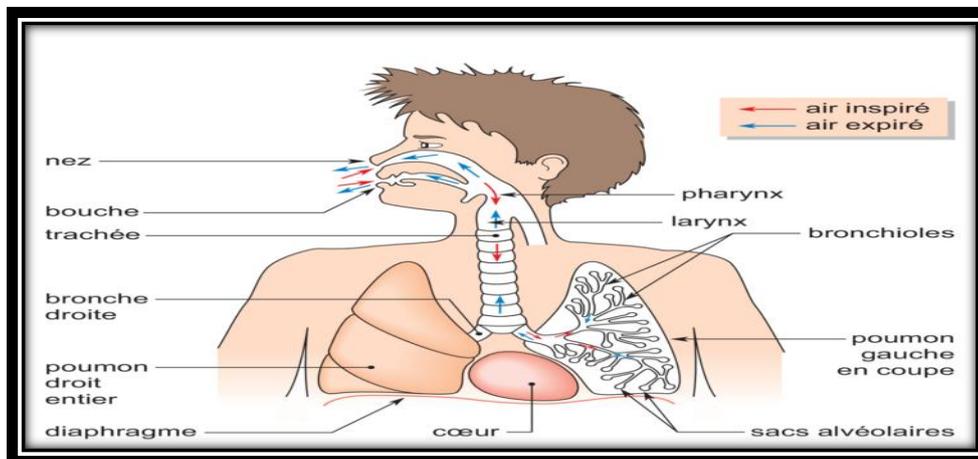
### 1-3 Les poumons :

Chaque poumon est formé par la juxtaposition de structures élémentaires identiques, les lobules pulmonaires. Chaque lobule représente en quelque sorte un poumon en miniature.

A l'intérieur de chaque lobule, la bronchiole se divise en un grand nombre de bronches et les ramifications ultimes forment les bronchioles terminales. Chacune d'elles aboutit à un sac dont la paroi très fine est constituée par une seule couche de cellules très minces. Cette couche de cellules est d'un côté en contact avec l'air amené par les bronchioles, de l'autre côté en contact avec les vaisseaux capillaires pulmonaires. C'est à ce niveau que s'effectuent les échanges gazeux pulmonaires. Le sac auquel aboutit la bronchiole terminale est appelé acinus ; il est formé par une série de bosselures et chaque bosselure est une alvéole pulmonaires .

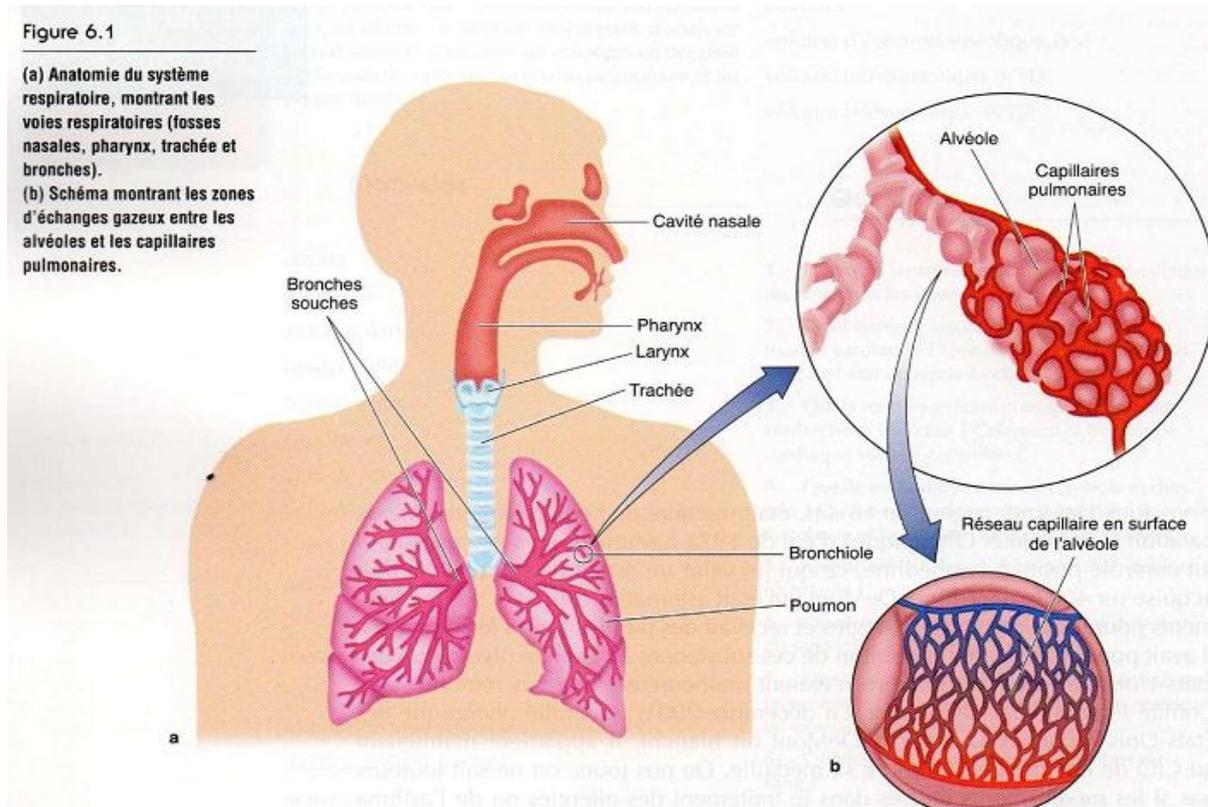
Les alvéoles forment la surface vitale des échanges gazeux entre les poumons et le sang, il y en a plus de 300 millions. les alvéoles constituent le tissu le mieux irrigué de tous les tissus de l'organisme La diffusion s'effectue à travers les barrières extrêmement minces des cellules alvéolaires et capillaires (A. Brikci 1995).

**Figure N°20** : L'appareil respiratoire



## 1-4 Les muscles respiratoires :

Figure N°21 : les voies respiratoires



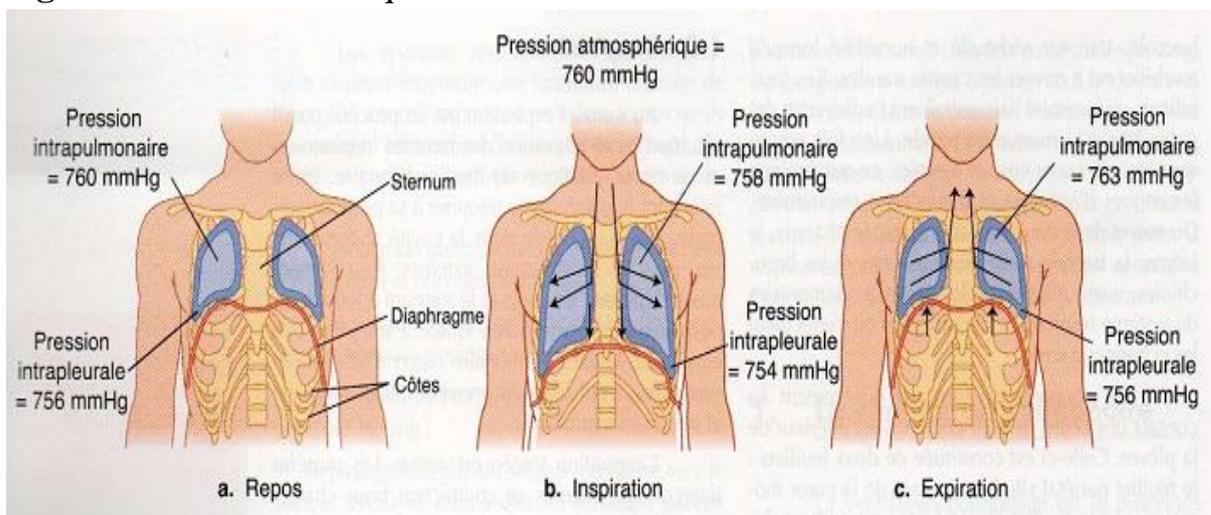
- Selon **V. Billat (2003)**, le diaphragme est le muscle inspiratoire le plus important. Cependant, au cours de l'exercice, les muscles inspiratoires accessoires entrent en jeu. Se sont les muscles intercostaux externes, le pectoral mineur, les muscles scalènes, les sternocléidomastoïdiens

D'après **E. L. Fox et D. k Mathews (1984)** : au cours de l'exercice maximal le trapèze ainsi que les muscles extenseurs du cou et du dos intervient pour faciliter les mouvements inspiratoires.

D'après les petits dentelés supérieurs ainsi que les petits et grands pectoraux peuvent assister l'inspiration lorsque le débit ventilatoire dépasse 50 l.min<sup>-1</sup>. L'expiration active comme c'est le cas à l'exercice, implique des muscles expiratoires Qui sont les abdominaux obliques qui abaissent les cotes et tous les muscles abdominaux (obliques, grand droit de l'abdomen et transverse) compriment les viscères et repoussent le diaphragme en haut Les muscles intercostaux internes aident aussi à un retour plus rapide des poumons à leur dimension d'origine.

## 1-5 La mécanique ventilatoire :

Figure N°22: La mécanique ventilatoire



La respiration comporte deux temps distincts : l'inspiration pendant laquelle le poumon se gonfle d'air et l'expiration pendant laquelle se produit le rejet de l'air inspiré précédemment.

### 1-5-1- L'inspiration :

Lorsque le diaphragme se contracte, il mobilise l'abdomen vers le bas et l'avant. Le résultat de ces deux actions est de réduire la pression intrapleurale, ce qui permet aux poumons de se dilater. Cette expansion des poumons provoque une réduction de la pression intrapulmonaire en dessous de la pression atmosphérique, créant ainsi un passage d'air dans les poumons.

Pendant une respiration de repos, le diaphragme accomplit presque la totalité du travail inspiratoire. Cependant, lors de l'exercice, les muscles dits « accessoires » de la ventilation entrent en jeu. Ce sont les muscles intercostaux externes, le pectoral mineur, les muscles scalènes et les Sternocléidomastoïdiens. Ensembles, ils assistent le diaphragme dans l'accroissement du volume thoracique, facilitant ainsi l'inspiration, (V. Billat, 2003).

### 1-5-2- L'expiration :

Au repos, l'expiration est un procédé passif résultant de la relaxation des muscles inspiratoires et de retour élastique de tissu pulmonaire. En se relâchant le diaphragme retourne à sa position normale, plus haut situé dans la cavité abdominale. Les muscles intercostaux externes se relâchent aussi ramenant les côtes et le sternum à leurs positions initiales.

Grâce à ces propriétés élastiques, le tissu pulmonaire reprend sa position première ce qui élève la pression intrapulmonaire et oblige à l'expiration.

L'expiration forcée est active. Les muscles intercostaux internes se contractent pour chasser l'air des poumons, en abaissant les côtes. Les muscles grands dorsaux et les carrés des lombes peuvent également intervenir. Surtout, la contraction des muscles abdominaux augmente la pression intra-abdominale ce qui pousse les viscères contre le diaphragme et accélère sa remontée (J. H. Wilmore et al, 2009)

Selon G. Millet et S. Perrey (2005) : On fait la distinction entre l'espace mort anatomique et l'espace mort alvéolaire. L'espace mort anatomique, il s'agit de l'air inspiré restant dans les différentes parties de l'arbre respiratoire dans lesquelles les échanges gazeux n'ont pas lieu.

Alors que l'espace mort alvéolaire correspond aux alvéoles qui sont ventilées mais pas perfusées, c'est-à-dire qui ne sont pas en contact avec le sang. L'espace mort physiologique est la somme de VD anatomique et de VD alvéolaire.

Dés lors on peut différencier la ventilation totale (VE) et la ventilation alvéolaire (VA) qui correspond à la quantité d'air frais qui arrive par minute au contact de la zone air/sang.

### **1-6-Les Paramètres respiratoires :**

#### **1-6-1-La fréquence ventilatoire :**

Nombre par cycles respiratoires (un cycle respiratoire est une inspiration + une expiration) par minutes. Un adulte au repos possède une fréquence ventilatoire de 12 à 16 cycles .min<sup>-1</sup>, valeur pouvant atteindre 50 cycles.min<sup>-1</sup> à l'exercice intense. (G. Millet / S. Perry 2005).

#### **1-6-2 Le débit ventilatoire (VE) :**

Le débit ventilatoire est le volume d'air mobilisé par minute il est égale au produit de volume courant par la fréquence respiratoire .  $VE = V_t \times f$  (C.Craplet/P.Craplet 1986).

Chez un homme de 70kg le débit ventilatoire au repos se situe Généralement autour de 7.5 litres par minute, décompensé comme suit : un volume courant de 0.5 litre et une fréquence respiratoire de 15 mouvements respiratoires par minutes (mvt / min).

#### **1-6-3 L'équivalent respiratoire :**

Lors d'un exercice sous maximal, le débit ventilatoire augmente de façon linéaire avec la consommation d'oxygène (VO<sub>2</sub>) jusqu'à une intensité d'exercice variant de 60 % à 90% du VO<sub>2</sub> Max . le rapport VE (volume d'air ventilé) et quantité d'O<sub>2</sub> consommé par les tissus (VO<sub>2</sub>) est l'équivalent respiratoire. Au repos, VE/VO<sub>2</sub> varie de 23 à 28 L d'air par litre d'O<sub>2</sub> consommé.

Cette valeur change peu lors de l'exercice sous maximal comme la marche ce qui indique que les systèmes de contrôle de la ventilation collent aux besoins énergétiques de l'organisme (J.P.Doutreloux 1998)

#### **1-6-4 Le quotient respiratoire (QR) :**

Selon G. H. Wilmore et D. L. Costill et W. L. Kenney (2009) , le quotient respiratoire (QR) C'est le rapport entre le dioxyde de carbone relégué par l'organisme et l'oxygène consommé pour les dégradations métaboliques.

$$QR = \frac{VCO_2}{VO_2}$$

Plus l'effort augmente en intensité plus VCO<sub>2</sub> et VO<sub>2</sub> augmentent également. Ceci jusqu'à une certaine puissance d'exercice, à partir de laquelle le rejet de CO<sub>2</sub> s'élève plus fortement que la consommation d'O<sub>2</sub> (modification des capacités aérobie du sportif) ; Le rapport va donc augmenter.

QR est déterminé par le métabolisme des tissus, il reflète le type du substrat utilisé comme source d'énergie, et généralement compris entre 0,7 et 1.0 :

- La dégradation aérobie des résidus glycolyse entraîne un QR = 1.
- La dégradation aérobie d'acides gras et d'acides aminés entraîne un QR de 0.7 à 0.8.
- Le métabolisme mixte du repos est entre 0.75 et 0.85 chez un individu normal.

Au début de l'effort le QR va s'installer à 0.85 (hyperventilation de stress) , puis descendre vers la valeur de repos dans le cadre d'un exercice de moyenne intensité, avant de remonter vers l'unité ( QR= 1 ) avec la consommation de glycogène à l'augmentation de l'effort (> 60 % de VO<sub>2</sub> max), signe de la participation de la filière anaérobie lactique, pour ensuite dépasser 1 au moment de l'hyperventilation traduisant la prépondérance des filières anaérobie lactique et alactique (augmentation importante de L'effort). Le QR peut atteindre  $1.21 \pm 12$  à l'effort maximal (T.Verson, Physiologie de l'exercice.pdf)

#### **1-6-5 Les volumes et les capacités pulmonaires :**

Selon G. Millet et S. Perrey (2005) les volumes et capacités pulmonaires sont :

**1- Le volume courant (VT) :** volume qui entre à chaque inspiration dans les poumons. Il est d'environ 500 ml chez l'adulte au repos mais ce chiffre peut être multiplié par plus de 5 à l'exercice.

**2- Le volume de réserve inspiratoire (VRI) :** volume d'air qu'un sujet peut faire entrer dans ses poumons après une inspiration normale.

**3- Le volume de réserve expiratoire (VRE) :** volume d'air qu'un sujet peut faire sortir de ses poumons après une expiration normale.

**4- La capacité vitale (CV):** volume d'air chassé des poumons par un sujet lors d'une expiration forcée après une inspiration maximale.

$$CV=VRI+V_T+VRE$$

**5- Le volume résiduel (VR):** volume d'air restant dans les poumons après une expiration forcée. Ce volume n'est pas donc mobilisable.

**6- La capacité pulmonaire totale (CPT):** somme de volume résiduel et de la capacité vitale.

$$CTP = VR + CV$$

**7- La capacité résiduelle fonctionnelle (CRF) :** volume d'air qui reste dans les poumons à la fin d'une expiration normale.

## **2-Les Échanges Et Transport Des Gaz :**

### **2-1- Transport de L'oxygène :**

L'O<sub>2</sub> est transporté dans le sang sous 2 formes : dissous et lié à l'hémoglobine.

#### **2-1-1 Oxygène dissous:**

La concentration d'O<sub>2</sub> dissous dans le sang est proportionnelle à la pression partielle d'O<sub>2</sub> et au coefficient de solubilité d'O<sub>2</sub> (0,003 ml d'O<sub>2</sub> / 100 ml de sang mm Hg) ; La concentration d'O<sub>2</sub> dissous dans le sang artériel est donc environ 0,3 ml d'O<sub>2</sub> par 100 ml de sang puisque la PaO<sub>2</sub> est proche de 100 mm Hg . Comme la consommation d'O<sub>2</sub> au repos est d'environ 300 ml / min, le débit sanguin devrait être égal à 100 l/min pour faire face à cette demande ! L'O<sub>2</sub> est donc nécessairement transporté sous une autre forme.

#### **2-1-2 Oxygène lié à l'hémoglobine :**

Dès que l'O<sub>2</sub> passe de l'alvéole au plasma, il se dissout puis se fixe très rapidement sur l'hémoglobine (Hb) contenue dans les globules rouges pour former l'oxyhémoglobine. Moyen de transport de l'O<sub>2</sub> (99 %), car la solubilité de O<sub>2</sub> est basse.

#### **2-2 Transport de dioxyde de carbone:**

Le CO<sub>2</sub> est transporté dans le sang sous 3 formes : CO<sub>2</sub> dissous, bicarbonates (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) et combiné aux protéines pour former des composés carbaminés .

### 2-2-1 Dioxyde de carbone dissous :

Comme le CO<sub>2</sub> est 20 fois plus soluble que l'O<sub>2</sub>, cette forme joue un rôle significatif dans le transport du CO<sub>2</sub>. Elle représente 50 % du CO<sub>2</sub> transporté dans le sang veineux et 10 % du CO<sub>2</sub> éliminé par les poumons (c'est-à-dire la différence artérioveineuse).

### 2-2-2 Bicarbonates:

H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> se forme à partir de CO<sub>2</sub> et H<sub>2</sub>O, lentement dans le plasma et rapidement dans les globules rouges grâce à la présence d'anhydres carbonique (AC). HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> se dissocie ensuite en HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> et H<sup>+</sup> : HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> sort du globule rouge en échange de Cl<sup>-</sup> alors que H<sup>+</sup> reste dans le globule rouge où il se lie à l'hémoglobine d'autant plus facilement qu'elle est désoxygénée (effet Haldane). Cette forme de transport représente 600 % du CO<sub>2</sub> éliminé par les poumons.

### 2-2-3 Composés carbaminés :

Ils se forment par combinaison du CO<sub>2</sub> avec les groupements NH<sub>2</sub> terminaux des protéines, en particulier de la globine de l'hémoglobine (HbNH<sub>2</sub> + CO<sub>2</sub>  $\rightleftharpoons$  HbNHCOOH. Là encore la réaction est favorisée par la désoxygénation de l'hémoglobine ; Cette forme de transport représente 30% du CO<sub>2</sub> éliminé Par les Poumons.

## 3-La diffusion alvéolocapillaire : (La diffusion pulmonaire)

On appelle la diffusion alvéolocapillaire les échanges de gaz entre les poumons et le sang. Elle Permet de :

**A-** Restaurer le contenu en oxygène du sang artériel ;

**B-** Éliminer le gaz carbonique du sang veineux.

L'air rentre dans les poumons par la ventilation pulmonaire permettant les échanges gazeux avec le sang grâce à la diffusion alvéolocapillaire .comme son l'indique, la diffusion alvéolocapillaire concerne deux compartiments : les alvéoles et les capillaires pulmonaires. Le but de la diffusion alvéolocapillaire est d'amener l'oxygène des alvéoles vers les capillaires pulmonaires et inversement pour le dioxyde de carbone. Les alvéoles sont des petits sacs situés à la fin des bronchioles terminales.

Le sang provenant des différents organes retourne au cœur droit, par les veines caves supérieure et inférieure, puis gagne les poumons par les artères et capillaires pulmonaires. Ces derniers forment un réseau très dense tout autour des alvéoles. Ce sont des vaisseaux de calibre minuscules, parfois le diamètre d'un globule rouge. A leurs niveau les globules rouges circulent le plus souvent un par un, ce qui augmente leurs

temps de contact avec le tissu pulmonaire et améliore l'efficacité des échanges (J. H. Wilmore et al, 2009).

### 3-1-La différence artérioveineuse :

Au repos le contenu du sang en oxygène est de 20 ml pour 100 ml dans le système artériel et de 14 ml pour 100 ml dans le système veineux. La différence entre ces deux valeurs ( $20 \text{ ml} - 14 \text{ ml} = 6 \text{ ml}$ ) constitue la différence artérioveineuse ( $\text{CaO}_2 - \text{CvO}_2$ ). Cette valeur représente la quantité d'oxygène prélevée dans le sang par l'ensemble des tissus.

Après l'exercice,  $\text{CaO}_2 - \text{CvO}_2$ , augmente progressivement avec l'intensité. A l'effort maximal, la valeur de repos peut être multipliée par trois. Ceci témoigne d'une diminution en oxygène du sang veineux car dans le sang artériel, à l'exception de quelques cas rapportés chez des athlètes à l'effort maximal, le contenu en oxygène varie peu à l'exercice.

La quantité d'oxygène prélevée par les muscles actifs augmente, ce qui diminue en aval la quantité d'oxygène dans le secteur veineux. Si à la sortie des muscles actifs le contenu du sang veineux peut approcher de 0, celui-ci baisse rarement en dessous de 2 à 4 ml pour 100 ml dans le sang veineux mêlé et dans l'oreillette droite. En effet, le sang veineux provenant des muscles actifs est presque totalement appauvri en oxygène, se mêle ensuite au sang veineux provenant des territoires inactifs qui utilisent peu d'oxygène (J. H. Wilmore et al, 2009).

### 3-2-La consommation maximale d'oxygène ( $\text{VO}_{2 \text{ max}}$ ) :

La consommation maximale d'oxygène correspond au taux maximal de libération d'énergie obtenu explosivement à partir de processus oxydatif ; Lors d'une épreuve maximale à charge progressive,  $\text{VO}_{2 \text{ max}}$ .

Correspond à la valeur à partir de laquelle  $\text{VO}_2$  se stabilise malgré toute augmentation de la charge. La puissance à partir de laquelle  $\text{VO}_2$  n'augmente plus, est appelée puissance maximale aérobie (PMA) ; C'est pourquoi la capacité aérobie peut s'exprimer avec  $\text{VO}_{2 \text{ max}}$  que par PMA (A. Brikci 1995).

La consommation maximale d'oxygène ( $\text{VO}_{2 \text{ max}}$ ) est donc la quantité maximale d'oxygène par unité de temps qu'un individu peut consommer C'est-à-dire prélever, transporter, et utiliser, dans des conditions d'exercice qui sollicitent totalement ses possibilités cardiovasculaires. Cette valeur est atteinte lorsque l'athlète ne peut plus augmenter sa concentration d'oxygène malgré l'augmentation de la charge de travail musculaire la puissance développée à cet instant là sera la puissance

maximale aérobie au de là de laquelle l'organisme fera appel aux voies métaboliques anaérobiques .

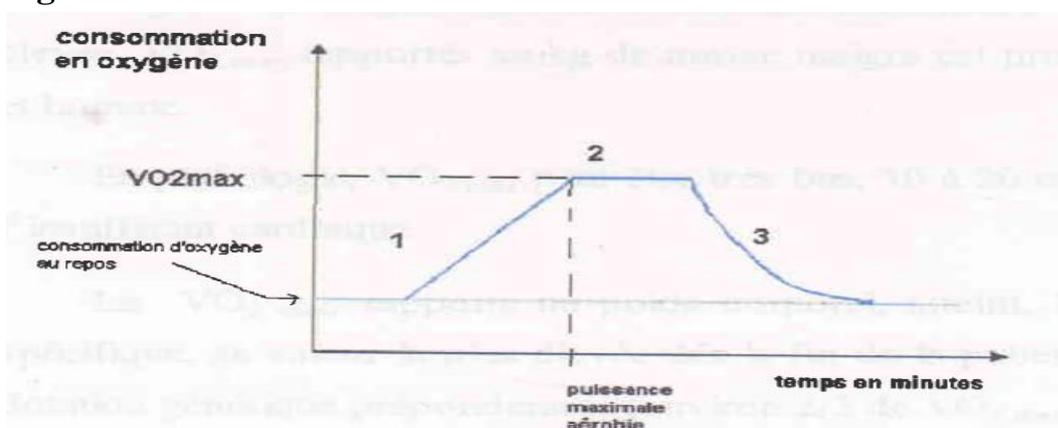
Le (ou la)  $VO_2 \text{ max}$  s'exprime habituellement en litres de dioxygène par minute (l/min). Afin de personnaliser la mesure et tenir compte des différentes constitutions (enfant ou adulte, petits ou grands gabarits) la valeur observée est le plus souvent rapportée à l'unité de masse corporelle pour déterminer un  $VO_2 \text{ max}$  dit « relative » ou « spécifique » , qui s'exprimera alors en ml/min/kg . Cette dernière valeur est un excellent indicateur de la performance potentielle dans les épreuves d'endurance (sportives ou non) : puis elle est élevée, meilleure sera la performance éventuellement réalisée .

La  $VO_2 \text{ max}$  est un véritable reflet des capacités du sportif à faire fonctionner son système pulmonaire et cardio-vasculaire : c'est la «cylindrée» du sportif.

➤ Notion de puissance et vitesse maximale aérobie (PMA et VMA) :

Lors d'un exercice d'intensité croissante, la consommation d'oxygène) augmente progressivement. La puissance maximale aérobie (PMA) exprimée en watts correspond à la puissance limite pour laquelle  $VO_2$  n'augmente plus. Elle correspond donc à la puissance atteinte à la consommation maximale d'oxygène ( $VO_2 \text{ max}$  la PMA peut être maintenue entre 4 (sédentaire) et 8 - 10 minutes (sujet très entraîné). Comme l'objectif principal de la majorité des sports aérobies est d'atteindre la vitesse la plus élevée, il est classique de parler de vitesse maximale aérobie (VMA) exprimée en km/h qui correspond à la vitesse limite à laquelle  $VO_2$  est atteinte et à la puissance aérobie maximale fonctionnelle .

**Figure N°23** : L'indice de  $vo_2 \text{ max}$



➤ plus la puissance de l'exercice s'élève, plus la consommation d' $O_2$  augmente.

- la consommation d'O<sub>2</sub> " plafonne ", le sportif a atteint ses possibilités maximales et l'effort à ce niveau ne pourra pas être soutenu .
- à l'arrêt de l'effort, c'est la classique phase de remboursement de la dette en oxygène ; la consommation d'oxygène ne revient pas immédiatement à celle du repos (le sportif continue à « hyperventiler »).

### 3-3-Échelle de valeur de VO<sub>2max</sub> :

VO<sub>2max</sub> va ; chez l'homme , de 2,5-3 l/min<sup>-1</sup> (35 à 40 ml/min<sup>-1</sup>/kg<sup>-1</sup>) pour la population sédentaire et peu dotée en VO<sub>2max</sub> 5-6 l/min<sup>-1</sup> (75 à 85 ml/min<sup>-1</sup>/kg<sup>-1</sup>) pour celle des sportifs de haut niveau de performance aérobie, avec pour quelques sujets très entraînés et particulièrement doués et bien préparés, des valeurs autour de 90 ml/min<sup>-1</sup>/kg<sup>-1</sup> .

Chez la femme, VO<sub>2max</sub> va de 25 à 70 ml/min<sup>-1</sup>/kg<sup>-1</sup>, valeurs moindres que celles de l'homme de fait d'un métabolisme oxydatif moins actif d'un taux de globules rouges légèrement moindre et surtout d'une adiposité plus élevée ; VO<sub>2max</sub> rapportés au kg de masse maigre est proches entre femme et homme.

En pathologie, VO<sub>2max</sub> peut être très bas ,10 à 20 ml/min<sup>-1</sup>/kg<sup>-1</sup>, chez l'insuffisant cardiaque.

Le VO<sub>2max</sub> , rapporté au poids corporel atteint , hors entraînement spécifique, sa valeur la plus élevée dès la fin de la puberté, relevant d'une dotation génétique prépondérante (environ 2/3 de VO<sub>2max</sub> ) , Puis , il diminue progressivement d'une façon parallèle au débit et FC max . Cette diminution dépend largement de niveau d'activité sportive aérobie, en intensité, facteur très significatif de moindre diminution (E Brunet-Guedj & Co, 2006).

Les travaux récents nous montrent que VO<sub>2max</sub> peut être maintenu à 100% très longtemps et même sur le Marathon. La différence de performance au plus haut niveau se fait sur VO<sub>2max</sub> voire même sur la capacité anaérobie , les deux métabolismes étant dépendant l'un de l'autre. être endurant à VO<sub>2max</sub> nécessite une grande capacité anaérobie qui va vous permettre d'être performant sur le marathon en pouvant varier votre vitesse de course

### 3-4- Facteurs limitant de VO<sub>2max</sub> :

La consommation maximale d'oxygène dépend des capacités de prélèvement de l'oxygène, de transport de l'oxygène, et d'utilisation de L'oxygène par l'organisme. Elle fait donc intervenir trois grands systèmes

: le système pulmonaire, le système cardiovasculaire, et les muscles Nous allons étudier les hypothèses d'une limitation centrale et/ou périphérique .

#### **4-Le système Pulmonaire :**

A ce niveau, la consommation d'oxygène par l'organisme fait intervenir :

##### **A-La ventilation :**

Les possibilités maximales de ventilation pulmonaire augmente avec  $VO_{2max}$  (de 120 l/min chez le sédentaire dont  $VO_{2max} : 3$  L/min, jusqu'à 200 L/min si  $VO_{2max} > 5$  L/min).

##### **B-La diffusion alvéolo-capillaire de l'oxygène :**

Elle augmente aussi avec l'intensité de l'exercice mais il semblerait qu'elle plafonne avant  $VO_{2max}$  ( les avis divergent à ce sujet, pour certains elle plafonnerait à une valeur modérée du métabolisme correspondant à moins de 50 % de  $VO_{2max}$  ; pour d'autres, elle augmenterait proportionnellement au métabolisme jusqu'à  $VO_{2max}$  ).

Bien que des controverses existent, le système pulmonaire n'est généralement pas considéré comme un facteur limitant de la consommation maximale d'oxygène chez des sujets en bonne santé. Néanmoins, chez les athlètes bien entraînés ( $VO_{2max} > 60$  ml/min<sup>-1</sup>/kg<sup>-1</sup>), il semblerait que la diffusion alvéolo-capillaire limite  $VO_{2max}$  .

#### **4-1-Le système cardiovasculaire :**

A ce niveau, la consommation d'oxygène va dépendre de trois facteurs principaux :

##### **A-Le débit cardiaque (QC) :**

Il dépend du volume d'éjection systolique (VES) et de la fréquence cardiaque (FC) :

$$QC = VES \times FC$$

A l'exercice ; on constate un accroissement du débit cardiaque consécutif à une augmentation conjuguée du volume d'éjection Systolique (Jusqu'à 50% de  $VO_{2max}$  et de la fréquence cardiaque jusqu'à une valeur limite déterminée par l'âge et égale approximativement à  $220 - \text{âge}$ ) L'augmentation de  $VO_{2max}$  par l'entraînement s'accompagne d'une Augmentation marquée du débit cardiaque maximal . Cette augmentation ne dépend pas de la  $FC_{max}$  (qui n'est pas affectée par l'entraînement) , mais dépend d'un accroissement du volume D'éjection systolique consécutif à Une augmentation de volume des ventricules et de la force de contraction Du myocarde (VES peut atteindre 200 ml chez des athlètes à  $VO_{2max}$  proche de 6 L / min).

### **B- La capacité de transport de l'oxygène par le sang :**

Elle correspond au produit du débit cardiaque par la concentration du sang artériel en oxygène ( $QC \times CaO_2$ ) C'est la quantité d'oxygène dont disposent les tissus chaque minute .La concentration du sang artériel en oxygène fait intervenir deux paramètres : la concentration en hémoglobine (Hb) ,et le niveau de saturation de l'hémoglobine par l'oxygène ( $SaO_2$ ) or le contenu artériel en oxygène ( $CaO_2$ ) n'est pas significativement différent entre les sujets disposant d'une consommation maximale d'oxygène faible, moyenne ou élevée ceci laisse supposer que c'est surtout le débit cardiaque qui soit l'élément essentiel de variabilité de  $VO_{2max}$  .

Des méthodes de dopage ont pour objet d'améliorer artificiellement

Les valeurs de  $CaO_2$  : il s'agit de l'autotransfusion sanguine, de l'usage de l'érythropoïétine (EPO) ou de perfluorocarbone (PFC).

### **C-L'irrigation des cellules musculaires :**

Cette irrigation dépend des capacités de transport de l'oxygène par le sang (voir ci-dessus) ainsi que du nombre de capillaires qui entourent chaque fibre musculaire (capillarisation des muscles) Des études ont montré une corrélation très étroite entre le nombre moyen de capillaires au voisinage de chaque fibre et  $VO_{2max}$  .

Il semblerait que le principal facteur limitant  $VO_{2max}$  soit le débit cardiaque maximal surtout chez les sujets entraînés. Il existe une relation sensiblement linéaire entre l'augmentation de  $VO_{2max}$  liée à l'entraînement et celle du débit cardiaque maximal .chez l'homme, toute augmentation de  $VO_{2max}$  de 1 L/min correspond à une augmentation de QC d'environ 5 L/min (des valeurs de QC de 40 L/min ont été observées chez des athlètes dont  $VO_{2max}$  est de 6 L/min).

### **4-2 Les muscles :**

Si les muscles reçoivent suffisamment d'oxygène des niveaux périphériques, encore faut-il que cet oxygène puisse être utilisé au niveau local  $VO_{2max}$  dépend donc également de l'aptitude des muscles à utiliser l'oxygène ; cette limitation dite (périphérique) ya dépendre principalement de :

#### **A- La typologie des muscles :**

La richesse en fibres I et II a .Ces fibres prédominent largement chez les sportifs spécialisés dans les efforts d'endurance et sont en petite quantité chez les sportifs des efforts de vitesse .

### **B- L'activité des enzymes oxydatives dans les mitochondries :**

Des relations ont été démontrées entre la quantité d'enzymes du cycle de Krebs (SDH= succinate déshydrogénase) et  $VO_{2max}$ . Le nombre de mitochondries (densité mitochondriale) et l'activité enzymatique des mitochondries augmentent d'ailleurs comme  $VO_{2max}$  sous l'effet de l'entraînement.

L'aptitude locale à utiliser l'oxygène va déterminer la différence artérioveineuse ( $CaO_2 - CvO_2$ ), c'est à dire la différence entre le contenu artériel en oxygène et le contenu en oxygène du sang veineux (il s'agit du sang veineux mêlé, c'est-à-dire du mélange des différents sangs arrivant dans l'oreillette droite). Plus cette différence est importante plus le muscle a utilisé un pourcentage important d'oxygène. (R. Leca ; centre universitaire Condorcet Le greusol. la consommation maximale d'oxygène.pdf).

### **D -Le Sang :**

Le sang est un liquide visqueux dont la coloration va de rouge rutilant au rouge foncé. Son volume est approximativement 5 litres pour un adulte de corpulence moyenne (70 kg) (M.Jacombe 2006).

Le sang est constitué de deux parties : un milieu liquide appelé plasma dans le quel se trouvent des globules ou éléments figurés.

Le volume plasmatique constitue normalement environ 55 % à 60 % du volume sanguin total mais peut diminuer de 10 % voir plus en cas d'exercice intense à la chaleur, ou augmenter de 10 % voire plus après un entraînement en endurance ou un acclimatement à la chaleur et à l'humidité. Le volume plasmatique est constitué 90 % d'eau.

On distingue trois variétés essentielles d'éléments figurés :

- ❖ Les globules rouges ou érythrocytes (90% au total);
- ❖ Les globules blancs ou leucocytes, (responsables de la réponse immunitaire);
- ❖ Les plaquettes ou thrombocytes (impliqués dans les processus de cicatrisation).

Le taux hématocrites (rapport entre les globules rouges et le plasma) est de 42 à 45 % .

La répartition du sang est de :

- 80% dans la circulation systémique ;
- 20% dans la circulation pulmonaire

On note une variation entre les organes en fonction du niveau d'activité. En condition de repos :

- 20% dans les muscles striés ;

➤ 60-70% dans les viscères.

Au repos le pH du sang artériel est constant aux environs de 7,4 et donc légèrement alcalin. Le pH est neutre à 7. Il y a alcalose lorsque le pH est supérieur à 7 (pH basique), et acidose lorsqu'il est inférieur à 7.

## **1-L'hémogramme :**

### **1-1 Définition :**

❖ L'hémogramme est aussi appelé numération formule sanguine. Le premier terme est le plus approprié à l'analyse réalisée, car les deux versants quantitatifs et qualitatifs de l'étude sont inclus dans la terminologie « hémogramme ». En effet, l'hémogramme a pour but de quantifier (numération) et de qualifier (frottis sanguin érythrocytaire) les éléments figurés du sang. L'hémogramme est de plus en plus réalisé par des automates.

❖ Le sang est une suspension de cellules contenues dans un liquide. Le plasma Celui-ci est constitué d'eau, de sels minéraux et de molécules organiques. Après coagulation, le plasma dépourvu de fibrinogène constitue le sérum. La réalisation d'un hémogramme est un examen simple, peu coûteux, standardisé et automatique. Son interprétation fine nécessite parfois l'appel à l'œil du cyto-hématologiste.

### **1-2 Les paramètres de l'hémogramme :**

L'hémogramme permet de mesurer le nombre absolu de cellules contenues par unité de volume de sang.

L'hémogramme correspond à l'analyse quantitative des éléments figurés du sang (cellules et plaquettes).

C'est un examen simple et automatisé (compteurs électroniques) permettant de chiffrer le nombre de globules blancs, de globules rouges et de plaquettes.

Le frottis sanguin permet de donner une estimation qualitative permettant d'établir la formule sanguine et dépister d'éventuelles anomalies morphologiques des cellules. Le frottis est une technique manuelle. La numération des réticulocytes (sémiologie des globules rouges) fait appel à des techniques de coloration spéciales.

### **1-3 Hémogramme normal de l'adulte :**

#### **A- Globules rouges :**

Les globules rouges ont une durée de vie de 120 jours et sont surtout constitués d'hémoglobine (Marieb, 2009). Il s'agit d'une molécule comprenant deux parties : la partie hème constituée de fer et la partie globine, une composante protéique (Wilson et al, 2010). L'hémoglobine permet aux globules rouges d'assumer leur principale fonction qui est de transporter l'oxygène des

poumons vers les tissus. La réaction chimique fixant l'oxygène à l'atome de fer contenu dans l'hème est appelée oxydation. Ce phénomène responsable de la couleur rouge du sang est aussi celui qui fait rouiller la carrosserie des automobiles.

En plus du transport des gaz, l'oxygène mais aussi le dioxyde de carbone.

→ **L'hémoglobine :**

L'hémoglobine (Hb) sanguine correspond à la quantité d'hémoglobine contenue dans 100 ml de sang.

Elle varie en fonction du sexe et les valeurs normales sont :

- chez l'homme : 13 à 18 g/dl,
- chez la femme : 12 à 16 g/dl.

→ **Le nombre de globules rouges :**

Il s'agit du nombre de globules rouges par mm<sup>3</sup>. Les valeurs normales sont :

- chez l'homme : 4,2 à 5,7 Millions par microlitre,
- chez la femme : 4,0 à 5,3 Millions par microlitre.

→ **L'hématocrite :**

Il s'agit de la répartition (exprimée en %) des globules rouges par rapport au plasma, la quantité de globules blancs et de plaquettes ne rentrant pas en ligne de compte car en quantité très petite). Lorsque l'hématocrite est égal à 40%, cela signifie que 100 ml de sang contient 40 ml de globules rouges et 60 ml de plasma). Les valeurs normales sont :

- chez l'homme : 40 à 52 %.
- chez la femme : 37 à 46 %.

→ **Le VGM**

Comme l'hématocrite correspond à un volume, si on divise l'hématocrite par le nombre de globule rouge on obtient le volume moyen des globules rouges. C'est le Volume Globulaire Moyen (VGM). Il est exprimé en  $\mu^3$ . Il s'agit d'une valeur moyenne, la taille des globules rouges pouvant varier (anisocytose). Le VGM est normalement compris entre 80 et 100  $\mu^3$ . Sous le seuil de 80, on parle de microcytose et au dessus de 100 de macrocytes.

- Le VGM : moyenne arithmétique de ces volumes.
- L'indice de distribution des érythrocytes : l'automate va calculer la déviation standard autour de cette moyenne et calculer l'indice de distribution qui varie normalement de 12 à 16 %. Au dessus de 16 % se définit l'anisocytose.

→ **La CCMH**

La concentration corpusculaire (ou globulaire) moyenne en hémoglobine (CCMH) correspond à la quantité d'hémoglobine contenu dans 100 ml de globules rouges. Ce paramètre est obtenu en faisant le rapport entre Hémoglobine/Hématocrite. Il est exprimé en gramme/100ml ou en %.

Les valeurs normales varient entre 32 et 36%.

Lorsque la CCMH est inférieure à 32% on parle d'hypochromie. Au dessus on parle de normochromie. Le taux maximal de la CCMH est de 38% (arrêt de la synthèse de l'hémoglobine dans l'érythroblaste à partir de ce taux).

→ **La TCMH**

Paramètre moins utile, la teneur corpusculaire moyenne en hémoglobine (TCMH) est calculée par le rapport hémoglobine/nombre de globules rouges contenus dans 100 ml de sang. Elle est normalement comprise entre 27 et 31 pg/GR.

→ **Les réticulocytes**

Ces cellules correspondent à des globules rouges très jeunes, visibles seulement avec certains colorants.

Le nombre de réticulocytes est le reflet de la production érythroblastique ; Il est exprimé en % avec des valeurs normales entre 0.5 et 1.5% des hématies (soit 25 000 à 75 000/ mm<sup>3</sup>).

Ce chiffre permet de connaître le caractère régénératif (réticulocytes élevés) ou arégénératif (réticulocytes bas) d'une anémie.

**B- Globules blancs :**

→ **Le chiffre total de leucocytes :**

Le nombre normal des leucocytes varie entre 4 et 10 G/L (correspond à 4 - 10 x 10<sup>9</sup>/ L ou 4000-10000/mm<sup>3</sup>). En dessous de 4000/mm<sup>3</sup> on parle de leucopénie et au dessus de 10000/mm<sup>3</sup> d'hyperleucocytose.

Plus que le chiffre total de leucocytes c'est la formule leucocytaire qui importe.

→ **La formule leucocytaire :**

On retrouve à l'état normal 5 types de leucocytes dans le sang. Leur taux est souvent exprimé en % mais la valeur absolue est plus importante.

- ❖ Les polynucléaires neutrophiles ont un rôle dans l'élimination par phagocytose des particules étrangères en particulier les bactéries. - Chiffres normaux : 2000 à 7500/mm<sup>3</sup>.
- ❖ Les polynucléaires éosinophiles ont un rôle dans l'allergie et la lutte antiparasitaire.- Chiffres normaux : 100 à 500/mm<sup>3</sup>.

- ❖ Les polynucléaires basophiles ont un rôle dans l'hypersensibilité immédiate - Chiffres normaux : 0 à 150/mm<sup>3</sup>.
- ❖ Les lymphocytes ont un rôle dans l'immunité cellulaire et humorale (synthèse d'anticorps).- Chiffres normaux : 1500 à 4000/mm<sup>3</sup>.
- ❖ Les monocytes ont un rôle dans la phagocytose et l'immunité. - Chiffres normaux : 200 à 1000/mm<sup>3</sup>.

***C- Plaquettes :***

Les plaquettes sont utiles à l'hémostase primaire (clou plaquettaire). Leur taux habituel varie de 150 000 à 450 000 /mm<sup>3</sup> (150 à 450 x 10<sup>9</sup> /L ou 150 à 450 G/L). Sous la valeur de 150 G/L on utilise le terme de thrombopénie ; au dessus de la valeur de 450 G/L on parle de thrombocytose (ou d'hyperplaquettose). (Collège National des Enseignants de Médecine Interne Pr. Michel Pavic, Pr. Patrick Gérome 2013 ; PDF )

# **DEUXIEME PARTIE**

## **ÉTUDE EXPÉRIMENTALE**

# **LE PREMIER CHAPITRE**

## **MÉTHODOLOGIE DE LA RECHERCHE**

**Sujets, Matériel et Méthodes**

**1- type d'étude et méthodes de la recherche:**

Il s'agit d'une étude descriptive qui s'est déroulée tout au long de la première période préparatoire de la saison sportive.

Au cours de ce travail de thèse, une partie des données a été recueillie sur le terrain, une autre au laboratoire d'analyses médicales.

S'agit d'une étude non invasive n'induisant aucun risque particulier.

**2- Population de la recherche :**

La population expérimentale est composée de jeunes sportifs algériens pratiquant le football dans une équipe de la première division professionnel, et dont l'âge de 16 ans. Selon la réglementation de la FIFA, elle correspond à la catégorie des moins de 17 ans, communément appelée U-17, abréviation du terme anglais « Under Seventeen ». Cette population est assez homogène sur le plan de l'activité physique.

Les sujets et leurs entraîneurs ont été bien informés des objectifs de la recherche, des avantages des investigations, ainsi que de la procédure expérimentale.

Les sujets ont été rassurés que les données seront recueillies dans le respect de la confidentialité et de l'anonymat.

**2-1- Critère d'inclusion :**

Sujets bien entraînés, vingt un footballeurs ont été recrutés sur une base volontaire au centre d'entraînement de l'entente sportif de Sétif « ESS » ; Leurs caractéristiques sont représentées dans le tableau N°01 ; Pour maximiser les chances de réussite de notre étude, nous avons eu besoin de la collaboration avec l'administration et une compétence notoire des entraîneurs et de l'équipe technique du club de football d'ESS. La participation au projet de recherche a été complètement volontaire et aucune attente n'a été exigée par les participants.

**2-2- Critère d'exclusion :**

Les sujets étaient exclus de cette étude s'ils présentaient des déficits Neuromusculaires, s'ils prenaient une médication ayant un impact sur le système Cardiovasculaire ou métabolique.

**Tableau N°05 : Caractéristiques de l'échantillon**

Effectif	Age de pratique	Poids (kg)	Stature (cm)
21	+ 4 ans	63.53 $\pm$ 5.41	1.67 $\pm$ 0.04

### **3- Identification des variables mises en jeu :**

Lors des mesures expérimentales, les éléments observables et constantes sont appelés « variables ». Compte tenu de leurs rapports, on distingue les variables indépendantes dont les modalités sont fixées, et la variable dépendante qui apparaît comme une réaction à ces modalités (Lamoureux.A, Berthiaum.F, 1981).

**3-1- Les variables indépendantes :** le programme et la phase de préparation physique ; tranche d'âge (U 17).

**3-2- Les variables dépendantes :** les paramètres hématologique ; physiologique et le profil morphologique.

### **4- Moyens de la recherche :**

#### **4-1- Les mesures anthropométriques :**

**4-1-1- La stature:** C'est la distance allant du vertex au sol. Le sujet est placé dans une position naturelle (garde à vous), talons collés, distance de 12 à 20 cm entre les orteils.

**4-1-2- La masse corporelle :** C'est la masse corporelle mesurée en kg. Pris à l'aide d'une balance médicale avec une erreur de  $\pm 50$  g.

#### **4-1-3-Pourcentage de la masse grasseuse :**

##### **4-1-3-1-Équations à 4 plis de Durnin et Womersley :**

L'équation de Durnin et Womersley est validée dans les deux sexes (Peterson MJ et col,2003), et en particulier sur la population de jeunes sportifs(Hodgdon JA et col, 1996). Elle a fait l'objet de nombreuses études, et trouve une validation par rapport aux méthodes de référence(Khalid.W et Bibi.D, 2006), (Zahariev.A et col, 2005). Une légère surestimation semble toutefois s'observer par rapport à la méthode hydrostatique (Garcia. A et col, 2006).

Cette surestimation paraît toutefois négligeable dans le cadre d'un suivi longitudinal d'athlètes. Si l'équation manque de spécificité pour la population noire africaine (Dioum.A et col, 2005), elle est par contre validée dans la population asiatique (Manjiang.YAO et col,2002). Cette équation semble donc particulièrement indiquée pour l'appréciation de la composition corporelle des sportifs, en raison de sa facilité de réalisation pratique, de sa reproductibilité, et de sa spécificité reconnue vis-à-vis des populations sportives. En pratique, l'une des causes fréquentes de surestimation de l'adiposité avec la formule de 4 plis, repose sur une erreur de détermination du pli Supra-iliaque (mesuré trop latéralement et/ou trop bas) ; et ne répondant pas à la localisation précédemment décrite (Lohman 1989).

$$BD = C - [M (\text{Log}_{10} \Sigma 4\text{plis})]$$

$\Sigma$  4 plis : Biceps + Triceps + Sous-scapulaire + Supra-iliaque

C: 1.1620

M: 0.0678

#### 4-1-3-2-Conversion densité corporelle (BD) en %MG :

Deux équations sont validées pour convertir la densité corporelle en %MG (Khalid.W et Bibi.D, 2006), sans qu'aucune étude comparative ne semble avoir été publiée. L'équation de Siri reste la plus utilisée, bien qu'elle surestime légèrement le %MG chez des athlètes poids légers (versus méthode hydrostatique). (Modlesky.CM et col, 1996), (Siri. WE, 1956).

Équation de Siri %MG =	495/BD – 450
------------------------	--------------

Équation de Brozek %MG =	457/BD – 414,2
--------------------------	----------------

Les nombreuses validations de l'équation de Siri permettent de la considérer comme étant la méthode de référence du calcul du %MG à partir de la densité corporelle, à fortiori chez les sportifs (Heyters.CH, 1987), (Khalid.W et Bibi.D, 2006), (Modlesky.CM et col, 1996), (Siri. WE, 1956). Elle est par ailleurs utilisée pour cette conversion avec la méthode hydro-densitomètre. Les résultats recueillis en plus de l'âge, du poids des sujets sont ensuite transmis à l'ordinateur pour le traitement, selon les équations indiquées ci-dessous.

#### 4-1-3-3-Mesure des plis cutanés :

➤ **principes généraux à respecter :**

- ❖ Les mesures sont effectuées par le même opérateur ;
- ❖ Mesure des plis cutanés, toujours sur l'hémicorps droit, par convention (pour gauchers et droitiers)
- ❖ La relaxation complète du sujet est indispensable, sans contraction du muscle sous jacent ;
- ❖ le membre concerné complètement détendu ;
- ❖ Le pli doit s'imprimer entre le pouce et l'index ;
- ❖ Le pli intéresse la peau et les tissus sous cutanés, mais doit exclure la masse musculaire sous-jacente et les aponévroses ;
- ❖ La pression des doigts doit être relâchée pendant la mesure à la pince ;
- ❖ La mesure avec la pince doit s'effectuer perpendiculairement à la surface cutanée, par une pression isolée de l'ordre de 2 secondes sur le point sélectionné ;
- ❖ La mesure doit être répétée sur chaque site au minimum 3 fois, idéalement 5 fois, sur une zone centrée sur le point initial (2 mm). La valeur retenue correspond à la moyenne des 5 mesures.

- **Matériel** : une pince de type lange a été utilisée. Ce matériel, bien qu'onéreux, reste le matériel de référence à adopter. Il ne nécessite par ailleurs aucune calibration secondaire ni entretien particulier.
- ❖ **Pli Bicipital** : Pli vertical, situé à mi-distance entre l'insertion haute (tête humérale de l'épaule) et basse (pli du coude).



Figure N° 24 : Plis Bicipital

- ❖ **Pli Tricipital** : Pli vertical sur la face postérieure du Triceps, Bras entièrement détendu (éviter les rotations du membre). A mi-distance entre l'insertion haute (Acromion de l'épaule) et basse (Olécrane du coude).



Figure N° 25: Plis Tricipital

- ❖ **Pli Sous Scapulaire** : Pli oblique vers le bas et le dehors, sur la face postérieure, le bras bien détendu. Le pli se situe juste sous la pointe de l'omoplate (1 cm).



Figure N° 26 : Plis Sous Scapulaire

- ❖ **Pli Supra iliaque:** Pli oblique en bas et en dedans. Juste au-dessus de la crête iliaque (2 cm), à son intersection avec la ligne axillaire antérieure.



Figure N° 27 : Plis Supra iliaque

#### 4-1-3-4-Indice de la masse corporelle (IMC):

L'IMC est calculé en divisant la masse (en kg) par la taille au carré (en mètre). Cet indice de masse corporelle est situé entre 14 et 40 avec une échelle de santé associée. Il est calculé d'après la formule suivante :

$$\text{IMC} = \frac{P \text{ (kg)}}{T^2 \text{ (m)}}$$

**IMC** : Indice de la masse corporelle

**P**: masse corporelle en kg

**T**: stature en m

#### 4-1-3-4-La détermination de masse musculaire :

Pour l'évaluation la masse musculaire (la masse maigre), nous allons utiliser dans notre étude la formule proposée par Mateigka J(1921) et qui est la suivante :

- Masse musculaire, exprimée en kilogramme, d'après la formule suivante :

$$\text{MM} = 6,5 \times T \times R^2$$

Où **MM** : masse musculaire en Kg

**T** : taille en centimètres

**R** : la valeur de l'expression

**R** =  $[(\sum \text{circonférences : bras, avant bras, cuisse et jambe}) / 8 \times 3,14] - [(\sum \text{plis cutanés : bras, avant bras, cuisse et jambe}) / 80]$ .

#### 4-2- La capacité aérobie : Test 20 mètres navettes (Luc Léger 1 minute) :

- **Justification du choix de l'épreuve :**

Précédemment et y compris actuellement on utilise le Test de Cooper comme test pour la mesure du rendement de la résistance aérobie pour les joueurs de football et les athlètes des sports dérivés (football en salle, football salon, football de plage, football à 7, etc...).

De nos jours on reconnaît que l'utilisation des tests physiques doivent reproduire dans la mesure du possible les patrons de mouvements caractéristiques de chaque discipline, que ce soit dans les conditions de laboratoire ou sur le terrain de sport lui-même .

Le Football est un sport à caractère intermittent où on conjugue des périodes de haute intensité de courtes périodes de temps inter-espacées par des périodes de moyenne et basse intensité de durée beaucoup plus longue. Ceci en outre aussi uni aux changements de direction et à la diversité de mouvements que l'athlète effectue pendant un match. Pour cela l'application de tests plus spécifiques à la discipline permet d'avoir une meilleure appréciation sur les qualités physiques du joueur, dans ce cas, la résistance aérobie.

Une de ceux-ci est le Test progressif de course intitulé " Course Navette" conçue par Léger et Lambert en 1982. Son objectif est de déterminer la puissance aérobie maximale. C'est un test progressif, triangulaire, maximal, indirect et collectif.

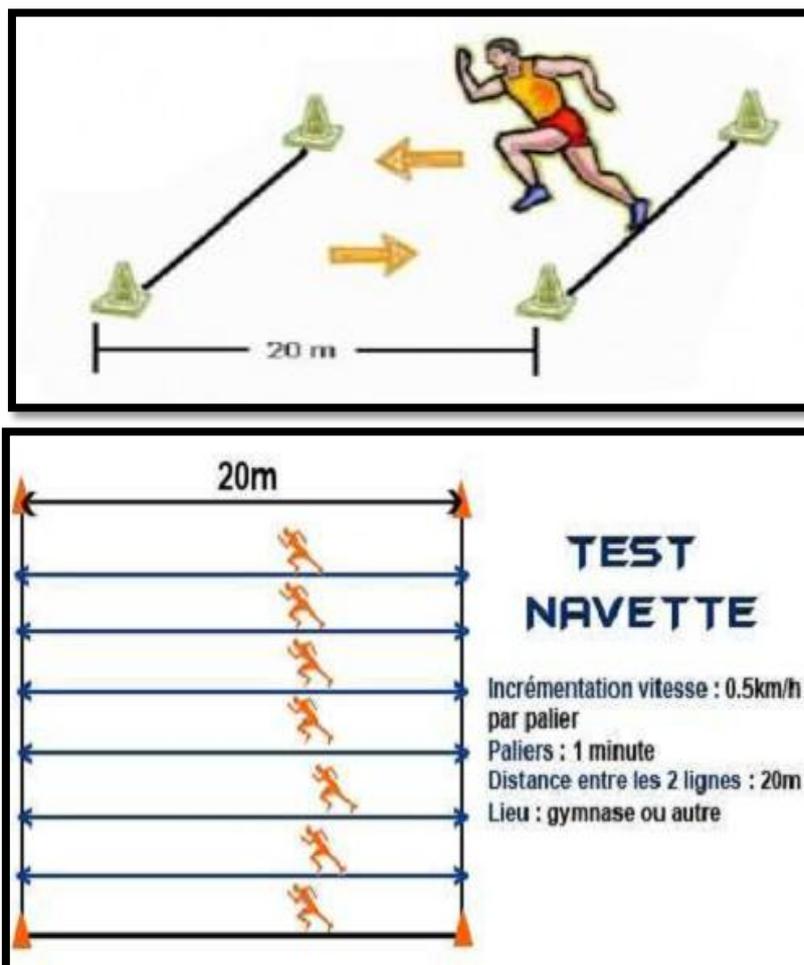


Figure N°28 : test navette

➤ **Objectif** : il s'agit d'une épreuve progressive et maximale qui a pour but d'évaluer le VO<sub>2</sub>max et la VMA.

➤ **Principe** :

Le principe du test de Léger est exactement le même que le principe du test de Luc Léger : calculer la vitesse maximale d'aérobie (VMA) et estimer la consommation maximale d'oxygène du sujet mais contrairement au test de Luc Léger, le test de Léger est réalisé, non pas dans le cadre d'une course continue mais dans le cadre d'une course entrecoupée d'aller-retour.

➤ **Déroulement** :

Le déroulement du test de Léger est extrêmement simple. Les sujets doivent partir de la première ligne au premier signal sonore en direction de la seconde ligne, puis repartir de cette seconde ligne au second signal sonore en direction de la première ligne et ainsi de suite jusqu'à épuisement sachant que les signaux sonores sont de plus en plus rapprochés au fil du test.

➤ **Protocole** :

L'épreuve consiste à réaliser le plus grand nombre possible d'allers et retours entre deux lignes distantes de 20m, à des vitesses progressivement accélérées.

Les vitesses sont réglées au moyen d'une bande sonore (cassette audio) émettant des sons à intervalles réguliers. Chaque « bip » sonore doit correspondre à la pause d'un pied à la ligne.

Les virages en courbes ne sont pas admis. L'épreuve commence à 8km/h et la vitesse augmente progressivement de 0.5km/h toutes les minutes. Le but est de compléter le plus grand nombre possible de paliers d'une minute. L'épreuve s'arrête quand le sujet ne peut plus suivre le rythme imposé. Il faut alors noter le numéro du dernier palier annoncé par la bande sonore ; exemple : « palier 15 et 30 secondes ».

Le VO<sub>2</sub>max est calculé d'après l'équation suivante (Turpin.B, 2002):

---

$$VO_{2max} = 31.025 + (3.238 \times \text{vitesse km / h}) - (3.248 \times \text{âge (années)}) + 0.1536 (\text{âge} \times \text{vitesse})$$

---

- **4-3-Techniques statistiques** : avec l'utilisation du logiciel (SPSS V.16)
- Moyenne arithmétique
- Coefficient de corrélation (Person)

**5-Le sondage :** L'étudiant chercheur a fait un sondage afin d'assurer le bon fonctionnement de l'expérience de la recherche dans la période préparatoire.

L'objectif de cette étude exploratoire est de trouver les fondements scientifiques des tests et des mesures, ainsi que la réhabilitation des cadres qualifiés qui ont exercé avec l'étudiant pour en prendre profit dans l'étude pratique sur le terrain.

En conséquence, l'étudiant a mené l'enquête sur l'échantillon d'étude, qui se compose de 21 jeunes joueurs, les résultats étaient comme suit:

- Confirmation de la validité des dispositifs réels et leur pertinence pour le service de recherche.
- Contrôle des autres variables aléatoires qui peuvent affecter la sincérité des résultats de l'étude de base.
- les tests physiques et biochimiques (prélèvements du sang) se caractérisent d'objectivité et d'une variabilité et d'honnêteté tout comme suit :

#### **5-1- La fidélité (variabilité) :**

La fidélité reflète la stabilité des résultats obtenues par les mêmes sujets, quel que soit le lieu ou l'épreuve se déroule, et quel que soit l'évaluateur qui la fait passer. (Dupont.G et Bosquet.L, 2007)

A également été utilisé facteur Person et après la détection du niveau de signification lorsque le degré de liberté 19 (n -2) et le niveau de signification de 0,05 a été constaté que la valeur calculée pour chaque test est supérieure à R tableautique qui est estimé à 0,57, ce qui confirme que le test a une bonne stabilité (fidélité), comme indiqué dans le **tableau N° 02** ci-dessous .

#### **5-2- La validité :**

La validité est l'adéquation entre ce que l'épreuve est censée mesurer et ce qu'elle mesure réellement. (Stéphane .C, 2004). Elle dépend du niveau d'association (ou de corrélation) entre la variable mesurée selon une méthode de référence et le résultat du test que l'évaluateur souhaite utiliser (Dupont .G et Bosquet .L, 2007) pour s'assurer de la véracité des tests, le chercheur a utilisé le coefficient de self-honnêteté en tant que résultats des tests plus vrai pour les qualités de véritables conclusions des erreurs de mesure imparfaite, qui est mesurée en calculant la racine carrée du coefficient de stabilité.

Il a été constaté que les essais ont un degré élevé d'auto-vérité, comme le montre le tableau N° 06.

	<i>Taille de l'échantillon</i>	<i>Coefficient de stabilité</i>	$\sqrt{c \cdot \text{stabilité}}$	<i>R Tableau tique</i>	<i>ddl</i>	<i>Niveau de significativité</i>
<i>20 m navette</i>	<i>21</i>	<i>0.78</i>	<i>0.86</i>	<i>0.66</i>	<i>19</i>	<i>0.047</i>

**Tableau N° 06:** Représentation des fondements scientifiques de test physique.

**6-L'expérimentation principale :** L'expérimentation au club c'est déroulées en début de la période préparatoire (début du mois d'aout et la fin du mois de september) .

**7-Organisation de la recherche :**

<i>Nb des joueurs 21 C/U17</i>	<i>Date et lieu d'application des Pré-tests</i>		<i>Date et lieu d'application des Post-tests</i>	
<i>Tests physiologique et mesures anthropométrique</i>	<i>04/05-08-2016 complexes</i>	<i>annexe du 08 Mai 1945</i>	<i>22/23-09-2016 complexes</i>	<i>annexe du 08 Mai 1945</i>
<i>Prélèvements sanguin</i>	<i>02/06-08-2016 au laboratoire</i>		<i>25/27-09-2016 au laboratoire</i>	

**Tableau N° 07 :** La population testée, date et lieu de réalisation des tests.

**NOTE :** U17 de l'ESS: porteur de la coupe d'Algérie 2013/2014/2018.

**LE DEUXIÈME CHAPITRE  
PRESENTATION  
ETDISCUSSION DES  
RESULTATS  
DE LA RECHERCHE**

### **1- Présentation des résultats :**

Dans tout travail scientifique , la récolte des données brutes ne suffisent pas a elles seules d'avoir des interprétations rationnelles pour expliquer le sujet a étudié , à travers ce chapitre nous allons essayer d'organiser, analyser et interpréter du mieux qu'on peut les résultats des pré-tests et des post-tests des groupe expérimentale, ainsi qu'a l'analyse des résultats , pour arriver en fin a des discussions et des conclusions tangibles .

Après avoir exposer la méthodologie de notre étude, voila les résultats des tests réaliser sur notre échantillon expérimentale (jeunes footballeur U 17) , dans ce chapitre nous allons décortiquer les résultats obtenus pour but de valider les hypothèses émises dans cette étude .

#### **1-1- Présentation et discussion des résultats de la première hypothèse :**

L'objectif principal de celle-ci est de vérifier l'hypothèse selon laquelle, existence des différences significatives au niveau des paramètres hématologique des jeunes footballeurs durant la première période préparatoire .

Dans un premier temps nous allons exposer les résultats obtenus lors des tests réaliser ; en utilisant le logiciel statistique (SPSS V 16.0) pour calculer la moyenne des sommes ainsi que l'écart type, et le « T » de student pour déterminer la significative des différences

**A-Présentation et discussion des résultats des paramètres hématologique**

**Tableau 08** : Résultats des analyses hématologiques des jeunes footballeurs algériens.

		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	globules blancs (leucocytes) milles /mm3 pré-test	6,6594	1,17470	,27688
	globules blancs (leucocytes) milles /mm3 post-test	6,5956	1,12255	,26459
Pair 2	globules rouge (érythrocytes) pré-test	4,7556	,35447	,08355
	globules rouge (érythrocytes) post-test	4,8389	,28487	,06714
Pair 3	hémoglobine (dl) pré-test	13,8244	1,00197	,23617
	hémoglobine (g/dl) post-test	14,0228	1,01278	,23871
Pair 4	hématocrite % pré-test	42,0667	4,15706	,97983
	hématocrite % post-test	42,4683	4,15150	,97852
Pair 5	Plaquette pré-test	279111,11	56064,9716	13214,64055
	Plaquettes post-test	290055,55	57746,3747	13610,9510

		Paired Differences		t	Sig. (2-tailed)
		95% Confidence Interval of the Difference			
		Upper			
Pair 1	globules blancs (leucocytes) milles /mm3 pré-test - globules blancs (leucocytes) milles /mm3 post-test	,58253		,260	,798
Pair 2	globules rouge (érythrocytes) pré-test – globules rouge (érythrocytes) post-test	,06011		- 1,226	,237
Pair 3	hémoglobine (dl) pré-test – hémoglobine (g/dl) post-test	-,01865		- 2,329	,032
Pair 4	hématocrite % pré-test - hématocrite % post-test	,07854		- 1,765	,096
Pair 5	Plaquettes pré-test – plaquettes post-test	-3423,02773		- 3,070	,007

**Le tableau N°08** : rapporte les résultats des tests biochimiques, Les résultats statistiques ont montré :

➤ augmentation relative statistiquement significative à  $p < 0,05$  au taux des hémoglobines (g/dl) ( $14,02 \pm 0,23$  VS  $13,82 \pm 0,23$ ). donc ; La concentration de l'hémoglobine ( $14,2 \pm 0,23$  g/dl) est considéré élevée que celle trouvée chez les joueurs footballeurs de troisième division ( $12,84 \pm 0,37$  g/dl) au cours de la même période de la saison (Gouthon et al , 2007) et en parallèle similaire d'une équipe professionnelle de football algérien de première division (CAB atna) ( $14,2 \pm 0,2$ ) (Khaled Guerioune et al, 2015) ; même la déférence de maturation biologique entre les deux tranche d'âge et le niveau d'entraînabilité , ces variations témoignent de l'adaptation de l'organisme aux efforts durant la période de préparation .

➤ augmentation relative statistiquement significative à  $p < 0,05$  au taux des plaquettes ( $290055,55 \pm 13610,95$  VS  $279111,11 \pm 13214,64$ ).

➤ Des taux des hématocrites relativement constants ( $42,0667\% \pm 0,97$  VS  $42,46\% \pm 0,97$ ) , est compris dans la fourchette de 34,6 à 52,6% trouvée chez les footballeurs professionnels italiens (Malcovati L, Pascutto C, Cazzola M. 2003) , est similaire à celle de une équipe professionnelle de football algérien de première division (CAB atna) ( $44,8\% \pm 0,6$ ) ( Khaled Guerioune et al, 2015) ; Par contre, nos résultats sont supérieurs à  $42,3 \pm 2,74\%$  obtenus chez des footballeurs professionnels français de la première division (Brun JF et al, 2006)

Notre étude confirme les assertions de (Galbo, H ) qui a dit que le sport de haut niveau est marqué par la répétition des séances d'entraînements intenses suivies de courtes périodes de récupération, ce qui entrainerait une augmentation des dépenses énergétiques. Cette augmentation favorise l'activation des nouvelles voies métaboliques et par conséquent les variations des taux hormonaux et d'autres paramètres biochimiques (Influence of aging and exercise on endocrine function. Int J Sports Nutr Exer Metab 2001).

De ce fait les suivis médicaux individualisés et permanents sont nécessaire pour maintenir, préserver ou améliorer l'état de santé des sportifs en vue de rechercher une performance dans des conditions optimales. La prise en charge sur le plan physiologique, biomécanique, biologique, psychologique et nutritionnelle contribue à optimiser le rendement de l'athlète et à dépister précocement d'éventuels problèmes de santé et les examens biologiques occupent une place importante dans cette prise en charge médico-sportive .

La différence statistique dans les résultats de l'hémoglobine entre les différents postes de jeu, est confirmée par les résultats rapportés par Cazzola et al, (2003) et Malcovati et al, (2003)

Selon les résultats obtenus ne remarque aucune pathologie liée aux composants du sang, et les valeurs sont dans interval normale.

**1-2- Présentation et discussion des résultats de la seconde hypothèse:**  
**B-Présentation et discussion des résultats des paramètres physiologiques**  
**Tableau N°09 : présentation des résultats de l'analyse des capacités aérobies**  
 des jeunes footballeurs algériens (compartiments défensif)

Paired Samples Statistics

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 VO2post-test défenseurs	42,4375	8	2,03869	,72079
VO2pré- test défenseurs	40,6875	8	,53033	,18750

Paired Samples Correlations

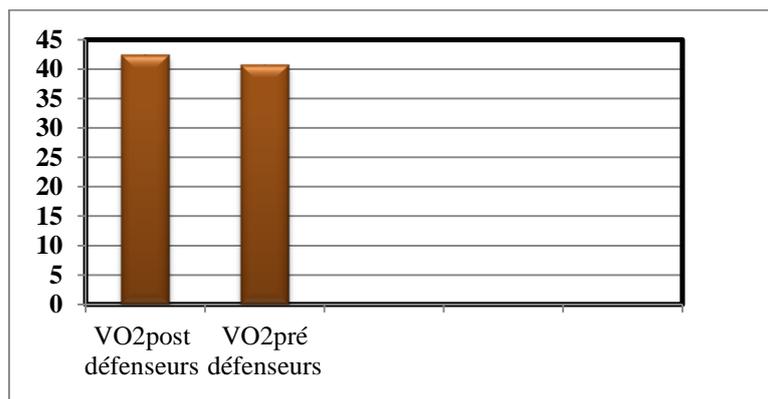
	N	Correlation	Sig.
Pair 1 VO2post défenseurs & VO2pré défenseurs	8	,607	,111

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	VO2postdéfenseurs - VO2prédéfenseurs	1,75000	1,76777	,62500	,27211	3,22789	2,800	7	,027

**Tableau N°09:**rapporte les résultats des tests de la capacité aérobie chez les défenseurs.

**Figure N°29 :** les résultats des tests de la capacité aérobie chez les défenseurs.



Selon les assertions de **Vahid Halilhodzic** rapportées dans le livre (Dellal,A, 2008),chaque poste de jeu nécessite des spécificités physiologiques particulières. L'endurance est l'une des qualités les plus importantes pour un footballeur, surtout celui qui évolue en milieu de terrain. Le développement de cette qualité : endurance permet au joueur de répéter des

efforts intensifs, elle serait importante d'un point de vue tactique lorsqu'on demande à un joueur de créer des espaces sans ballon, elle est primordiale sur les plans technique et psychologique, nous en déduisons que :

« La consommation maximale de l'oxygène influe sur le rythme de jeu, il faut donc, redresser cette qualité physiologique chez les jeunes footballeurs».

Les résultats montrent une augmentation relative statistiquement significative à  $p < 0,05$  au niveau de la consommation maximal d'oxygène  $VO_2$  max (ml/kg/min) ( $42,43 \pm 2,03$  VS  $40,68 \pm 0,53$ ). Malgré que ces valeurs moins importantes par rapport à leurs homologues selon (Houar, A, 2015) puisque L'échantillon de l'étude a fait ressortir de ce compartiment ( $49.27$  ml/mn/kg).

Confrontés à ceux des joueurs turcs :  $51.6$  (ml/kg/min) (Tiryaki.G et col, 1997) et ceux des joueurs professionnels espagnols et brésiliens : entre  $54.2 - 54.9$  ml/mn/kg selon (SantosSilva.PR et col, 2007) et (Casajus.JA et Castagna.C, 2007) , nous déduisons que ces résultats sont d'un niveau moyen, ils demeurent, par contre, insuffisants si l'on considère que

Les valeurs  $Vo_{2max}$  pour les joueurs de haut niveau et même les joueurs de la tranche d'âge 15-16 ans, varient : entre  $60$  à  $62$  (ml/kg/min) selon une étude de (Masson.F, 2007).

**Tableau N°10:** présentation des résultats de l'analyses des capacités aérobies des jeunes footballeurs algériens (compartiments milieu terrain)

Paired Samples Statistics

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 VO2post-test milieu	44,7500	7	1,37689	,52042
VO2pré-test milieu	43,7143	7	1,34186	,50718

Paired Samples Correlations

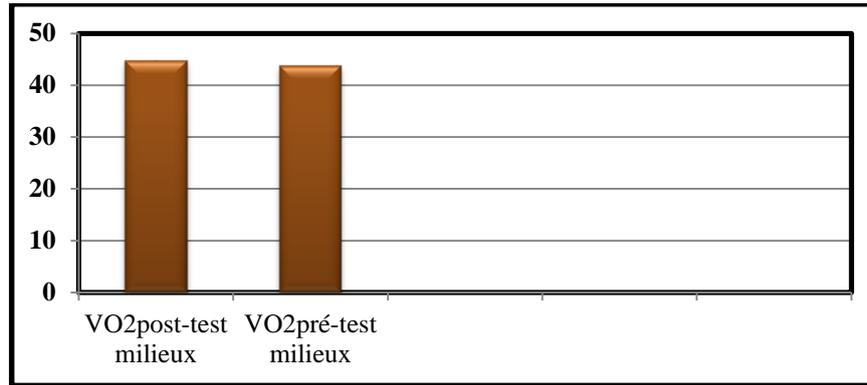
	N	Correlation	Sig.
Pair 1 VO2post milieu & VO2pré milieu	7	,851	,015

Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 VO2post milieu - VO2pré milieu	1,03571	,74202	,28046	,34946	1,72197	3,693	6	,010

**Tableau N°10 :** rapporte les résultats des tests de la capacité aérobie chez les milieu terrain.

**Figure N°30** : les résultats des tests de la capacité aérobie chez les milieux terrain.



Les résultats montrent une augmentation relative statistiquement significative à  $p < 0,05$  niveau de la consommation maximal d'oxygène  $VO_2 \text{ max}$  (ml/kg/min) ( $44,7500 \pm 1,37$  VS  $43,71 \pm 1,34$ ).

**Tableau N°11**: présentation des résultats de l'analyses des capacités aérobie des jeunes footballeurs algériens (compartiments attaque)

Paired Samples Statistics

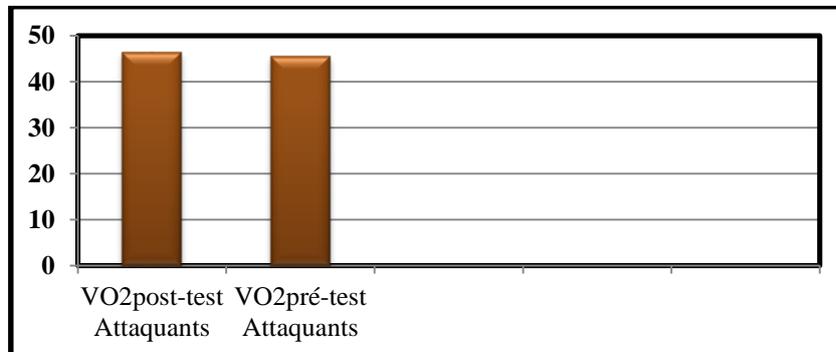
		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	VO2post-test Attaquants	46,3750	6	,95851	,39131
	VO2pré-test Attaquants	45,5000	6	,00000	,00000

Paired Samples Test

		Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower				Upper
Pair 1	VO2post-Attaquants - VO2pré-Attaquants	,87500	,95851	,39131	-,13090	1,88090	2,236	5	,076

**Tableau N°11** : rapporte les résultats des tests de la capacité aérobie chez les attaquants.

**Figure N°31** : les résultats des tests de la capacité aérobie chez les attaquants.



Les résultats montrent une augmentation relative statistiquement significative à  $p < 0,05$  au niveau de la consommation maximale d'oxygène  $VO_2 \text{ max}$  (ml/kg/min) ( $46,37 \pm 0,95$  VS  $45,50 \pm 0,00$ ).

**Tableau N°12 :** Résultats des analyses de niveau de la consommation maximale d'oxygène ( $VO_2 \text{ max}$ ) des jeunes footballeurs algériens.

Paired Samples Statistics

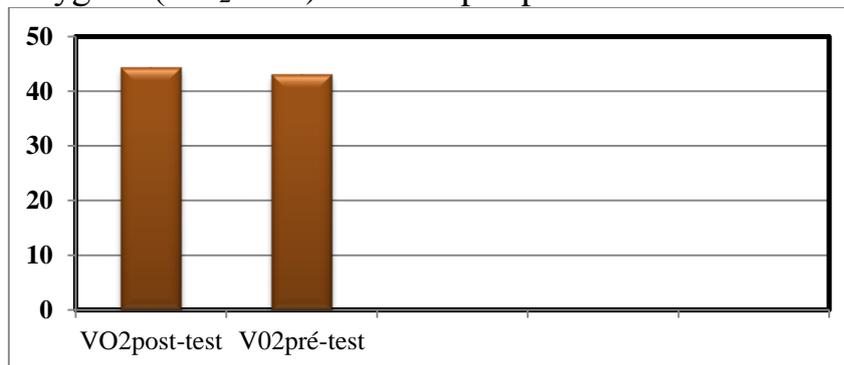
	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 VO2post&	44,3333	21	2,23653	,48805
VO2pré-test	43,0714	21	2,19679	,47938

Paired Samples Test

	Paired Differences	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		T	df	Sig. (2-tailed)
					Lower	Upper			
					Pair 1 VO2post & VO2pré	1,26190			

**Tableau N°12 :** récapitule les résultats des tests de l'indice de la consommation maximale d'oxygène ( $VO_2 \text{ max}$ ) leurs les prés et post test.

**Figure N°32 :** les résultats des tests de l'indice de la consommation maximale d'oxygène ( $VO_2 \text{ max}$ ) leurs les pré-post test



Les résultats montrent une augmentation relative statistiquement significative à  $p < 0,05$  au niveau de la capacité aérobie (ml/kg/min) ( $VO_{2\text{post-test}} = 44,33 \pm 2,23$  VS  $VO_{2\text{pré-test}} = 43,07 \pm 2,19$ ). Par ailleurs sur le plan physiologique l'enfant pré-pubère se caractérise par un métabolisme aérobie relativement très développé par rapport à l'adulte. Les possibilités maximales aérobies ainsi que les activités enzymatiques musculaires de type oxydative (cycle de Krebs) sont égales et même le plus souvent supérieures à celles de l'adulte.

Nos résultats renforcent en outre, les assertions de (Mastour.I, 2008) rapportées dans une étude qu'il a effectué sur des joueurs saoudiens et de (Legal. F ; 2010) sur des joueurs français, mais nos résultats contredisent ceux de (Vigne.G, 2011) qui est arrivé à déceler des écarts non

significatifs entre les compartiments de jeu sur des joueurs du championnat professionnel italien.

On constate une différence significative, ce qui nous amène à dire qu'il y a une progression remarquable pour le paramètre de l'endurance lors la période de la préparation du premier cycle de remise en condition physique.

La science confirme que, chaque poste de jeu nécessite des spécificités physiologiques particulières. L'endurance est l'une des qualités les plus importantes pour un footballeur, surtout celui qui évolue en milieu de terrain. Le développement de cette qualité ; endurance permet au joueur de répéter des efforts intensifs, elle serait importante d'un point de vue tactique lorsqu'on demande à un joueur de créer des espaces sans ballon, elle est primordiale sur les plans technique et psychologique, nous en déduisons que :

« La consommation maximale de l'oxygène influe sur le rythme de jeu, il faut donc, redresser cette qualité physiologique chez les jeunes footballeurs » (Dellal.A, 2008).

Dans une analyse de la physiologie du football, Ekblom et al 1986 [110], estiment que les aspects les plus importants qui concernent les caractéristiques typiques du football sont représentés par le type d'exercice, la distance parcourue, la vitesse de course, le nombre de sauts et de tacles. Ainsi, que d'autres facteurs qui influencent le temps et le type d'effort et de déplacement des footballeurs.

Alors que les données de la littérature montrent une plus grande stabilité de la VO<sub>2</sub> max durant les différents stades de la puberté chez les jeunes européens ainsi que les canadiens (Khat.B,2006). Bien que cela reste à confirmer par une étude plus approfondie ceci laisse supposer que nos jeunes joueurs ont des potentialités d'endurance moyenne comparés à leurs homologues occidentaux .

De la classification des compartiments suivant l'indice : VO<sub>2</sub>max et au regard des données qui sont visibles sur les tableau N°09/10/11 et 12 et selon les résultats, l'attaque accuse la plus forte consommation en oxygène avec une moyenne de :(pré-pp = 45,50 ; post-pp = 46,37 ) ml/mn/kg, suivi du milieu de terrain avec : ( pré-pp = 43,71 ; post-pp = 44,75 ) ml/mn/kg, la défense vient en dernier lieu avec : ( pré-pp = 40,68 ; post-pp = 40,68 ) ml/mn/kg. Confrontés à ceux des joueurs turcs : 51.6 ml/mn/kg (Tiryaki.G et col, 1997)et ceux des joueurs professionnels espagnols et brésiliens : entre 54.2 – 54.9 ml/mn/kg selon (Santos Silva et col, 2007) et (Casajus.JA et Castagna.C, 2007), nous déduisons que ces résultats sont d'un niveau moyen, ils demeurent, par

contre, insuffisants si l'on considère que les valeurs Vo<sub>2</sub>max pour les joueurs de haut niveau et même les joueurs de la tranche d'âge 15-16 ans, varient : entre 60 à 62 ml/mn/kg selon une étude de (Masson.F, 2007).

Au regard des tableaux qui présentes des résultats des niveaux de la capacité aérobie chez les jeunes joueurs par l'utilisation du test de l'analyse de t student nous distinguons visiblement et observé l'existence d'une différence Significative entre les compartiments suivant l'indice de consommation maximale de l'oxygène ; au même temps une augmentation significative au seuil de la signification ( $P < 0.05$ ) .

Les résultats de notre étude se sont avérés en totale opposition avec ceux de (Houar. A, 2015) (Nacer.A, 2006) de (Kasmi.A, 2009) et de (Vigne.G, 2011) sauf que le dernier cité et en opposant le compartiment du milieu à celui de l'attaque, n'a pas pu lui aussi, révéler de différences statistiquement significatives. Même que l'étude de (M. Youns ; 2012 ) conclu que Pour le test d'endurance appliqué au groupe, nous avons constaté que ce sont les défenseurs qui ont réalisé la plus grande performance ; viennent ensuite les milieux de terrain puis les attaquants ; Ce constat s'explique par le fait que les défenseurs parcourent les plus grandes distances sur le terrain ; ils participent aux différentes actions de jeu de défense ou d'attaque, c'est pour cette raison qu'ils ont une meilleure préparation et condition physique. (Verheijen, 1998).

La confrontation des résultats de l'étude actuelle suivant les compartiments de jeu (défense, milieu, attaque), les joueurs algériens ont inscrit des valeurs moins importantes par rapport à leurs homologues français dans la tranche d'âge (15-16) ans, puisque l'échantillon de l'étude a fait ressortir (46,37 ; 44,75 ; 40,68) (ml/kg/min) successivement, alors que les valeurs concernant les joueurs français INF étaient de (60.9, 60.6, 59.9 ml/mn/kg) selon (Legal.F, 2010) Les résultats obtenus suivant notre étude ont enregistré un triomphe de la ligne d'attaque sur les lignes du milieu et de la défense, contrairement à ce qui a été déclaré par Vahid Halilhodzic dans (Dellal.A, 2008).

alors que les données de la littérature montrent une plus grande stabilité de la VO<sub>2</sub> max durant les différents stades de la puberté chez les jeunes européens ainsi que les canadiens . Bien que cela reste à confirmer par une étude plus approfondie ceci laisse supposer que nos jeunes joueurs ont des potentialités d'endurance plus importantes comparés à leurs homologues occidentaux .

L'étudiant chercheur pense que cette suprématie est le fruit de l'effort continuel fourni par les attaquants selon que l'équipe possède le ballon

ou non, ce qui se traduit par une demande continuelle d'être servi et la quête perpétuelle des solutions pour les coéquipiers, ou chercher à récupérer la balle, surtout dans les tactiques de jeu qui reposent sur l'exercice d'une haute pression sur l'adversaire .

L'obtention de valeurs VO<sub>2</sub>max moins importantes par les défenseurs s'explique par les distances limitées parcourues et dépend le system tactique appliquer , elles sont de 10775.28 mètres pour les défenseurs latéraux et 10617.28 mètres pour les défenseurs centraux (Dellal.A, 2008) ; même que on peut accepter l'hypothèse qui dire que les défenseurs latéraux dans le football moderne possède une indice de Vo<sub>2</sub> max plus élevé que les centraux . Néanmoins, la majorité des études qui ont mis en évidence un effet de l'entraînement sur la régulation autonome de la FC utilisent de plus longues périodes de l'ordre de six à 12 semaines. Ces résultats recourent les données des autres études qui montrent que, dès six à 12 semaines, l'entraînement provoque une augmentation de la VFC et notamment de l'activité parasympathique représentée par une augmentation de la variabilité à court terme de la FC (Carter JB et al 2003 (Carter JB, Banister EW, Blaber AP. *The effect of age and gender on heart rate variability after endurance training* ).

La littérature concernant les effets de l'entraînement sur la régulation autonome de la FC est plus abondante chez la personne âgée ; Ce qui leur a permis de conclure que la pratique du terrain montre que le processus anaérobie lactique peut se développer après la puberté et que son développement optimal ne s'obtient qu'après un entraînement bien conduit de la filière aérobie. (Gamelin F, X. Berthoin S, Bosquet L; *Effet de l'entraînement aérobie sur la variabilité de la fréquence cardiaque au repos. Science & Sports, 2009*).

En observant les résultats de l'analyse statistique, l'étudiant-chercheur conclut que l'indice de la consommation maximale oxygène est essentiel voir indispensable au footballeur, il provoque l'écart entre les compartiments selon les besoins physiologiques (physiques), il est donc impératif de l'adopter comme référence de base dans l'orientation des joueurs vers les compartiments de jeu et la première période de préparation a un impact lumineux sur l'indice de la vo<sub>2</sub> max.

A cet effet (Kobayashi et coll ; 1978) ont montré au cours d'une étude longitudinale chez des sujets âgés de 9 à 16 ans, que l'effet de l'entraînement sur la VO<sub>2</sub> max dépendait essentiellement du moment pendant lequel il était effectué. Les auteurs rapportent qu'une importante augmentation de la VO<sub>2</sub> max sous l'effet de l'entraînement à partir du pic de croissance pubertaire. L'enfant, l'adolescent, présentent des Vo<sub>2</sub> max relatives plus élevées que celles

de l'adulte sédentaire et La grande enfance et l'adolescence sont des périodes favorables au développement de  $VO_2$  max Les résultats obtenus au cours de cette étude sont compatibles à ceux observés dans des publications antérieures, concernant de jeunes sujets sains, sportifs ou non. De ce fait il a été constaté que :

- La consommation maximale d'oxygène est en relation avec le poids du corps et qu'avant la puberté elle est identique chez la fille et le garçon.

En observant les résultats de l'analyse statistique, l'étudiant-chercheur conclut que l'indice de la consommation maximale oxygène est essentiel voir indispensable au footballeur ; qui est considéré comme l'indice physiologique le plus déterminant de la performance aérobie chez le footballeur, il est donc impératif de consacrer beaucoup d'efforts par une planification spéciale lors de la première période préparatoire, pour assurer une base aérobie importante au cours de la saison ; puisque Helgerud et al 2001 ont prouvé que l'entraînement en endurance par le biais de l'intervalle training (90 à 95% de la FC max) pendant 9 semaines, a permis d'augmenter la  $VO_2$ max de 11%, ce qui a permis d'améliorer la distance totale parcourue. Une augmentation de 23% du nombre d'implications avec ballon et une élévation du nombre de sprints de 100% mettent en valeur les avantages de la  $VO_2$ max élevé au football.

### **1-3-Présentation et discussion des résultats de la troisième hypothèse C- Présentation et discussion des résultats de la composition corporelle :**

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

On détermine les composantes du poids du corps par la méthode anthropométrique qui ne nécessite pas un matériel très sophistiqué et est facile d'utilisation. Nous avons eu comme tâche de calculer les différents composants à savoir :

- composant grasseux
- composant musculaire
- composant osseux

**1-3-1-1 Présentation et discussion des résultats de l'indice de la masse grasseuse (IMG) :**

**Tableau N°13 :** Résultats des analyses de l'indice de la masse grasseuse des jeunes footballeurs algériens U17.

**Paired Samples Statistics**

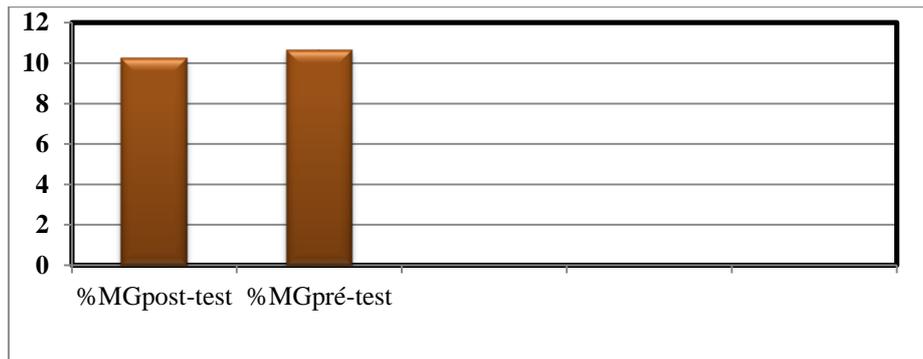
		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	%Masse grasse post-test	10,2250	21	1,33765	,27892
	%Masse grasse pré-test	10,6503	21	1,31491	,27418

**Paired Samples Test**

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	%Masse grasse post - %Masse grasse pré	-,42536	,80876	,16864	-,77509	-,07562	-2,522	20	,019

**Tableau N°13 :** rapporte les résultats de l'indice de masse grasse (IMG).

**Figure N°33 :** les résultats de l'indice de masse grasse (IMG).



Les résultats montrent une augmentation relative statistiquement significative à  $p < 0,05$  au taux de l'indice (IMG) (post-test=10,65%±1,31VS pré-test=10,22 ±1,33).

(Wilmore et Costill 2006, Poortmans J.R.Boisseau N. 2009) Indiquent qu'à la naissance, le tissu adipeux représente 10% à 12% du poids total. Lorsque la maturité physique est atteinte, cette proportion est, en moyenne de 15% chez les garçons et de 25% chez les filles. C'est à nouveau le climat hormonal, propre à chaque sexe, qui est responsable de ces différences.

L'élévation du niveau d'œstrogènes, à la puberté, chez les filles affecte la masse musculaire et favorise surtout l'augmentation du tissu adipeux.

Les résultats de notre présente étude affirme que le pourcentage de La masse grasse de notre échantillon est similaire à celle des footballeurs de 3<sup>ème</sup> division MG=10,6 ± 5,4% (Magal et al., 2009). et 10,42±2,38 chez l'équipe nationale olympique des moins de 23 ans (U23)(M.Younsi, 2012)et l'équipe nationale (U17) 12,57 (Samir Chibane ;2010) et moins comparativement aux résultats d'une équipe professionnelle de football algérien de première division (CABatna) d'une moyenne d'âge de (22,8 ± 0,9 ans) (11,03±3,37%) (Khaled Guerioune et al, 2015). même que nous avons observé l'existence d'une différence statistiquement significative à ( $p < 0.05$ ) entre les tests pré et post période préparatoire de notre échantillon ; qui signifie d'une perte de matière grasse pendant la période de remis en forme.

Cependant les études portant sur la masse grasse chez des sportif ont abouti à des valeurs moyennes allant de 8 % à 18 % du poids corporel chez des garçons post adolescents ;ce qui nous conduit à affirmer le caractère normal des résultats ainsi obtenus, au regard de ce qui a été rapporté par (Charles. M et Pierre. S, 1998). Ces mêmes études selon (Bar-or.O, 1983) stipule qu'approximativement 80 % de la grasse corporelle est stockée dans des cellules sous-cutanées développées au cours de la vie fœtale. Des études récentes suggèrent de leur part, que ce nombre pourrait augmenter pendant

toute la vie, ce qui voudrait dire qu'il est important de conserver toute sa vie une certaine activité physique et de bonnes habitudes alimentaires.

Les entraîneurs et les parents doivent aussi réaliser que l'hérédité est un facteur déterminant du nombre de cellules graisseuses, bien que le degré d'accumulation de graisses dépende de la prise alimentaire et de la dépense énergétique. Dans le même contexte et contrairement à de nombreux sports, même que nous posons que une petites augmentations de masse grasse ne vont pas faire baisser les performances des footballeurs, pour autant que ce surplus de graisse (Costill, D.L et Coll. 2006).

On a eu recours au test de Kaup pour mesurer l'indice de la masse corporelle, et tous les éléments pris en échantillon et soumis à ce test ont été classés suivant l'indice : poids normal.

### 1-3-1-2 Présentation et discussion des résultats de la composition corporelle de l'indice de la masse musculaire (IMM).

**Tableau N°14:** Résultats des analyses de l'indice de la masse musculaire des jeunes footballeurs algériens U17.

Paired Samples Statistics

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 %MM post-test	34,6411	21	1,43564	,33838
%MM pré-test	34,4767	21	1,42101	,33494

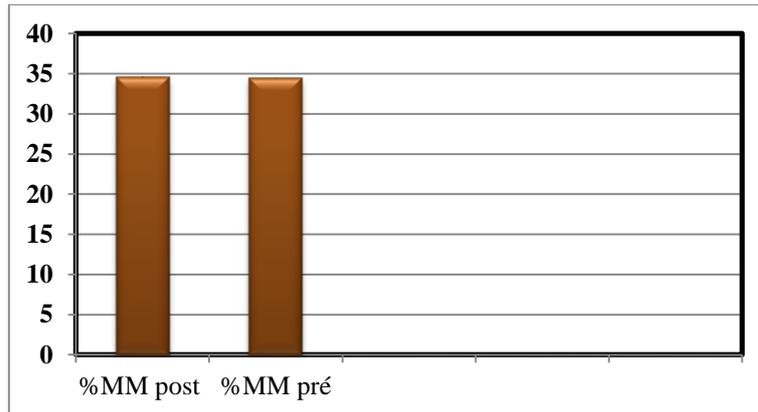
Paired Samples Corrélations

	N	Correlation	Sig.
Pair 1 %MM post & %MM pré	21	,941	,000

Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 %MM post - %MM pré	,16444	,49010	,11552	-,07928	,40817	1,424	20	,173

**Tableau N°14 :** rapporte les résultats de l'indice de la masse musculaire (IMM).

**Figure N°34** : les résultats de l'indice de la masse musculaire (IMM).

Les résultats ne montrent aucun changement statistiquement significative à  $p < 0,05$  au taux de l'indice (IMM) (post-test= $34,64\% \pm 1,43$  vs pré-test= $34,47 \pm 1,42$ ).

La puberté est indissociable de la croissance. Entre le premier et le dernier stade de la puberté tous les caractères morphologiques évoluent significativement, notamment au moment du pic de croissance lié à l'augmentation significative du taux de testostérone (Nakagawa A. And Ishido T). Cela montre l'importance de la puberté au moment du pic de croissance lors du développement pondéral et statural mis en exergue par de nombreuses études (Buckler, Sempé et coll).

Concernant la composante de la masse musculaire, notre groupe ne présente aucun développement musculaire important par rapport aux autres composants, mais le pourcentage obtenu reste similaire de lors homologue dans l'équipe nationale olympique algérienne U23 ( $38,88 \pm 5,62$ ) pour le composant musculaire.

néanmoins la naissance à la l'adolescence, la masse musculaire corporelle s'accroît progressivement. Ce changement est dû à l'accroissement de la taille, des fibres musculaires, plutôt qu'à l'augmentation du nombre de fibre selon (Wilmore J.H et Coll. 1988), ils indiquent dans leur analyse sur la masse musculaire et performance sportive, qu'il existe toujours un débat concernant l'effet de l'entraînement sur les fibres musculaires.

**1-3-1-3 Présentation et discussion des résultats de l'indice de la masse osseuse (IMO).**

**Tableau N°15:** Résultats des analyses de l'indice de la masse osseuse des jeunes footballeurs algériens U17.

Paired Samples Statistics

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 %MO pré-test	12,0889	21	,54052	,12740
%MO post-test	12,0689	21	,53369	,12579

Paired Samples Correlations

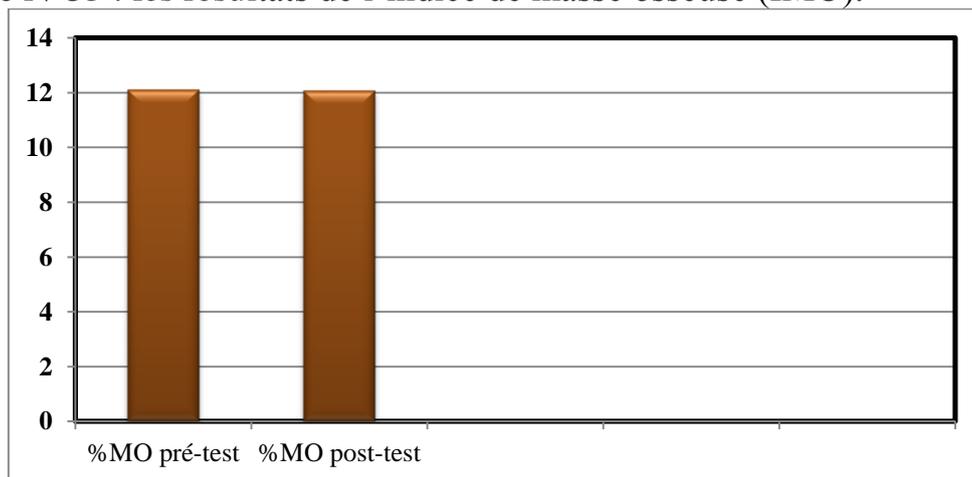
	N	Correlation	Sig.
Pair 1 %MO pré & %MO post	21	,983	,000

Paired Samples Test

		Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower				Upper
Pair 1	%MOpré – %MOpost	,02000	,09882	,02329	-,02914	,06914	,859	20	,402

**Tableau N°15 :** rapporte les résultats de l'indice de masse osseuse (IMO).

**Figure N°35 :** les résultats de l'indice de masse osseuse (IMO).



Les résultats ne montrent aucun changement statistiquement significative à  $p < 0,05$  au taux de l'indice (IMO) (post-test=12,08%±0,54vs pré-test=12,06±0,53).

Concernant la composante de la masse osseuse, notre groupe ne présente aucun développement important, Les effets de l'entraînement sur le poids et la composition corporelle sont relativement semblables chez l'enfant, l'adolescent et l'adulte .Chez les garçons comme chez les filles, l'entraînement aérobic et la musculation réduisent la prise de masse grasse. Ils s'augmentent la masse maigre. Mais de façon très limitée chez l'enfant .Ils stimulent également la croissance osseuse. Selon (Bass), l'entraînement exercerait un effet optimal pendant La période pré-pubertaire qui se caractérise par un accroissement de la densité osseuse et un développement du périoste (Jac kH .Wilmore et al).

**1-3-1-4 Présentation et discussion des résultats de l'indice de masse corporelle (IMC).**

**A- Compartiment défensif :**

**Tableau N°16:**Résultats des analyses de masse corporelle (IMC) des jeunes footballeurs algériens U17 (défenseurs).

Paired Samples Statistics

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 PostIBMdéfenseurs	21,3100	8	,68769	,24313
PréIBM défenseurs	21,1088	8	,35655	,12606

Paired Samples Correlations

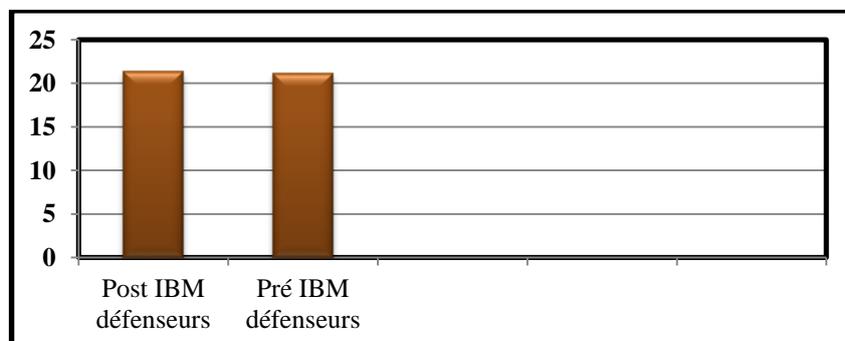
	N	Correlation	Sig.
Pair 1 PostIBMdéfenseurs & préIBMdéfenseurs	8	-,637	,090

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	Post IBMdéfenseurs - préIBMdéfenseurs	,20125	,95511	,33768	-,59724	,99974	,596	7	,570

**Tableau N°16 :** rapporte les résultats de l'indice de masse corporelle (IMC) chez les défenseurs.

**Figure N°36 :** les résultats de l'indice de masse corporelle (IMC) .



Les résultats ne montrent aucun changement statistiquement significative à  $p < 0,05$  au taux de l'indice (IMC) (post-test=21,31  $\pm$  0,68 vs pré-test=21,10 $\pm$ 0,35).

**B- Compartiment milieu :**

**Tableau N°17:**Résultats des analyses de masse corporelle (IMC) des jeunes footballeurs algériens U17 (milieu terrain).

Paired Samples Statistics

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 PostIBMmilieu	20,9000	7	,61644	,23299
PréIBMmilieu	20,9286	7	,66762	,25234

Paired Samples Correlations

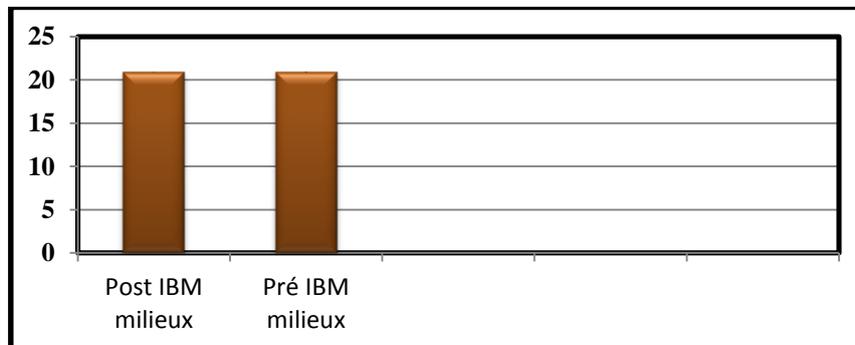
	N	Correlation	Sig.
Pair 1 PostIBMmilieu & préIBMmilieu	7	,786	,036

Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 PostIBMmilieu - préIBMmilieu	-,02857	,42314	,15993	-,41991	,36277	-,179	6	,864

**Tableau N°17 :** rapporte les résultats de l'indice de masse corporelle (IMC) chez les milieu terrain.

**Figure N°37:** les résultats de l'indice de masse corporelle (IMC) chez les milieu terrain.



Les résultats ne montrent aucun changement statistiquement significative à  $p < 0,05$  au taux de l'indice (IMC) (post-test=20,90 $\pm$ 0,61 vs pré-test=20,92 $\pm$ 0,66).

**C- Compartiment attaquants:**

**Tableau N°18:** Résultats des analyses de masse corporelle (IMC) des jeunes footballeurs algériens U17 (attaquants).

Paired Samples Statistics

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 PostIBMattaquants	20,1833	6	,38687	,15794
PréIBMattaquants	21,2617	6	,14006	,05718

Paired Samples Correlations

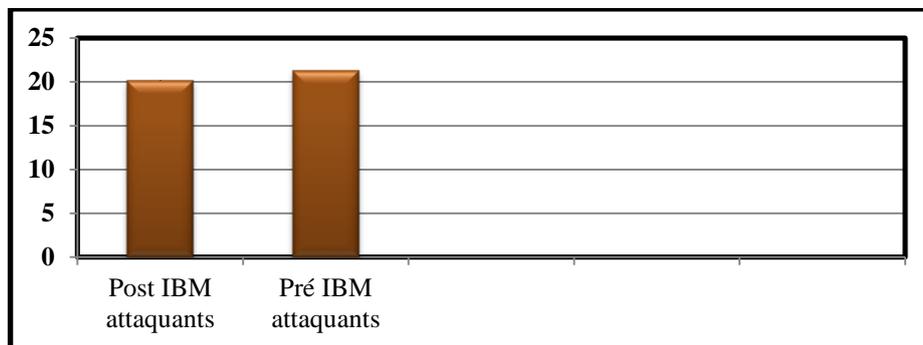
	N	Correlation	Sig.
Pair 1 postIBMattaquants&préIBMattaquants	6	,499	,314

Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 PostIBMattaquants-préIBMattaquants	-,32833	,33944	,13857	-,68455	,02788	-2,369	5	,044

**Tableau N°18 :** rapporte les résultats de l'indice de masse corporelle (IMC) chez les attaquants.

**Figure N°38:** les résultats de l'indice de masse corporelle (IMC) chez les attaquants.



Les résultats montrent une diminution relative statistiquement significative à  $p < 0,05$  au taux de l'indice (IMC) (post-test=20,18± 0,38vs pré-test=21,26±0,14).

**D- L'indice de (IMC) totale :**

**Tableau N°19:**Résultats des analyses de masse corporelle (IMC) des jeunes footballeurs algériens U17.

Paired Samples Statistics						
	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean		
Pair 1	PréIBMtest	21,1671	21	,53141	,11596	
	PostIBMtest	20,8829	21	,56954	,12428	

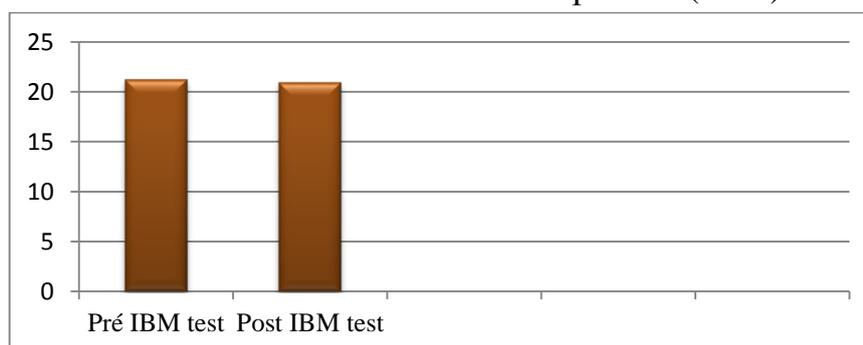
Paired Samples Correlations			
	N	Correlation	Sig.
Pair 1 Pré IBM test & post IBM test	21	,591	,005

Paired Samples Test								
	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 Pré IBM test – post IBM test	,28429	,49884	,10886	,05721	,51136	2,612	20	,017

Les tableaux N°16 /17/18 et 19 : rapportent les résultats d'indice de masse corporelle (IMC).

**Figure N°39:**les résultats d'indice de masse corporelle (IMC).



Les résultats de l'IMC total montrent une diminution statistiquement significative à  $p < 0,05$ , avec une homogénéité entre les résultats des compartiments de jeu (défenseurs = (post-test=21,31 ±0,68 vs pré-test=21,10±0,35), milieux=(post-test =20,90±0,61 vs pré-test=20,92±0,66) et une diminution relative statistiquement significative à  $p < 0,05$  chez les attaquants(post-test=20,18±0,38 vs pré-test=21,26±0,14); l'indice du groupe expérimental (Pré IBM test=21,16 ±0,53; Post IBM test=20,88±0,56 )

La composition corporelle correspond à l'analyse du corps humain en compartiments (Barbe et Ritz, 2005). L'influence de la pratique d'une activité sportive sur la composition corporelle d'un individu a fait l'objet de plusieurs recherches et a été démontrée dans plusieurs études (Spennst et coll., 1993; Nindl et coll., 1996; Mavroceidi et Stewart, 2003). loin de la performance sportive il est

aujourd'hui bien établi que le surpoids ; qui est définie comme une accumulation anormale ou excessive de graisse corporelle qui peut nuire la santé et par conséquent la performance de l'individu et observée de façon de plus en plus fréquente dans la population , ce phénomène peut être objectivé aisément à la fois chez les adultes et les enfants par l'augmentation de la simple mesure du poids pour un sexe , un âge et une taille donnée ; doc l'obésité est une maladie chronique évolutive qui ; une grande majorité des cas , débute durant l'enfance ou l'adolescent puis tende à s'aggravé au cours de la vie, l'obésité à l'adolescence est un facteur prédictif pour l'obésité à l'adulte et s'accompagne alors de risque de morbidité et de mortalité accrus chez les sujets ayant été en surpoids à l'adolescence même chez ceux qui rejoindront un poids normale a l'âge adulte (service d'épidémiologie et de médecine préventive, bouzaréah , 2011) .

L'intérêt porté par plusieurs auteurs à la morphologie du sport de haut niveau, fait apparaître clairement l'importance de ce facteur comme composante de la performance (Tanner, 1964; Hirata, 1966; Schurch, 1984). D'après Platonov (1984), le niveau atteint par les performances ne rend plus celles-ci accessibles, qu'à des individus doués de qualités morphologiques rares, associées à un très haut niveau de développement des capacités fonctionnelles et mentales.

En observant les résultats de l'analyse statistique, l'étudiant-chercheur conclut que l'importance de la préparation de début de saison s'intervient là pour la remise en forme de athlètes, et pour le contrôle et l'ajustement de la composition corporelle et du poids en générale ; sachant que les indices biométriques du fait que (la taille, le poids, et le pourcentage de la masse grasse ; masse musculaire ; masse osseuse) peuvent influencer la condition physique et la performance sportive en général , par ailleurs L'indice de Kaup, appelé également indice de masse corporelle (IMC) révèle que notre groupe ne présente pas d'excès pondéral .

# **LE TROISIÈME CHAPITRE**

## **LA DISCUSSION DES**

### **HYPOTHÈSES DE**

#### **LA RECHERCHE**

- 1- discussion des hypothèses émises**
- 2- discussion des résultats générale**
- 3- conclusion générale**

### **1-Discussion des hypothèses :**

la réalité de la préparation physique et l'entraînement en générale des jeunes catégorie en Algérie ; n'échappe à personne, car les conditions consacrées à son loin d'être satisfaisantes pour des multiples raisons, et dans ce chapitre nous allons exposer les résultats obtenus aux hypothèses émises précédemment dans cette recherche, et l'objectif principal de celle-ci est de vérifier l'hypothèse selon laquelle, l'existence des impacts de la première période préparatoire sur les indices étudiés.

#### **1-1-Discussion de la première hypothèse :**

Pour comparer cette hypothèse aux résultats obtenus à travers cette étude ; nous verrons chaque paramètre séparément pour être scientifique et objectif dans notre analyse.

#### **Hypothèse N°01 : Les paramètres sanguins (hématologiques) :**

Concernant ce paramètre notre groupe expérimental on constate qu'il y a une nette augmentation de la concentration de hémoglobine et les taux de plasma ; après le prélèvement et on en observe de plus près les résultats de l'analyse obtenus lors des tests pré et post ; on peut qu'il y a une différence significative, et les résultats statistiques confirment l'hypothèse, car la Sig. (2-tailed)=,032 est inférieure au seuil statistique 0,05 et df=21 du paramètre de hémoglobine ; et Sig (2-tailed)=,007 est inférieure au seuil statistique 0,05 et df=21 du paramètre des Plaquettes.

Ce qui nous pousse à dire que l'intervention du programme d'entraînement appliqué lors de la phase de la préparation physique après la trêve estivale provoque un changement positif et dans ces paramètres sanguins liés étroitement avec la performance et la santé en générale de nos athlètes jeunes de moins de 17 ans.

Concernant les paramètres hématologiques on peut confirmer la première hypothèse ; qui stipule que le concept de la préparation physique de début de saison ; a un impact positif sur le profil sanguin des footballeurs de cette tranche d'âge U17 et il est subjectif.

De faire provoquer des changements remarquables ; donc on peut dire que cette hypothèse s'est confirmée suite à l'expérimentation que l'on réalise.

### **1-1 Discussion de la deuxième hypothèse :**

#### **Hypothèse N°02 : Les paramètres physiologiques aérobie :**

Pour analyser et discuter la validité de cette hypothèse, nous allons suivre la même démarche que pour l'hypothèse précédente, c'est-à-dire, voir la conformité de cette hypothèse avec les résultats obtenus lors des pré et post-tests de la phase préparatoire.

Concernant le paramètre l'indice de la consommation maximal d'oxygène on constate qu'il y a une amélioration relative au niveau de la consommation maximale d'oxygène ( $VO_2 \max$ ), après le travail du terrain on en observant de plus près les résultats de l'analyse statistique obtenu lors du pré et post-test ; on peut dire qu'il y a une différence significative, car la Sig (2-taille)=,000 est inférieure au seuil statistique 0,05 et  $df=20$ . Les résultats de notre étude coïncident avec ceux de (Kasmi.A, 2009) et (Nacer.A, 2006) et aussi avec l'étude de (Mastour.I, 2008) effectuée sur des joueurs saoudiens suivant l'indice de consommation maximale d'oxygène

On observant ces données statistiques on peut dire que la première phase préparatoire à améliorer de façon indiscutable la capacité aérobie et plus particulièrement la consommation maximale d'oxygène ( $VO_2 \max$ ). Étant donné que cette tranche d'âge est favorable et la phase idéale pour l'amélioration de la capacité aérobie des jeunes footballeurs, temps que la capacité aérobie est un facteur limitant de la performance au football de haut niveau.

Et comme analyse concernant ce paramètre important, on peut confirmer relativement la deuxième hypothèse qui stipule que le concept de la préparation physique de début de saison ; a un impact positif sur la capacité aérobie des footballeurs de cette tranche d'âge U17 et il est susceptible de provoquer des changements remarquables, en fin on peut dire que cette hypothèse s'est confirmée suite à l'expérimentation qu'on réalise.

### **1-3 Discussion de la troisième hypothèse :**

#### **Hypothèse N°03 : Les paramètres anthropométriques :**

Pour analyser et discuter la validité de cette hypothèse, nous allons suivre la même démarche que pour l'hypothèse précédente, c'est-à-dire, voir point par point la conformité de cette hypothèse avec les résultats obtenus lors du pré et post-tests de la phase préparatoire.

**A- Composant gras :**

Concernant ce composant corporelle notre groupe expérimental on constate qu'il y a une diminution relative au niveau du pourcentage de gras, après les protocoles des différents mesures on en observant de plus près les résultats de l'analyse statistique obtenu lors du pré et post-test (mesure) ; on peut dire qu'il y a une différence significative, car la Sig (2-tailde)=,019 est inférieure au seuil statistique 0,05 et df=20.

On observant ces données statistiques on peut dire que la première phase préparatoire à diminuer de façon indiscutable le pourcentage gras du corps.

**B- Composant musculaire :**

Concernant ce composant corporelle notre groupe expérimental on constate qu'il y a une stabilité relative au niveau du pourcentage de la masse musculaire, après les protocoles des différents mesures on en observant de plus près les résultats de l'analyse statistique obtenu lors du pré et post-test (mesure) ; on peut dire qu'il n'y a pas aucune différence significative, car la Sig (2-tailde)=0,173 est supérieur au seuil statistique 0,05 et df=20.

On observant ces données statistiques on peut dire que la première phase préparatoire na pas un impact remarquable sur le paramètre de la masse musculaire chez notre échantillon expérimentale.

**C- Composant osseuse :**

Concernant ce composant corporelle notre groupe expérimental on constate qu'il y a un changement relative au niveau du pourcentage de la masse osseuse, après les protocoles des différents mesures on en observant de plus près les résultats de l'analyse statistique obtenu lors du pré et post-test (mesure) ; on peut dire qu'il n'y a pas aucune différence significative, car la Sig (2-tailde)= 0,42 est supérieur au seuil statistique 0,05 et df=20.

On observant ces données statistiques on peut dire que la première phase préparatoire na pas un impact remarquable sur le paramètre de la masse osseuse chez notre échantillon expérimentale.

**D- L'indice de la masse corporelle (IMC) :**

Concernant cette indice notre groupe expérimental on constate qu'il y a une diminution relative de la valeur de l'IMC, après les protocoles des différents mesure et l'application de l'équation mathématique a travers l'logiciel on en observant de plus près les résultats de l'analyse statistique obtenu lors du pré et post-test (mesure) ; on peut dire qu'il y a une différence significative, car la Sig (2-tailde)=,017 est inférieure au seuil statistique 0,05 et df=20.

On observant ces données statistiques on peut dire que la première phase préparatoire à diminuer de façon indiscutable le pourcentage graisseux du corps.

Cependant ; pour la discussion de la validité de la troisième hypothèse concernant les résultats de la composition corporelle et les paramètres anthropométrique, on peut avancer que la première période préparatoire ne peut qu'être bénéfique vu les résultats obtenus lors des tests et mesures.

A l'issue de tous ces résultats, nous pouvons dire que, cette hypothèse s'est confirmée suite à l'expérimentation qu'on réaliser.

### **2-Discussion générale :**

L'étudiant chercheurs a conclu de cette étude à la fois théorique et expérimentale ; a un ensemble des résultats lié à la préparation physique chez les jeunes footballeurs et plus précisément l'impact du concept de la préparation physique de début de saison, et les résultats spécifique de cette étude on permet les observation dans les domaines suivants :

Dans une première étape il était important de déterminer l'état de la question, le problème et expliquer son importance et les objectifs fixés pour notre étude ; et l'élaboration de la démarche scientifique des termes utilisés dans cette recherche.

### **3-Les résultats de la partie théorique :**

L'adolescence et l'une des périodes les plus graves et les plus importants de la vie d'un sportif , et ce qui se produit comme troubles et modifications dus la croissance et peut être difficile a évaluer ; on a préféré dans un premier temps de faire la lumière sur le profil hématologique et les différents caractéristiques de la croissance et d'une seconde étape de donner une définition de la première phase de la préparation physique après la trêve estival , ces importance dans le processus d'entraînement moderne ; ainsi que les études similaire dans ce sens ; et l'importance de planification et périodisation de l'entraînement , dans une autre étape on essayer d'attirer l'attention des entraîneurs , des éducateurs sportive et les spécialiste en médecine de sport sur les dangers que peuvent comporter un entraînement erroné sur la sante de jeunes joueurs.

**4- Les résultats de la partie pratique :**

A travers la méthodologie de recherche utilisée et les procédures opérationnelles pour démontrer l'approche adoptée.

A l'analyse des résultats obtenus de notre recherche et en comparaison avec des études similaires déjà réalisées dans le passé ; à savoir l'impact de la préparation physique de début de saison et son rôle dans la sollicitation et l'amélioration de différents paramètres sanguins, physiologiques et anthropométriques.

**Conclusion :**

Déterminer l'impacte de la préparation physique de début de saison sur les différents paramètres liés à la performance sportive chez les jeunes footballeurs ; telle était notre ambition de départ.

De nos jours, la réalisation d'exploits sportifs repose sur une infinité d'éléments, arriver à un haut niveau ne se limite pas à un ou deux seulement mais exige un chevauchement de tous ces éléments réunis. Le football est le sport où l'accès à un haut niveau nécessite la maîtrise de tous les facteurs de la performance, physiologiquement, physiquement, techniquement, tactiquement, psychologiquement et intellectuellement (Boulogne, 1989)

La préparation physique est définie comme l'espace méthodologique qui étaye et s'articule avec la dimension spécifique de l'entraînement. Pour quelle que soit l'activité sportive considérée, les contenus d'entraînement devraient logiquement dépendre des exigences de la pratique et plus particulièrement de celles de la compétition (L.Benezzedine, 2008).

En d'autres termes, les exigences de la pratique représentent le but vers lequel doit tendre l'entraînement alors que les capacités du sportif en constituent le point de départ. En fonction du moment de la saison, les contenus des séances d'entraînement devraient se situer entre ces deux extrêmes sur les trajectoires que constituent : la planification la programmation, et la périodisation de l'entraînement.

Dans ce contexte, l'entraîneur, le préparateur physique, le médecin et le kinésithérapeute du club ont besoin d'outils pour les aider à :

- mieux connaître les exigences actuelles du haut niveau et donc les qualités attendues du joueur en fonction de son poste,
- mieux connaître les capacités réelles des sportifs dont ils ont la responsabilité
- orienter individuellement avec le plus de pertinence possible leurs charges d'entraînement et ce afin d'éviter le sous ou le sur entraînement et les problèmes induits,
- contrôler, voire réajuster les charges d'entraînement en fonction de l'amélioration de leurs sportifs et éventuellement fixer de nouveaux objectifs à l'issue et même au cours des périodes programmées (G, Cazorla 2004).

Et afin de réaliser les objectifs du projet, l'étudiant-chercheur a partagé son étude en deux grandes parties, la première s'intéresse théoriquement aux variances de la recherche, la seconde englobe les procédures de terrain de l'étude et la pratique comme membre du staff .

La première partie a été divisé en trios chapitre. Le premier d'entre eux s'est intéressé à l'analyse des bases biologiques de la préparation physique et l'entraînement sportif et les exigences du football de points de vue physiologique et physique. Le deuxième chapitre a contenu L'entraînement sportif et la préparation physique moderne, où il a été déterminé la phase de préparation physique, et la prise de connaissance de ses spécificités et de tous les côté. Le troisième chapitre a été consacré par l'étudiant-chercheur à l'évaluation dans la physiologie de l'appareil cardio-vasculaire, respiratoire et la biochimie du sang.

La deuxième partie a été divisée en deux chapitres : le premier chapitre a été consacré par l'étudiant-chercheur à la méthodologie de recherche et aux procédures de terrain dès le premier jour où le thème de recherche a été validé par le conseil scientifique .

Le second chapitre a été consacré à la présentation, à l'analyse et à la discussion des résultats de l'étude, l'étudiant-chercheur est arrivé à une somme de déductions, la plus importante d'entre elles est que la maîtrise des facteurs de la performance et le concept de la préparation physique chez les catégorie jeunes qui est concéder comme une clé magique de la performance A travers le contexte théorique du chercheur et en application de l'étude fondamentale suivant ses démarches scientifiques et méthodologiques, et selon un traitement statistique, l'étudiant-chercheur est arrivé à établir un nombre de conclusions générales énumérées ci-après :

- ❖ La première période de préparation physique a un impact statistique significatif positif sur le taux de l'hémoglobine du sang chez les jeunes footballeurs moins 17 ans.
- ❖ La première période de préparation physique a un impact statistique significatif positif sur le plasma du sang chez les jeunes footballeurs moins 17 ans.
- ❖ La première période de préparation physique n'a pas un impact statistique significatif sur le paramètre sanguin (leucocytes, érythrocytes, hématocrite) chez les jeunes footballeurs moins 17 ans.
- ❖ La première période de préparation physique a un impact statistique significatif positif sur l'indice de la consommation maximale d'oxygène ( $VO_2$  max).
- ❖ Existence d'écarts statistiquement significatifs entre les compartiments de jeu au niveau de la consommation maximale de l'oxygène  $VO_2$ max chez les jeunes footballeurs moins 17 ans.

- ❖ La consommation maximale d'oxygène de la ligne d'attaque est la plus élevée avec une moyenne de (pré-pp = 45,50 ; post-pp = 46,37 ), suivi du milieu de terrain avec : ( pré-pp = 43,71 ; post-pp = 44,75 ) ml/mn/kg, la défense vient en dernier lieu avec : ( pré-pp = 40,68 ; post-pp = 40,68 ) ml/mn/kg et toutes ces valeurs sont incluses dans les normes internationales, mais les valeurs des joueurs algériens de moins de 17 ans en ce qui concerne cet indice de VO<sub>2</sub> max sont nettement inférieures de leurs homologues français du même âge.
- ❖ La première période de préparation physique a un impact statistique significatif positif en ce qui concerne l'indice de la masse grasseuse (IMG) chez les jeunes footballeurs moins 17 ans.
- ❖ Les éléments pris en échantillon ont marqué des taux normale au niveau : moyen (post-pp= 10,22 %, pré-pp =10,65%) ; il est bien classé si l'on compare à celui des joueurs de haut niveau et des joueurs français du même âge.
- ❖ les défenseurs enregistrent le taux le plus important, suivis par les attaquants et ensuite viennent les joueurs du milieu.
- ❖ La première période de préparation physique n'a pas un impact statistique significatif en ce qui concerne l'indice de la masse musculaire (IMM) chez les jeunes footballeurs moins 17 ans.
- ❖ La première période de préparation physique n'a pas un impact statistique significatif en ce qui concerne l'indice de la masse osseuse (IMO) chez les jeunes footballeurs moins 17 ans.
- ❖ La première période de préparation physique a un impact statistique significatif positif en ce qui concerne l'indice de la masse corporelle (IMC) chez les jeunes footballeurs moins 17 ans.
- ❖ les défenseurs enregistrent l'indice (IMC) le plus important, suivis par les attaquants et ensuite viennent les joueurs du milieu chez les jeunes footballeurs moins 17 ans.

**Recommandations :**

À la lumière des résultats de cette recherche, nous apportons ici quelques recommandations qui nous paraissent intéressantes :

➤ **Aux autorités (fédération et ligue) :**

- Promouvoir un projet de développement et professionnalisation des jeunes footballeurs algérien.
- Accorder aussi plus d'intérêt au championnat catégorie jeunes.
- Créé un centre médicosportif national et des annexes régionaux aux normes internationales pour un suivi correct et une analyse efficiente des performances de nos sportif et les footballeurs en particulier.
- Initier les entraîneurs des jeunes catégories au concept de la préparation physique de pré-saison avec toute sa composante technique pour que ces derniers puissent le concrétiser sur le terrain.
- L'attention particulière à la préparation physique et la formation des entraîneurs de la catégorie jeune, le cas échéant et de la nature spécifique de ces catégories.
- Vérifier à l'échelle nationale dans les autres centres de formation, l'état de la préparation physique des jeunes joueurs.
- Donner un soutien financier, matériel si possible aux centres de formation.

➤ **Aux dirigeant des clubs et entraîneurs :**

- Accorder une importance particulière au contrôle médicale et a l'évaluation physiologique des sportif
- Ajuster les programmes de préparation et de l'entraînement selon les exigences physique et physiologique de football moderne.
- Bien préparer nos athlètes footballeurs notamment sur l'aspect physique
- La nécessité de fournir des moyens en termes d'installation, d'outils et de matériels pédagogiques.

➤ **Aux jeunes athlètes :**

- Faire plus d'effort dans la préparation physique
- Bien s'appliquer dans les entraînements.

➤ **Aux instituts du staps :**

- Bien équipé les laboratoires de recherche par les moyens appropriés à la réalisation des travaux poussés dans l'évaluation physiologique ; le suivi biologique et le contrôle médicosportif des athlètes.
- Hisser le niveau de formation des étudiants post-graduation par la programmation de stages pratiques selon les spécialistes dans des structures d'accueil nationale très huppées et /ou des stages à l'étranger.

***CONCLUSION***  
***GÉNÉRALE***

### **Conclusion générale :**

Pour les entraîneurs et les professionnels du sport la connaissance des paramètres physiologiques biochimiques, biologiques et morphologiques est une nécessité absolue pour permettre aux athlètes d'avoir les meilleures performances en conservant l'intégrité du corps et à la préservation de leur santé.

Pour faire durer la performance le plus longtemps possible il faut bien étudier la phase de la première période préparatoire après la fin du championnat et la reprise d'entraînements car elle est d'une importance majeure.

La science n'est pas étrangère à l'évolution et au développement du football bien que le football ait longtemps été considéré comme étant inapproprié pour des recherches scientifiques (Reilly, 1979). Ce n'est qu'en 1987, en marge du premier congrès mondial en sciences et football, qu'un premier lien entre la théorie et la pratique du football fut établie (Reilly et al, 1988). Depuis ce temps, il y a eu une systématisation de la science du sport pour servir de support aux équipes de football, en particulier celles qui évoluent au niveau professionnel et de l'élite. Maintenant que l'importance des travaux de recherche dans le domaine des sciences du sport appliquées au football est plus largement acceptée, de nombreuses études ont été entreprises afin d'identifier les facteurs déterminant la performance en football (Reilly et ilbourne, 2003).

Pourtant ses derniers confirment que juste après la fin du championnat ils donnent des programmes à leurs joueurs pour garder la forme mais une grande partie d'entre eux ne l'applique pas. L'arrêt de l'entraînement ou le désentraînement vas être divers et vas avoir plusieurs conséquences sur le corps de nos athlètes.

Pour combler se déficit en condition physique, l'intervention est pendant la préparation physique d'avant saison les préparateurs lancent les corps d'athlètes au bout de leurs extrêmes en utilisant divers méthodes.

***THERMENOLOGIE DES  
TERMES DE LA  
PREPARATION  
PHYSIQUE***

### Terminologie des termes en préparation physique :

**1RM:** charge maximale que le joueur pourra soulever au moins une fois .Il existe deux types de méthodes: direct et indirect.

La méthode directe consiste à soulever des charges progressivement croissantes (2,5 kg en 2,5kg ou de 5kg en 5kg) et la dernière charge soulevée précédant l'échec correspond à son 1RM.

La méthode indirecte, la plus utilisée, consiste à éviter de sous-estimer la performance en 1RM en faisant soulever au sportif une charge donnée, le plus de fois possible (la charge doit être proche de son maximum). La masse soulevée et Le nombre de répétition se effectuées permettent d'obtenir «la charge maximale théorique »selon la formule et la grille de Brzycki.

**Acide lactique :** acide fort (PH=3,9) sous forme ionisée, pour sa majeure partie, aux valeurs de Ph extracellulaires et musculaires entre 6,4 et 7,6 .Cet acide peut Provoquer l'acidose musculaire qui serait la cause d'une baisse de la performance .En effet, il inhibe la glycolyse (inhibant la régénération de l'ATP) .Il agit au Niveau des ponts d'actine-myosine, au niveau des différents couplages électro mécaniques et au niveau de la commande motrice.

**Adaptation :** utilisation des informations exogènes et endogène sa fin d'appliquer un geste adapté à la situation .Le joueur doit ainsi percevoir, anticiper, analyser les informations, décider de la réponse à effectuer et agir dans le délai le plus bref possible.

**Aérobic:** le métabolisme aérobic nécessite de l'air ou de l'eau. Les constituants De ce métabolisme font l'objet d'oxydation pour être détruits ou décomposés En éléments plus petits. L'entraînement aérobic s'accompagne de changements structuraux, fonctionnels et d'une adaptation à l'exercice. Ces modifications se traduisent principalement par des hausses du volume sanguin, de La taille et du nombre de capillaires, de la capacité respiratoire, des surfaces d'échanges, de la quantité de myoglobine, des réserves en glycogène musculaire, de l'activité des enzymes oxydatives.

**Agoniste:** muscle ou groupe de muscles dont la contraction est nécessaire à la Réalisation d'un mouvement particulier .À l'inverse, les muscles dont le relâchement est nécessaire durant ce mouvement seront qualifiés d'antagonistes.

**Anaérobic :** le métabolisme anaérobic désigne les opérations du métabolisme Quine requièrent pas d'oxygène pour fonctionner .Lors d'un effort intense, le Métabolisme anaérobic couvre majoritairement les besoins énergétiques .L'entraînement anaérobic s'effectue afin d'adapter son organisme à mieux tolérer les Charges maximales .Cet entraînement va permettre une amélioration de l'activité enzymatique(CPK), des capacités tampons du muscle (l'organisme tolère mieux l'acide lactique à l'effort) et il va permettre de ralentir le processus anaérobic et peut-être même aérobic .Il est directement lié à la performance en football.

**Antagoniste:** se dit des muscles dont les actions s'opposent (triceps/biceps , quadriceps/ischions) ou des muscles dont le relâchement est nécessaire lors d'un mouvement particulier (contraire d'agoniste).

**Anticipation:** capacité du joueur à effectuer des ajustements posturaux moteurs.

L'anticipation est également la capacité de prédire, de percevoir, d'utiliser son Expérience et d'analyser dans l'espace et le temps afin d'effectuer un mouvement Adapté à la situation.

**Aquatrainig:** utilisation d'un milieu aquatique afin d'appliquer des exercices De rééducation, de renforcement musculaire, de mobilité ou de relaxation .La Principale justification de l'utilisation de cette méthode réside dans le fait que le système «squelette-muscle» ne subit presque aucune charge, le corps ne pesant Que10% de son poids réel.

**Articulations:** elles permettent d'unir les différents os du squelette de l'Homme. Elle joue un rôle privilégié lors de la pratique d'une activité sportive, car elle Permet à la fois la mobilité et la stabilité .Il existe différents types d'articulations: Les synarthroses (immobiles, elles réunissent par exemple les os du crâne), les Amphiarthroses (semi-mobiles, elles réunissent par exemple les os du rachis) et Les diarthroses (mobiles talque le genou).

**Capacité aérobie (CA):**intensité à partir de la quelle le footballeur développe ses qualités d'endurance .Elle se travaille à une vitesse comprise entre à 70% et 85% de la vV02 max ou de la VMA. Sur le plan physiologique, elle permet une utilisation glycolytique entraînant une accumulation de lactatémie .Ainsi, la réserve de glycogène musculaire va augmenter .La ca va améliorer le fonctionnement des systèmes à la fois cardio-vasculaire et cardio-respiratoire avec une Hausse du nombre et de la surface des mitochondries, élément indispensable Au développement de l'endurance et donc de la réserve d'oxygène de la cellule et du sang.

**Cardiofréquencemètre:** appareil portatif permettant de mesurer et de suivre la fréquence cardiaque en temps réel .L'étalonnage peut être, soit toutes les secondes, soit battement par battement (R-R) .Il permet d'effectuer un travail en endurance Individualisé, de suivre l'état de forme et de contrôler l'activité du joueur .Il est également un moyen de contrôle de la charge d'entraînement.

**Chaîne musculaire:** groupe de muscles entretenant des liens très étroit s'entre eux. Leurs enveloppes se touchent et leurs insertions se chevauchent .Ces dispositions géographiques s'accompagnent de relations fonctionnelles si marquées qu'elles peuvent nous permettre de considérer tous les muscles qui les partagent comme Un seul .Ces muscles forment une chaîne musculaire. Nous dénotons trois chaînes fondamentales (tête-thorax-bassin) et 2 chaînes latérales.

**Charge d'entraînement:** estimation de la sollicitation énergétique de l'ensemble des Exercices effectués au cours d'une même séance, ou estimation de la sollicitation Énergétique à la suite de l'enchaînement de plusieurs

entraînements .Son analyse est effectuée au moyen de différentes méthodologies physiologiques, statistiques ou pratiques. Chaque staff technique utilise sa propre méthode L'évaluation et le suivi de la charge permettent de planifier et d'ajuster une/des séances selon l'état de forme des joueurs.

**Concentrique (régime de contraction):** action musculaire dans la quelle les deux Extrémités du muscle sera approchent .Cette méthode de travail est actuellement La plus utilisée en football .Elle est très intéressante en période de préparation et Durant certaines périodes de compétition .Elle permettrait de recruter un grand Nombre d'unités motrices. Il existe différentes méthodes pour travailler dans ce Régime de contraction: bulgare, américaine, pyramidale

**Coordination intermusculaire :** elle doit être maximale entre les muscles moteurs, Synergiques et stabilisateurs (gain au squat). Quand la coordination est alliée À la motivation, elle permet l'innervation simultanée du plus grand nombre de Fibres musculaires .L'utilisation de la force dépend en grande partie de cette Capacité de coordination intermusculaire qui s'améliore par un exercice en combinaison avec un travail spécifique (par exemple des bondissements horizontaux ou verticaux).

**Coordination intramusculaire :** recrutement et synchronisation des unités motrices(UM) au sein du muscle. Plus le muscle recrute d'UM, plus il engendre de force. Les progrès en force sont souvent du une amélioration de la synchronisation des UM .La capacité de développer une force importante en temps très court est directement liée à cette synchronisation d'UM .Afin d'améliorer cette synchronisation, les méthodes les plus efficaces sont des exercices avec des charges lourdes et/ou exercices explosifs. Des exercices à base d'isométrie longue et de travail mixte isométrie longue/travail explosif sont également intéressants.

**Coordination segmentaire ;** capacité de coordination des différents membres lors de l'exécution d'un mouvement d'un segment similaire ou non. Ainsi, nous pouvons parler de coordination segmentaire du train supérieur, du train inférieur ou encore de la coordination jambe-bras.

Elle permet d'optimiser la qualité gestuelle (fréquence et temps de réaction), d'économiser de l'énergie et d'optimiser l'utilisation musculaire.

**Échelle de Borg (RPE):** Borg a mis en place une échelle de perception de l'effort ; Afin de permettre un retour sur la sensation subjective engendrée par l'application d'un exercice (Borg, 1998).L'échelle de perception de l'effort est communément appelée « the Borg RPE » ou en d'autres termes «Ratings of Perceived Exertion». Borg à relaté que les valeurs de RPE peuvent être utilisées pour comparer des Mesures physiologiques telles que la FC ou laVO2.Sur un plan pratique, la RPE Consiste à noter la pénibilité ou la difficulté de l'exercice effectué et constitue un moyen de contrôle intéressant de la charge.

**Endurance fondamentale (EF):** intensité de base de l'entraînement physique avec Une utilisation privilégiée des lipides .Elle se travaille à une vitesse supérieure à 50% de la vV02 max ou de la VMA .Elle permet d'utiliser les acides gras libres et Donc de maintenir le taux de glycémie dans le sang .Physiologiquement ,elle permet d'augmenter le taux de cellules adipeuses utilisées ,d'effectuer une meilleure irrigation du système cardio-vasculaire ,d'augmenter la capillarisation (irrigation des fibres musculaires) et donc d'augmenter la surface d'échange métabolique ; Ce qui va permettre d'augmenter les ressources énergétiques et les réserves en oxygènes .

**Entorse:** atteinte ligamentaire par étirement ou par rupture du/des ligaments sans Déplacement des surfaces articulaires (sachant que le rôle du ligament est d'assurer la stabilité de l'articulation).

**Étirement (stretching):**allongement des fibres musculaires par un éloignement Des insertions du muscle sur les structures osseuses, alors que la mobilité Articulaire assure une fluidité gestuelle et un confort dans l'exécution du Mouvement .Les étirement sont pour objectif de développer l'amplitude articulaire, l'élasticité musculaire, et ils représentent un outil de récupération, de Prévention des lésions musculaires et même un moyen d'échauffement d'avant match. Les étirements se distinguent par différentes méthodologies : passifs, Actifs, activo-+dynamiques, balistiques, contractés-relâchés, etc. qui dépendent des périodes d'utilisation.

**Évaluation:** phase indispensable dans la prise en charge d'une équipe afin d'établir une carte d'identité footballistique précise de chaque joueur. Elle permet d'actualiser le potentiel ou l'état de forme, d'orienter l'entraînement, de déterminer les forces et les faiblesses, de fixer des objectifs individuels et collectifs ou encore d'établir des groupes de niveaux.

**Excentrique (régime de contraction):**action musculaire dans la quelle les deux extrémités du muscle s'éloignent .Cette technique est intéressante en musculation car elle permet un développement musculaire sans prise de masse ,mais aussi d'effectuer un travail de prévention pour certaines blessures musculaires (telles Que celles des ischio-jambiers).Elle présente des inconvénients non négligeables car elle entraîne la des traction d'un grand nombre de fibres musculaires et ces lésions profondes touchent aussi bien les fibres musculaires, les myofibrilles, les Tissus conjonctifs et tendineux. Ce type d'exercice entraîne des altérations structurales et fonctionnelles des muscles utilisés lors de l'exercice. Ce travail en traîne des courbatures 12h à 48h à la suite de l'exercice.

**Exercice intermittent:** succession continue de périodes d'efforts et de périodes De récupérations actives ou passives, définie par une durée totale de travail, un Temps de travail, un temps de récupération, un mode de récupération (actifo-passif), la nature de l'effort (course et/ou musculation) et la forme d'application (en ligne ou en navette).

**Fréquence cardiaque de réserve (FC réserve):** différence entre la FC max et la FC de repos. Elle permet de déduire le pourcentage de la FCr afin de comparer des individus aux caractéristiques de FC max et de FC repos différentes. Étant donné Les divergences de FC de repos et FC max d'un individu à l'autre, la FCr permet de Standardiser l'entraînement grâce au contrôle de la fréquence cardiaque.

**Fréquence cardiaque (FC):** moyen de contrôle utilisé dans le cadre de l'entraînement aérobie et dans le suivi de l'état de forme des joueurs. Elle se suit au moyen De cardiofréquencemètre. Nous dénotons un grand nombre d'exploitations de la FC qui ont chacune leur utilité : la FC de repos, la FC max, la FC de réserve, la F C moyenne et la variabilité cardiaque (HRV).

**Fibre lente (ST):** fibre musculaire à haute capacité oxydative majoritairement sollicitée dans les exercices aérobies et présentant un faible potentiel glycolytique.

**Fibre rapide (FT):** fibre musculaire à faible capacité oxydative mais qui présente un Potentiel glycolytique élevé, majoritairement sollicitée dans les exercices intenses et explosifs.

**Force-vitesse:** capacité à effectuer une action rapide, maximale (ou à soulever une Charge légère le plus rapidement possible) tout en étant soumis à une charge ; il s'agit de vaincre des résistances très faibles. Jacques Duchateau (éminent spécialiste) relatait que nous arriverions à optimiser le recrutement des différentes unités motrices (synchronisation) par ce type d'exercice. La force-vitesse correspond à un travail basé à la fois sur le renforcement musculaire et sur un travail explosif Elle peut combiner des mouvements de 1/2 squats suivis de sprints courts (10-15m).

**Fréquence gestuelle:** aptitude d'un sportif à répéter le plus rapidement possible le même cycle gestuel en un temps donné. Elle dépend directement de la capacité de coordination et du contrôle musculaire du sportif.

**Gainage:** action de contraction statique maintenue. Cette technique est régulièrement utilisée dans le cadre d'un renforcement musculaire général.

**Motivation:** implication de l'individu à la réalisation d'une tâche, d'un exercice. Jean-Pierre Famosé parle d'un investissement personnel défini par les comportements motivationnels (persévérance) intrinsèques et extrinsèques de l'individu (qui le motive et de quelle façon?) et par les buts.

**Muscle:** ensemble de fibres musculaires qui sont au centre du mécanisme de la contraction. Elles sont composées de cellules musculaires appelées les myocytes composés eux-mêmes de protéines tubulines que sont les myosines et les actines. Ces myocytes sont également riches en hémoglobines, myoglobines et mitochondries. Il existe différents types de muscles: striés, lisses et myocardi. Tous permettent notre mobilité et la fonction de notre organisme.

**Myofibrille:** structure filamenteuse disposée longitudinalement dans la cellule Musculaire et composée principalement de myofilaments épais (myosines) et de Myofilaments fins (actines).

**Myofilament:** structure de deux types, épais et fins, située à l'intérieur des myofibrilles, disposée en segments appelés sarcomères ;le glissement des myofilaments fins permet la contraction musculaire.

**Myoglobine:** protéine située dans les cellules des muscles striés et qui joue un rôle essentiel dans le transport de l'O<sub>2</sub> vers les muscles .Les fibres lentes contiennent d'avantage de myoglobines que les fibres rapides .La myoglobine est utilisée lors d'un entraînement aérobie, comme une réserve en oxygène.

**Phosphocréatine(PCr):** composé permettant de générer de l'énergie et jouant un Rôle important dans la contraction musculaire lors de l'exercice.

**Proprioception :** sensibilité nerveuse propre aux muscles, aux articulations, aux os Et aux ligaments ou plus précisément aux fuseaux neuromusculaires, aux organes tendineux de Golgi, aux récepteurs de Paciniet de Rufini .Ces exercices permettent de stabiliser une articulation, de travailler l'équilibre, de faire un travail de Renforcement, dans la rééducation et dans le travail de prévention.

**Puissance aérobie (PA):** intensité à partir de la quelle nous allons augmenter et Optimiser notre potentiel en endurance, notre capacité à maintenir des courses. À haute intensité, Elle se travaille à une vitesse comprise entre à 90% et 120% De la Vo<sub>2</sub>max ou de la VMA .Les exercices préconisés sont soit continus, soit à Base d'exercices par intervalles ou exercices intermittents .Ces exercices sont Appliqués avec des variations de charges, de types de récupération .La production d'acide lactique devient importante (7,5 à 16 mmol/L) et le substrat énergétique majoritairement utilisé est le glycogène .Nous observons une hausse des enzymes Glycolytiques et oxydatives telles que la PFK, MDH et la SDH .Cette hausse de l'utilisation du glycogène et l'accumulation d'acide lactique vont permettre d'élever le stock de glycogène musculaire.

**Rééducation:** processus de prise en charge du sportif blessé permettant d'améliorer et d'effacer certaines pathologies (musculaires, articulaires, nerveuses) au Moyen des différentes techniques de rééducation .Ces méthodes réunissent aussi Bien les manipulations manuelles que la physiothérapie (ultrason, électrothérapie, aquatraining, infrarouge...).En général, elle est prise en charge parle staff Médical et par acrimonieusement parle préparateur physique.

**Réentraînement:** reprise d'une activité physique à la suite d'une inactivité .Elle doit être progressive et orientée selon la pathologie et la discipline pratiquée .Cette étape s'effectue conjointement entre le staff médical et le préparateur physique. Elle se situe sur tout au niveau de la phase de ré-athlétisation et de réadaptation.

**Rythmicité** : capacité de l'athlète à effectuer un geste avec le rythme adéquat afin de garantir une coordination intra musculaire et intermusculaire.

Capacité de saisir un rythme donné de l'extérieur et de le reproduire à travers un Mouvement et capacité de le traduire par un mouvement un rythme que le joueur aura conçu intérieurement.

**Substrat énergétique**: source d'énergie directement ou indirectement utilisable.

Les principaux substrats énergétiques au métabolisme énergétique sont: l'ATP, Les glucides, les lipides, les glycoènes, etc.

**Unité Motrice(UM)**:ensemble constitué par un neurone moteur et les cellules Musculaires striées innervées par son axone .Une UM comprend quelques Dizaines ou centaines de fibres musculaires dispersées dans la masse du muscle et innervées par le même axone cholinergique (plaque motrice).L'excitation d'une UM excite simultanément toutes les cellules musculaires de l'UM, et Chacune de ces cellules effectue une contraction complète (le potentiel d'action s'étend à toute la fibre) .La force exercée par un muscle dépend d'abord du nombre d'UM mis en jeu, et en suite de la fréquence des influx excitateurs (sommation temporelle).

**VMA Vitesse Maximale Aérobie** : Elle correspond à la vitesse obtenue pour qu'un sportif atteigne sa  $V_{O2max}$  .Elle peut varier d'un test à un autre. Elle peut servir de référence dans la programmation des entraînements aérobie et la mise en place des séances .Elle permet notamment d'établir des groupes de travail a fin d'individualiser les charges.

**$VO_2max$** : désigne l'efficacité du système respiratoire à extraire l' $O_2$  de l'air ambiant, l'efficacité du système circulatoire à transporter cette  $O_2$  jusqu' à la cellule musculaire, l'efficacité du système cardiaque qui permet de réguler la circulation et en fin efficacité à utiliser cette oxygène (BillatV.).

**REFERENCES**  
**BIBLIOGRAPHIQUES**

## [REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES]

- Achten J, and Jeuken drup AE. (2004); Optimizing fat oxidation through exercise and diet.
- Alexandre Dellal, (2013), Une saison de préparation physique en football, PARIS, De Boeck.
- Ancian, J. (2008).Football une préparation physique programmée. Paris, Amphora.
- Ardle Mc, Katch W et al, (2001). Physiologie de l'activité physique : énergie, nutrition et performance. Maloine/Edisem, 4e éd, Paris.
- Audran M, Guezennec CY et al , (2006), Paramètres hématologiques, quelle interprétation? Table ronde du CNOSF.
- Barbe, P., & Ritz, P, (2005) ; Composition corporelle. Cahier de nutrition et de diététique.
- Bernadette et Philippe Heckets weiler, (2001). Voyage en biochimie (circuits en biochimie humaine, nutritionnelle et métabolique). Edition Elsevier (3éme Ed).
- Bernard T, Falgairette G, Gavarry O, Bermon S, Marconnet P, (1996). Intérêt de la fréquence cardiaque pour évaluer la consommation d'oxygène en situation non stable d'exercice et au cours de la récupération Science & Sports.
- Brooks. GA, Mercier. J, (1994). Balance of carbohydrate and lipid utilization during exercise, effect of training. J. Appl.
- Brun JF, Dumortier M, Fédou C, Mercier J, (2006).Position de consensus : apport des examens biologiques dans le diagnostic de surentraînement. Sci Sports.
- Cazorla G,(1982). Consommation maximale d'oxygène chez le nageur. INSEP. Paris.
- Cazorla. G, Farhi. A, (1998). Exigences physiques et physiologiques actuelles.
- Chatard. JC, (1998). La physiologie du football, Revue Sport Med, 16-21.
- Chibane.S, (2010). les dimensions corporelles en tant que critères de sélection des jeunes footballeurs algériens de 15-16 ans (U17). Lyon-France: Université Claude Bernard Lyon1.
- D. reiss, p.prévost, (2013).la bible de la préparation physique, Paris: Edition Amphora.
- Daniel Le Gallais, Grégoire Millet , (2007) : La préparation physique (Optimisation et limites de la performance sportive) Ed. Elsevier. Masson . Paris.
- David L Costill, Jack H et al, (2009). Physiologie du sport et de l'exercice 4 e édition, De Boeck.
- Davis. JA, Brewer. J et al , (1992); Pre-season physiological characteristics of English first and second division soccer players. J. Sports.

## [REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES]

- Dekkar, Brikci, Hanifi. Techniques d'évaluation physiologique des athlètes.
- Dellal et al. (2008): de l'entraînement à la performance en football: Bruxelles, Belgique, De Boeck,
- Dellal, A (2008) ; de l'entraînement à la performance en football ; Paris, de boeck.
- Dellal.A, (2008) .de l'entraînement à la performance en football. Bruxelles: DeBoeck.
- Éric Caballero, (2008), football pour les senior .Paris : Amphora.
- Éric Joussellin, (2005); La médecine du sport sur le terrain. Edition Masson.
- Galbo H,(2001). Influence of aging and exercise on endocrine function. Int J Sports Nutr Exer Metab.
- Hervé Guénard,(2001). Physiologie humaine. Edition Pradel ; 3ème édition.
- J ; P. (2008).Football une préparation physique programmée Paris: amphora.
- Jac kH .Wilmore et al, (2009). Physiologie du sport et de l'exercice ; 4e édition ; PARIS, De Boeck.
- Jean Paul Doutreux. (1998); Physiologie et biologie du sport. Edition Masson.
- Jean-Luc Cayla et Rémy la crampe. Manuel pratique de l'entraînement.
- Jeffrey. F. Horowitz et Sammuell Klein (2000).Lipid metabolism during exercise.
- Lacour. JR, Chatard. JC, (1984).Aspects physiologiques du football, cinésiologie.
- Lacour. 2001 ; JR. Métabolisme lipidique et exercice. Revue du praticien.
- Liutaud. P : Contribution à l'étude du cœur de l'enfant sportif. Échocardiographie comparative du ventricule gauche chez l'enfant sportif et non sportif. Medicine du Sport 1981.
- Malcovati L, Pascutto C, Cazzola M, (2003).Hematologic passport for athletes competing in endurance sports: a feasibility study. Haematologica.
- Mc Ardle, Katch. F, Katch.V,(2001). Physiologie de l'activité physique: énergie, nutrition et performance, PP 192-193-555, ed Maloine/EDISEM.
- Mc Ardle, Ktch. FI, Katch. VL, (2004). Nutrition et performances sportives. Edition De boeck.
- Mennetrey N, (2000). Suivi biologique longitudinal [Mémoire]. Besançon : U.F.R. S.T.A.P.S Université De Franche-Comté.
- Mombaerts. E, (1991). Football : de l'analyse du jeu à la formation du joueur, ed ACTIO.
- Monod H. Flandrois R et al (2007) Physiologie du Sport « Bases physiologiques des activités physiques et Sportives » ed. Masson.

## [REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES]

- N.Olivier ; R.Legrand et al (2008), Arrêt de l'entraînement et déconditionnement à l'effort aérobie. Science & Sports.
- Nathalie Boisseau, (2005). Nutrition et bioénergétique du sportif : bases fondamentales. Ed Masson, collection STAPS.
- Ould-Ahmed, O, (2013) .Etude de la composition corporelle des meilleurs lanceurs algériens. Revue des sciences de l'homme et de la société, 08, 59-73.
- Philippe Leroux,(2006). Football : planification et entraînement pour atteindre la performance. PP 20-21, Ed Amphora.
- Pierre Harichaux et Jean Medelli, (1992). VO2 max et performance, aptitude physique, tests d'effort et de terrain. Edition Chiron ; 13.
- Pilardeau. P, (1995). Biochimie et nutrition des APS, eau et électrolytes, vitamines et oligo-éléments. Effets de l'exercice sur le métabolisme. Edition Masson.
- Poortmans. JR, Boisseau. N, (2004). Biochimie des activités physiques, chap 7, Ed de boeck.
- Rieu. M, (1988). Bioénergétique de l'exercice musculaire et de l'entraînement physique. Ed, PUF le Biologiste.
- Roux ; P. L, (2006), planification et entrainement pour atteindre la performance. Paris .amphora .
- Turpin.B, (2002), Préparation et entrainement du footballeur ; ed amphora.
- Turpin.B, (2002), préparation et entrainement du footballeur. Paris: Edition Amphora.
- Vaccaro, P & Mahon, A, (1987). Cardio-respiratory responses to endurance training in children. Sports Médecine.
- Van Praagh ; E. (2007). Physiologie du sport Enfant et adolescent. Bruxelles : De Boeck Université.
- Van Praagh E, Dore E, Duche P, Hautier C, (2001). La puissance maximale aérobie de l'enfant (de 1938 à nos jours) STAPS.
- Van Praagh.E, (2008). Physiologie de l'enfant et l'adolescent. Bruxelles: Edition DeBoeck.
- Vigne G, Gaudino C, Rogowski I et al, (2010). Activity profile in elite Italian soccer team. Int J Sports Med.
- Willmore. JH et David L. Costill, (2006); Physiologie du sport et de l'exercice. Edition DeBoeck ; 3ème édition.
- Willmore. JH, Costill. DL, (1998) .Physiologie du sport et de l'exercice physique. Edition Deboeck.
- Dellal.A, Wong.DP, Moalla.W et al, (2010). Physical and technical activity of soccer players in the french first league with special reference to their playing position. Int sport Med.J.
- Helsen W. F., Van Winckel J et al, (2005), the relative age effect in youth soccer across Europe. J Sports Sci, 23:629-636.

- Weineck J, (1986). Manuel d'entraînement. Paris, Vigot.
- Weineck J, (1993) .Manuel d'entraînement. Paris, Vigot.
- Weineck, J, (1996).Biologie du sport. Paris, Vigot.
- Weineck. Y. Biologie du sport(1996) : Edition Vigot.
- Willmore. JH et David L, Costill(2006).Physiologie du sport et de l'exercice. Édition DeBoeck ; 3<sup>ème</sup>édition.

**Les travaux de recherches :**

- Cazorla.G et Farhi.A (1998) : football : exigences physiques et physiologiques actuelles, université Victor Ségalen, Bordeaux II, France.
- Etude de Naceur .A (2006) : thèse de doctorat : Impact des devoirs des postes et des compartiments de jeu (défense-milieu-attaque) sur la distinction des exigences physiques et techniques chez les footballeurs, Université d'Alger 3, Algérie.
- Etude de DELLAL. D (2008) : thèse de doctorat : Analyse le l'activité physique de footballeurs et de ses conséquences dans l'orientation des l'entraînement : application spécifique aux exercices intermittents courses à haute intensité et aux jeux réduits ; L'université de Strasbourg.
- Etude de KHIAT. B (2009) : thèse de doctorat : l'aptitude aérobie des enfants durant le développement pubertaire selon le sexe, l'Université Mentouri de Constantine, Algérie.
- Etude de DOUCENDE .G (2010) : thèse de doctorat : Adaptations cardiaques à l'exercice aigu, chronique et épuisant de longue durée; Université D'avignon Et Des Pays De Vaucluse.
- Étude de Chibane.S (2010) : Thèse de doctorat : « Les dimensions corporelles en tant que critère de sélection des jeunes footballeurs algériens de 15-16 ans (U-17) », Université de Lyon, France.
- Etude de Boukabouya.M (2010): Thèse de doctorat : Évaluation et détermination d'une batterie de test technique pour les jeunes footballeurs algériens de (12-14ans), Université d'Alger, Algérie.
- Etude de Salaün Laureline (2011) : thèse de doctorat : Analyse de la relation entre le niveau d'activité physique et la composition corporelle d'adolescents présentant une déficience intellectuelle : impact d'une prise en charge de l'obésité par un programme d'Activité Physique Adaptée ; L'université Claude Bernard Lyon 1 ; France.
- Etude de Vigne Grégory (2011) : Thèse de doctorat : « Détermination et variation du profil physique du footballeur de très haut niveau référence spéciale aux performances athlétiques selon les différents postes de jeu

## **[REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES]**

---

orientant sur la validation d'un test d'agilité », Université de Bordeaux II, France.

- Etude de Derbal.F (2014) : thèse de doctorat : Les mensurations de la structure et de la composition corporelle en rapport avec les paramètres physiques et fonctionnelles des juniors de football selon les compartiments de jeu, Université de Mostaganem, Algérie.

- Etude de Houar. A (2015) : thèse de doctorat : Elaboration d'un programme informatique pour orienter les jeunes footballeurs vers les compartiments de jeu suivant le profil morphologique et les attributs de l'aptitude physique et technique ; Université de Mostaganem, Algérie.

# **ANNEXES**



**ANALYSIS OF THE EVOLUTION OF SOME HEMATOLOGICAL  
PARAMETERS DURING THE FIRST PREPARATORY PERIOD ON  
YOUNG ALGERIAN SOCCER PLAYERS (U17)**

**Aouir Saddam<sup>1</sup>,**

**Bengoua Ali<sup>2</sup>,**

**Houar Abdelatif<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>OPAPS Laboratory of the IEPS,

Abdelhamid Ibn Badis University; Mostaganem, Algeria

Department of Hematology at CHU Saadna Abdenour Sétif

<sup>2</sup>OPAPS Laboratory of the IEPS,

Pr., Abdelhamid Ibn Badis University; Mostaganem, Algeria

Faculty of Human and Social Sciences University of Ghardaia,

<sup>3</sup>Dr., OPAPS Laboratory of the IEPS,

University Abdelhamid Ibn Badis; Mostaganem, Algeria

**Abstract:**

**Aim of the study:** The main goal of our work was to study and analyse the effect of the first preparatory period in soccer, concerning the different hematological components for young Algerian soccer players, and also to establish recommendations for this population of athletes concerning the medical support and its influence on their performances and the customization of training sessions. **Methods:** 23 soccer players, those athletes are qualified and well-trained players. They are in good health and belong to a team of professional soccer players in first division (Es/Sétif). They followed a reshaping program for 14 weeks, at least 6 hours a week. All the tests have all been recorded on a special device (at the CHU Saadna Abdenour of Sétif) at the beginning of the season and at the end of the first period of physical training and reshaping session. The subjects had been informed of the study protocol and signed a consent form and all the procedures of the study had been approved in terms of ethics. **Results:** We observed a significant improvement in terms of statistics on the experimental group.

---

<sup>1</sup> Correspondence: email [saddaouir@yahoo.fr](mailto:saddaouir@yahoo.fr), [bengoua67@yahoo.fr](mailto:bengoua67@yahoo.fr), [houar.abdelatif@univ-ghardaia.dz](mailto:houar.abdelatif@univ-ghardaia.dz)

**Keywords:** hematological parameter, first preparatory period, young Algerian soccer players (U17)

## 1. Introduction

The practice of high-level sports requires a continuous training. The repeated, intense physical effort the body is submitted to during the training sessions and over the years can lead to metabolic changes. The practice of high-level sports is indeed marked by the repeated, intense training sessions followed by short periods of recovery, which lead to a raise in the spending of energy. This raise favors the activation of new metabolic channels, and thus variation in hormonal numbers and other biochemical parameters. (Galbo H., 2001, pp. 49-57)

As a consequence, permanent medical and personal follow-up is required to maintain, preserve or improve the sportsmen's health in order to play in optimal health conditions. The physiological, biomechanical, biological, psychological and nutritional support contributes to optimizing the athletes' efficiency and detecting potential health problems in advance. It requires the intervention of a multidisciplinary team able to help the trainer optimize the training sessions. (Mennetrey N., 2000)

Thus, the biological tests occupy an important position in this medical sports support. In France, for instance, the sportsmen's biological follow-up care was set up in 1999 as a part of the protection of the sportsmen politics and prevention of doping (Audran M. et al, 2006). In Algeria, the biological follow-up of sportsmen is uncommon, almost nonexistent. Hence the purpose of our work which aims at measuring the hematological assessment of a group of professional soccer players of U17 category; Soccer is the most widely practiced sports in the world, with its 150 federations and its 30 million players registered in clubs, plus the non-registered ones in Africa, South America and Europe.

Since its creation, the demands for the practice of soccer have gone up considerably. The constraints that stem from the practice of that discipline are multifactorial: tactical, technical, athletic, physiological and psychological. The evolution the features of competitive soccer playing led to reconsidering, sometimes radically, some aspects of the training sessions and the players' overall training program.

Today, professional soccer teams pay more and more attention to the physical training and the athletic dimension of the sports. According to (Wilmore J. H. and Costill D. L., 1998, p. 108), many leaders have understood that the absence of physical training, for a soccer team, can be detrimental at the end of games. But the physiological

adaptations that operate through the training of a professional soccer player are divided into central adaptations, that is to say oxygen transport system (heart, lungs and blood) and the peripheral muscular adaptations. That is what allows for an efficient long-term training in terms of energy and muscles throughout the duration of a match (Ancian J., 2008).

The results from the study by (Rahnama et al, 2009) have shown that right before a soccer game, the amount of triglycerides is highly significant compared to the amount measured at the end of it; but is there a link between training (physical training in particular) and the different hematological parameters?

## **2. Tools and methods**

### **2.1 Regarding ethics**

This was a non-invasive study with no particular risk. All the consenting subjects have been informed of the aims of the study beforehand. The subjects have been reassured that their privacy and anonymity would be respected and every subject of this study has been informed of the purpose, the protocol and the potential risks of the study and signed a charter of consent (parent's approval).

### **2.2 Subjects and samples**

The population we studied is composed of 23 soccer players from the U17 –under seventeen- category. This sampling was taken at random for all the soccer players consenting to take part in the study. Those who were absent for a blood test phase, those who were on drugs, those who smoked, those who were injured or sick have not been included in the study. The population is rather homogeneous in terms of physical activity and training. Those athletes are considered well-trained subjects, in good health, and they belong to an Algerian professional soccer team of first division (Es/ Sétif). All the players participated in the study. They were all aged ( $16 \pm 0,8$  years) in keeping with the F.I.F.A rules; We proceeded to the tests (including blood tests) at the beginning of the 2016-2017 sports season and at the end of the first period of physical preparation and reshaping, that is to say in the form of test-retest (total duration : 14 weeks).

## **2.3 Methods**

### **2.3.1 Periods of testing**

The study lasted 14 weeks (from August to December 2016). The gathering of data was divided into two stages, since the general physical training of 14 weeks, made up of a 2-

hour training session per day and friendly matches; all the players of the study were measured and received blood tests. CBC (Complete Blood Count) was performed by the same examiners and in the same conditions for everyone. 5ml of venous blood was taken from the left elbow pit, using a special tube. The hematological parameters were immediately determined on a device in a private laboratory and a few samples were examined at the CHU Saadna Abdenour in Sétif.

### 3. Results

**Table 1: Results of the hematological analyses on young Algerian soccer players**

Paired Samples Statistics					
		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	White blood cells (leukocyte) milles/mm3 pre-test	6,6594	18	1,17470	,27688
	White blood cells (leukocyte) milles/mm3 post-test	6,5956	18	1,12255	,26459
Pair 2	Red blood cells (erythrocytes) pre-test	4,7556	18	,35447	,08355
	Red blood cells (erythrocytes) post-test	4,8389	18	,28487	,06714
Pair 3	hemoglobin (dl) pre-test	13,8244	18	1,00197	,23617
	hemoglobin (g/dl) post-test	14,0228	18	1,01278	,23871
Pair 4	Hematocrit % pre-test	42,0667	18	4,15706	,97983
	Hematocrit % post-test	42,4683	18	4,15150	,97852
Pair 5	Plateletspre-test	279111,1111	18	56064,97165	13214,64055
	Plateletspost-test	290055,5556	18	57746,37470	13610,95105

Paired Samples Test							
		Paired Differences		t	df	Sig. (2-tailed)	
		95% Confidence Interval of the Difference					
		Upper	Lower				
Pair 1	White blood cells (leukocyte) milles/mm3 pre-test			,58253	260	17	,798
	White blood cells (leukocyte) milles/mm3 post-test						
Pair 2	Red blood cells (erythrocytes) pre-test			,06011	-1,226	17	,237
	Red blood cells (erythrocytes) post-test						
Pair 3	hemoglobin (dl) pre-test			-,01865	-2,329	17	,032
	hemoglobin (g/dl) post-test						
Pair 4	Hematocrit % pre-test			,07854	-1,765	17	,096
	Hematocrit % post-test						
Pair 5	Plateletspre-test			-3423,02773	-3,070	17	,007
	Plateletspost-test						

The table reports the results of the biochemical tests; there is a relative, statistically significant increase at  $p < 0.05$ , at the hemoglobin level of (g/dl) ( $14,02 \pm 0,23$  VS  $13,82 \pm 0,23$ ). For the Platelets ( $290055,55 \pm 13610,95$  VS  $279111,11 \pm 13214,64$ ).

#### 4. Comments

The statistics have shown a relative increase at  $p < 0,05$ , at a hemoglobin level of  $14,02 \pm 0,23$  VS  $13,82 \pm 0,23$  (g/dl). Thus, the hemoglobin level ( $14,2 \pm 0,23$  g/dl) is considered higher than the one found on soccer players of third division ( $12,84 \pm 0,37$  g/dl) during the same period of the season (Gouthon et al, 2007) and similar to a professional Algerian soccer team of first division (CABatna) ( $44,8 \pm 0,6$ ) (Khaled G. et al, 2015); Even the difference in biological maturation between the two age groups and the level of potential training, those variations show how the human organism adapts to effort. Relative increase, statistically significant at  $p < 0.05$  at the platelet level of  $290055,55 \pm 13610,95$  VS  $279111,11 \pm 13214,64$ )

Hematocrit levels relatively constant ( $42,0667\% \pm 0,97$  VS  $42,46\% \pm 0,97$ ) between  $34,6$  and  $52,6\%$  found on Italian professional soccer players (Macovati L. and al, 2003, pp. 570-581) of first division (CABatna) ( $44,8 \pm 0,6$ ) (Khaled G. and al, 2015). On the contrary, our results are superior to  $42,3 \pm 2,74\%$ , found on French professional soccer players of first division (Burn J. F. et al, 2006, pp. 319-350).

#### 5. Conclusion

It is difficult to find precise statistics on the work carried out by sports physicians within an office, within a club, within a federation in the medical data. That is why we exposed this preliminary study to demonstrate the tolerance to training from a hematological point of view, which still belongs to the sector of physiological research

#### Bibliography

1. Ancian J. (2008). Football: une préparation physique programmée. Paris: Amphora.
2. Audran M., Guezennec C. Y., Hermine O. (2006). Paramètres hématologiques, quelle interprétation? Table ronde du CNOSF.
3. Burn J. F., Dumortier M., Fédou C., et Mercier J. (2006). Position de consensus: apport des examens biologiques dans le diagnostic de surentraînement. Sci Sports.

4. David L. Costill, Jack H. Wilmore et W. Larry Kenney, *Physiologie du sport et de l'exercice* 4<sup>e</sup> édition, De Boeck ; 2009.
5. Galbo H. (2001). Influence of aging and exercise on endocrine function (Vol. 11). *Int J Sport Nutr Exer Metab*.
6. Macovati L., Pascutto C. et Cazzola M. (2003). Hematologic passport for athletes competing in endurance sports: a feasibility study. *Hematologica*.
7. Menetrey N. (2000). *Suivi biologique longitudinal*. Besançon, U.F.R.S.T.A.P.S : Université de France.
8. Wilmore J. H. et Costill D. L. (1998). *Physiologie du sport et de l'exercice physique*. Belgique: DeBoeck.
9. Weineck, J. (1996). *Biologie du sport*. Paris: Vigot.
10. Van Praagh, E. (2007). *Physiologie du sport Enfant et adolescent*. Bruxelles : De Boeck Université.

Aouir Saddam, Bengoua Ali, Houar Abdelatif  
ANALYSIS OF THE EVOLUTION OF SOME HÉMATOLOGICAL PARAMÉTERS DURING THE FIRST  
PRÉPARATORY PERIOD ON YOUNG ALGERIAN SOCCER PLAYERS (U17)

---

Creative Commons licensing terms

Authors will retain the copyright of their published articles agreeing that a Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0) terms will be applied to their work. Under the terms of this license, no permission is required from the author(s) or publisher for members of the community to copy, distribute, transmit or adapt the article content, providing a proper, prominent and unambiguous attribution to the authors in a manner that makes clear that the materials are being reused under permission of a Creative Commons License. Views, opinions and conclusions expressed in this research article are views, opinions and conclusions of the author(s). Open Access Publishing Group and European Journal of Physical Education and Sport Science shall not be responsible or answerable for any loss, damage or liability caused in relation to/arising out of conflict of interests, copyright violations and inappropriate or inaccurate use of any kind content related or integrated on the research work. All the published works are meeting the Open Access Publishing requirements and can be freely accessed, shared, modified, distributed and used in educational, commercial and non-commercial purposes under a [Creative Commons attribution 4.0 International License \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

# CERTIFICATE OF PUBLICATION

This Certificate is granted to

Miss./Ms./Mrs./Mr.

**Aouir Saddam, Bengoua Ali, Houar Abdelatif**

and certifies the publication of the research paper entitled  
**ANALYSIS OF THE EVOLUTION OF SOME HEMATOLOGICAL PARAMETERS DURING THE  
FIRST PREPARATORY PERIOD ON YOUNG ALGERIAN SOCCER PLAYERS (U17)**

in

**European Journal of Physical Education and Sport Science**

**ISSN 2501 – 1235**

Volume 3, Issue 10, 2017

Bucharest, Romania, September 9, 2017

European Journal of Physical  
Education and Sport Science

S/n PE 2017-09-09-VRFD



Authorized signature  
Emil Constantin  
Editor in Chief  
Open Access Publishing Group

**Tableau récapitulatif des données de VMA selon les paliers (pré-test)**

Les paliers	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14
La vitesse km/h	08.5	09	9.5	10	10.5	11	11.5	12	12.5	13	13.5	14	14.5	15
Les défenseurs							×							
							×							
							×							
							×							
							×							
							×							
							×							
les attaquants										×				
										×				
										×				
										×				
										×				
Les milieu terrain								×						
								×						
								×						
									×					
									×					
									×					

**Tableau récapitulatif des données de VMA selon les paliers (post-test)**

Les paliers	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14
La vitesse km/h	08.5	09	9.5	10	10.5	11	11.5	12	12.5	13	13.5	14	14.5	15
Les défenseurs							×							
							×							
								×						
								×						
								×						
										×				
										×				
les attaquants										×				
										×				
										×				
											×			
											×			
											×			
Les milieu terrain									×					
									×					
									×					
									×					
									×					
										×				
									×	×				

tableaux récapitulatif des paramètres anthropométriques

les sujets	les plis cutanés (mm)						
	bicipital	tricipital	sous-scapulaire	supra-iliaques	ava-bras	cuisse (quadricipital)	jambe (sural)
1	2,00	7,00	7,00	7,00	1,00	7,00	2,00
2	3,00	6,00	7,00	8,00	2,00	7,00	1,00
3	2,00	7,00	7,00	8,00	1,5	7,00	1,50
4	2,00	6,00	7,00	8,00	2,00	6,00	2,00
5	3,00	8,00	8,00	9,00	2,50	8,00	2,00
6	2,00	7,00	7,00	6,00	1,00	7,00	1,00
7	2,00	6,00	6,00	6,00	2,00	6,00	1,00
8	4,00	8,00	6,00	6,00	2,00	6,00	1,50
9	2,00	7,00	7,00	7,00	1,50	6,00	2,50
10	3,00	6,00	7,00	7,00	1,00	7,00	2,00
11	2,00	6,00	7,00	6,00	1,00	6,00	1,00
12	2,00	6,00	6,00	6,00	2,00	6,00	1,00
13	2,00	5,00	6,00	7,00	1,50	7,00	1,00
14	3,00	7,00	6,00	6,00	2,00	5,00	1,00
15	3,00	6,00	7,00	7,00	2,00	7,00	1,00
16	2,00	6,00	6,00	7,00	1,00	5,00	1,00
17	2,00	6,00	6,00	7,00	1,00	7,00	2,00
18	4,00	7,00	8,00	8,00	2,00	8,00	2,00
19	2,00	7,00	7,00	6,00	1,50	7,00	1,00
20	2,00	5,00	6,00	7,00	2,00	7,00	1,50
21	2,00	6,00	6,00	7,00	2,00	8,00	1,00
22	2,00	6,00	6,00	6,00	1,50	6,00	1,00
23	3,00	6,00	7,00	6,00	1,00	7,00	1,00

**tableaux récapitulatif des circonférence en (cm)**

<b>bras</b>	<b>avant-bras</b>	<b>cuisse</b>	<b>jambe</b>
22	26	56	36
20	24	54	36
22	23	56	35
22	22	56	32
24	24	52	34
26	26	50	36
24	25	50	33
23	23	55	32
24	24	52	33
25	25	49	33
22	22	51	32
23	23	52	34
24	25	50	35
25	23	51	32
25	24	52	31
23	25	50	35
24	25	51	32
25	23	53	31
25	24	52	35
24	25	51	34
24	24	53	35
25	24	50	35
25	24	51	34
24	25	50	34

pré-test

Tableau récapitulatif des données anthropométrique de notre échantillon de recherche

stature(m)	poids (kg)	Pli Bicipital (cm)	Pli tricipital (cm)	Plis Sous-scapulaire	Pli supra-iliaque (cm)	$\sum 4\text{ plis}$	la valeur BD	% MG Équation de Siri	% MG Équation de Brozek
1,65	65,50	2	7	7	7	23	1,076211146	9,946918119	10,43786178
1,64	64,60	3	6	7	8	24	1,075046692	10,44511721	10,89781528
1,63	60,5	2	7	7	8	24	1,075046692	10,44511721	10,89781528
1,67	63,30	2	6	7	9	24	1,075046692	10,44511721	10,89781528
1,65	62,4	3	8	8	9	28	1,070829044	12,25866095	12,57213749
1,72	61,30	2	6	6	7	21	1,078700184	8,885617286	9,458034545
1,64	63,50	2	7	7	7	23	1,076211146	9,946918119	10,43786178
1,62	63,00	4	8	8	8	28	1,070829044	12,25866095	12,57213749
1,66	63,00	2	7	8	9	26	1,072856679	11,38501969	11,76556363
1,68	61,8	2	7	7	6	22	1,077427371	9,427719467	9,958520801
1,65	57,00	3	7	7	8	25	1,073929779	10,923991	11,33992704
1,67	69,00	2	6	8	7	23	1,076211146	9,946918119	10,43786178
1,66	62,40	2	7	6	7	22	1,077427371	9,427719467	9,958520801
1,61	62,40	4	7	7	8	26	1,072856679	11,38501969	11,76556363
1,62	66,80	3	8	8	8	27	1,071824083	11,8295184	12,17593921
1,61	67,00	4	9	8	9	30	1,068941361	13,07498061	13,32579018
1,70	65,00	2	7	6	7	22	1,077427371	9,427719467	9,958520801
1,75	67,30	3	7	6	8	24	1,075046692	10,44511721	10,89781528
1,67	59,70	4	8	7	9	28	1,070829044	12,25866095	12,57213749
1,76	64,00	4	9	8	9	30	1,068941361	13,07498061	13,32579018
1,70	65,5	3	6	7	7	23	1,076211146	9,946918119	10,43786178
1,70	62,30	2	7	6	6	21	1,078700184	8,885617286	9,458034545
1,73	62,40	2	7	6	6	21	1,078700184	8,885617286	9,458034545
							<b>Moyenne</b>	<b>10,65033237</b>	<b>11,08727655</b>

poste test

Tableau récapitulatif des données anthropométrique de notre échantillon de recherche

stature(m)	poids (kg)	Pli Bicipital (cm)	Pli tricipital (cm)	Plis Sous-scapulaire	Pli supra-iliaque (cm)	$\sum 4\text{ plis}$	la valeur BD	% MG Équation de Siri	% MG Équation de Brozek
1,64	64,00	2	6	6	7	21	1,078700184	8,885617286	9,458034545
1,65	64,60	2	6	7	7	22	1,077427371	9,427719467	9,958520801
1,73	60,5	3	7	8	8	26	1,072856679	11,38501969	11,76556363
1,67	64,4	2	6	6	8	22	1,077427371	9,427719467	9,958520801
1,65	63,4	3	8	8	9	28	1,070829044	12,25866095	12,57213749
1,66	61	2	6	6	7	21	1,078700184	8,885617286	9,458034545
1,64	63,50	2	7	7	6	22	1,077427371	9,427719467	9,958520801
1,62	63,00	4	8	9	8	29	1,069868926	12,67349944	12,95512979
1,70	63,00	3	8	8	9	28	1,070829044	12,25866095	12,57213749
1,68	61,00	2	7	7	6	22	1,077427371	9,427719467	9,958520801
1,67	59,00	3	6	8	8	25	1,073929779	10,923991	11,33992704
1,66	67,5	2	6	6	6	20	1,08003511	8,318433625	8,934392255
1,73	62,8	2	7	6	7	22	1,077427371	9,427719467	9,958520801
1,61	62,4	2	6	7	8	23	1,076211146	9,946918119	10,43786178
1,72	59,8	3	8	8	6	25	1,073929779	10,923991	11,33992704
1,61	67,00	4	9	7	9	29	1,069868926	12,67349944	12,95512979
1,62	65,00	2	7	6	7	22	1,077427371	9,427719467	9,958520801
1,70	67,3	3	7	6	8	24	1,075046692	10,44511721	10,89781528
1,67	66,7	3	8	6	7	24	1,075046692	10,44511721	10,89781528
1,76	64,00	4	7	6	9	26	1,072856679	11,38501969	11,76556363
1,66	64,00	2	6	7	6	21	1,078700184	8,885617286	9,458034545
1,75	63,00	2	7	7	6	22	1,077427371	9,427719467	9,958520801
1,63	62,2	2	7	6	6	21	1,078700184	8,885617286	9,458034545
							<b>Moyenne</b>	<b>10,22497538</b>	<b>10,69457323</b>



CLINIQUE  
NABTI

المصحة الطبية - الجراحية نابتي  
CLINIQUE MEDICO-CHIRURGICALE NABTI  
Cité du 20 Août 1955- SETIF.  
Tél: 036 82 30 24/Mob: 0551 60 72 00

Laboratoire d'analyses médicales

Examen n° : 01

Date : 12/10/2016

Nom & Prénom: HARRARI Djamel Eddine

Age : 16ans

**\*Examens Résultats Unités Valeurs Normales**

**HEMATOLOGIE**

**\* Numération Formule Sanguine (FNS) :**

Globules Blancs .....	4.8	10 <sup>3</sup> µL	H/F: 4,0 - 9,0 10 <sup>3</sup> µL
Globules Rouges .....	5.41	10 <sup>6</sup> µL	H/F: 3,8 - 5,3 10 <sup>6</sup> µL
Hémoglobine.....	14.0	g/dL	H: 12,0-18,0/F:12,0-16,0 g/dL
Hématocrite .....	44.6	%	H/F: 36,0 - 56,0 %
V.C.M.....	82.4	fL	H/F: 80,0 - 100 fL
C.M.H .....	25.9	Pg	H/F: 27 ,0 - 32,0 pg
C.C.M.H .....	31.4	g/dL	H/F: 32,0 - 36,0 g/dL
Plaquettes .....	193	10 <sup>3</sup> µL	H/F: 120 - 380 10 <sup>3</sup> µL
Lymphocytes .....	2.6 [ 53.5 ]	%	H/F: 11,0 - 49,0 [35,6%]
Monocytes .....	0.2 [ 4.9 ]	%	H/F: 0,00 - 9,0 [ 3,1% ]
Granulocytes .....	2.0 [ 41.6 ]	%	H/F: 42,0- 85,0 [61,3%]
RDW.....	11.9	%	H/F: 10,0 - 16,5 %
PCT.....	0.10	%	H/F: 0,10 - 1,00 %
MPV.....	5.3	fL	H/F: 5,0 - 10,0 fL
PDW.....	18.4	%	H/F: 12,0 - 18,0 %





## LABORATOIRE D'ANALYSES MEDICALES

DR BENCHERIF.L.B

Médecin Maitre Assistante en Microbiologie

Adresse: Cité 20 Aout 1955 (1000 Logt) Bâtiment C4 N° 262 Sétif 01

☎ / 0 36 82 30 31 - Mob / 06 75 50 82 95 - 📠 / 0 36 82 31 99

Laboratoire ouvert: Du Samedi au Mercredi De 07h30 à 16h30, Jeudi De 07h30 à 13h00

NIV :   
 0006275  
 NIP :   
 00004268  
 Date de prélèvement 12/10/2016 10:15  
 Demandé par Dr.

NIV : 0006275  
 Nom : MEROUANI  
 Prénom : MONCEF  
 Age : 15 an(s)

### HEMATOLOGIE

Test	Résultats	Valeurs de Référence	Antériorités
14/05/2016			
<b>- Formule Numération Sanguine :</b>			
GR	4.97 .10 <sup>6</sup> /mm <sup>3</sup>	4.2 à 5.7	5
Hémoglobine	13.1 g/dl	14 à 17	13
Hématocrite	38.6 %	36 à 49	38.1
VGM	77.7 μ <sup>3</sup>	80 à 100	76.2
TCMH	26.4 pg	26 à 34	26
CCMH	33.9 g/dl	31 à 36.5	34.1
GB	6.4 .10 <sup>3</sup> /mm <sup>3</sup>	4 à 10	6.9
<b>EQUILIBRE LEUCOCYTAIRE</b>			
Neutrophiles :	52.8 %	40 à 75	58.5
Neutrophiles (#)	3.4 .10 <sup>3</sup> /mm <sup>3</sup>	2 à 7.5	4
Lymphocytes :	38.5 %	20 à 45	35
Lymphocytes (#)	2.5 .10 <sup>3</sup> /mm <sup>3</sup>	1.5 à 4	2.4
Basophile :	0.3 %	0 à 1	1.1
Basophile (#)	0 .10 <sup>3</sup> /mm <sup>3</sup>	0 à 0.15	0.1
Eosinophiles :	5 %	1 à 4	2.7
Eosinophiles (#)	0.3 .10 <sup>3</sup> /mm <sup>3</sup>	0.1 à 0.4	0.2
Monocytes :	3.4 %	2 à 10	2.7
Monocytes (#)	0.2 .10 <sup>3</sup> /mm <sup>3</sup>	0.2 à 1	0.2
<b>PLAQUETTES</b>			
IDR	191 .10 <sup>3</sup> /mm <sup>3</sup>	150 à 400	221
VPM	17.5 %	10 à 16	18.7
IDP	8.5 fl	7.8 à 11	9.2
IDP	14.7 %	10 à 18	16.8





République Algérienne Démocratique et Populaire  
الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي



Université Abdelhamid Ibn Badis – Mostaganem  
Institut d'Education Physiques et Sportive  
Sous direction de la post- graduation

جامعة عبد الحميد بن باديس – مستغانم  
معهد التربية البدنية و الرياضية  
تأية مديرية الدراسات ما بعد التدرج  
الرقم 105... م.ت.ب.و/2016

مستغانم يوم 2016/02/17

# تسهيل مهمة

إلى السيد مدير مدرسة وفاق سطيف لكرة القدم

السلام عليكم سيدي الكريم ...

يرجى منكم سيدي الكريم تسهيل مهمة الطالب "عوير صدام" من مواليد 1991/03/01 بسطيف، المسجل في السنة الأولى دكتوراه ل.م.د بمعهد التربية البدنية والرياضية جامعة عبد الحميد بن باديس بمستغانم لغرض أداء الدراسة الاستطلاعية الأولية من أجل التعرف على:

- عتبة البحث، حجمها وبرنامجها التدريبي.
- مستوى التنافس للعبة و النتائج المحصلة .
- أداء بعض القياسات و الاختبارات حسب مجال التخصص و متطلبات دراسته في :

1- La condition Physique et 2- La composition corporelle.

في الأخير تقبلوا منا سيادة المدير فائق الاحترام والشكر.

المدير المساعد  
د. بن قنبل الطاهر  
مدير مساعد مكلف بمهام البحث و الدراسات و التعليم في البحث العلمي و التدريبات  
و البحث العلمي و التدريبات



معهد التربية البدنية و الرياضية – جامعة مستغانم عروبة  
ح.ب 002 مستغانم – 27000 الجزائر

الهاتف: 0312 45 42 11 26 - الفاكس: 0312 45 42 11 26

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي



جامعة محمد لمين دباغين  
سطيف 2

كلية العلوم الإنسانية و الاجتماعية  
قسم علوم وتقنيات النشاطات البدنية والرياضية

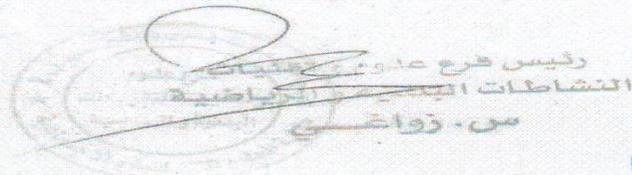
## تسهيل مهمة

إلى السيد رئيس نادي وفاق سطيف لكرة القدم

السلام عليكم سيدي الكريم.....

يرجي منكم سيدي الكريم تسهيل مهمة الأستاذ/ عوير صدام من مواليد 1991/03/01 بسطيف المسجل سنة ثالثة دكتوراه LMD بمعهد التربية البدنية والرياضية جامعة عبد الحميد بن باديس بمستغانم لغرض أداء تريض تطبيقي مع المحاضر البدني في ناديكم لإتمام دراسته في ميدان التحضير البدني (La préparation physique).  
في الأخير, تقبلوا منا سيادة الرئيس فائق الاحترام و الشكر.

المدير



DJEROUDI RACHID  
SECRÉTAIRE GÉNÉRAL