



Faculté des sciences humaines et sociales  
Département des activités physiques et sportives

*Mémoire de fin de cycle*

En vue de l'obtention du Diplôme de Master II  
Filière : activité physique et sportive  
Spécialité : Entraînement Sportif d'élite

*Thème*

Étude corrélative du transfert de la force à  
sec et dans l'eau chez les nageurs Sprinters  
Algériens

Présenté par :  
ACHOUR Farouk

Sous la direction de :  
Mr. AIT AMAR Mustapha

Année universitaire 2017-2018

# Sommaire

Remerciement .....	
Dédicace .....	
Sommaire .....	
Liste des abréviations .....	I
Liste des tableaux .....	II
Liste des figures .....	III
Introduction .....	02

## **CHAPITRE : Analyse de la bibliographie**

<b>1. Les différentes qualités du nageur moderne : .....</b>	<b>06</b>
1.1. Les caractéristiques morphologiques : .....	07
1.2. Les caractéristiques physiologiques : .....	07
<b>2. Structure et fonction du muscle du squelette : .....</b>	<b>10</b>
2.1. La typologie musculaire : .....	13
a. Les fibres de type I à contraction lente : .....	13
b. Les fibres de type II à contraction rapide : .....	14
c. Les fibres intermédiaires : .....	14
2.2. Effet de l'entraînement : .....	14
2.3. Le mécanisme de raccourcissement des fibres musculaires : .....	15
<b>3. Caractéristiques du 50 m nage libre : .....</b>	<b>16</b>
3.1. L'entraînement des sprinteurs : .....	16
3.2. Les différentes formes de manifestations de la force en natation : .....	18
<b>4. Développement de la puissance-force .....</b>	<b>18</b>
<b>5. La force .....</b>	<b>19</b>
5.1 Définition .....	19
5.2. La force générale : .....	20
5.3. La force spécifique : .....	20
5.4. Types de force : .....	20
5.4.1. La force maximale .....	20

5.4.2. La force endurance :	21
5.4.3. La force vitesse :	22
5.5. Les mécanismes de la force :	23
5.6. Les régimes de la contraction musculaires :	24
A. Le régime concentrique (méthode positive) :	24
B. Le régime excentrique (méthodes négative) :	25
C. Le régime isométrique (méthode statique) :	26
D. La pliométrie (méthode ressort) :	26
<b>6. Entraînement de la force</b> .....	<b>27</b>
6.1. Définition.....	27
6.2. Objectif général .....	27
6.3. Programmation et conduite de l'entraînement de la force :.....	29
6.4. Les principes de l'entraînement de force :.....	29
6.5. Les facteurs d'entraînement qui agissent sur l'augmentation de la force : .....	29
6.6. Le diagnostic de la force : .....	32
6.7. Mesure de la force :.....	32
6.8. Entraînement de la force :.....	33
6.8.1. Entraînabilité de la force : .....	33
6.8.2. Méthodes de développement de la force : .....	35
1- Méthode volontaire (concentrique) :.....	35
2- Méthode proposé par Zatsiorsky : .....	35
3- Méthode bulgare classique : .....	36
4- Méthode stato-dynamique 1 temps (isométrique) : .....	36
5- Méthode isométrique totale :.....	36
6- Méthode stato-dynamique 2 temps (isométrique) : .....	36
7- Isométrique maximale (isométrique) : .....	37
8- Méthode bulgare excentrique (excentrique) :.....	37
9- Méthode pliométrique moyenne (pliométrie) : .....	37
<b>7. Les forces de résistances en natation</b> :.....	<b>37</b>
7.1. Quelles sont les facteurs de résistances à l'avancement dans l'eau ? .....	37
1- Effet de la vitesse : .....	38
2- Effet de la surface du maitre couple : .....	38

3- Effet de la forme : .....	39
7.2. Les différents types de résistances à l'avancement :.....	39
7.3. Conséquences des résistances chez le nageur expert : .....	40
7.4. Les principes biomécaniques de la propulsion : .....	41
7.5. Les modèles de l'action de nage : .....	41
7.6. Indices de nage :.....	42
7.7. Vitesse de nage :.....	42
<b>8. Les différents exercices de développement des qualités de force :43</b>	
8.1. La musculation isotonique dynamique :.....	44
8.2. Les exercices de musculation à résistance élastique : .....	44
8.3. Les exercices de musculation à résistance iso-cinétique :.....	45
8.4. Les exercices sur appareils de musculation dites biokinétiques : .....	45
8.5. Les différents exercices de développement des qualités de force dans l'eau : .	45
<b>9. Le Transfert .....</b>	<b>46</b>
9.1. Les phénomènes de transferts d'apprentissage .....	47
9.2. Mécanismes psychologiques du transfert .....	47

## **CHAPITRE II : Organisation de la recherche .....**

<b>1. Hypothèses .....</b>	<b>52</b>
<b>2. Objectifs .....</b>	<b>52</b>
<b>3. Taches .....</b>	<b>53</b>
<b>4. Moyens .....</b>	<b>53</b>
4.1 Moyens humains .....	53
4.2 Moyens matériels.....	54
<b>5. Méthodes de la recherche .....</b>	<b>55</b>
5.1 Méthode de l'analyse bibliographique .....	55
5.2 Méthode des tests .....	55
5.2.1 Test a sec.....	55
5.2.2 Test dans l'eau .....	56
<b>6. Calcul des indices de nage .....</b>	<b>57</b>
<b>7. Méthodes statistiques .....</b>	<b>57</b>

## **CHAPITRE III : Représentation et analyse des résultats .....**

### **Tableau N°1 : Résultat de la force jambes, bras à sec et force en nage complète60**

- La force des jambes a sec ..... 61
- La force des bras a sec..... 62
- Force nage complète..... 63
- Coefficient d'utilisation des potentiels de force à sec ..... 64

### **Tableau N°2 : Test dans l'eau. .... 65**

- Force des jambes dans l'eau ..... 66
- Force des bras dans l'eau ..... 67
- Teste (a) de transfert de force ..... 68
- Teste (b) de transfert de force ..... 69

### **Tableau N°3 : Test des différents indices de nage sur 50m crawl messieurs ..... 70**

- Performance sur le 50m crawl messieurs ..... 71
- Vitesse sur le 50m crawl messieurs..... 72

### **Tableau N°4 : Résultats de la corrélation entre..... 73**

- Corrélations de la performance aux autres indices étudiés ..... 73
- Corrélations des différents indices de force à sec et dans l'eau..... 73

### **Discussion ..... 75**

### **Conclusion ..... 80**

### **Index Bibliographique .....**

### **Annexe .....**



# Remerciements

Nous remercions Dieu le tout puissant de nous avoir donné le courage et la sérénité pour pouvoir réaliser ce travail

En premier lieu, Nous voudrions présenter notre profonde gratitude et appréciation à **Mr AIT AMAR Mustapha**, notre promoteur de mémoire qui a su nous guidé tout au long de notre travail.

Ainsi, le personnel pédagogique du département des STAPS pour nous avoir transmis leurs connaissances et avoir partagé leurs expériences.

Sans oublier tous les nageurs et entraîneurs qui se sont montrés très intéressés et coopératifs quant à la réalisation de notre expérimentation.



# Dédicaces

Je tiens à dédier ce travail à :

- ✓ Mes très chers parents
- ✓ Aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce que vous méritez pour tous les sacrifices que vous n'avez cessé de me donner.
- ✓ A Mon Ange Gardien
- ✓ Mes Frères, mes Sœurs et mes Amis
- ✓ Mon encadreur M. AIT AMAR Mustapha qui a énormément contribué a l'élaboration de ce mémoire,

Merci à tous.

## Abréviations

Long =Longueur.

RM : Répétition maximale

r : Récupération entre les répétitions

R : Repos

min : Minute

d : Distance parcourue en mètres.

t : Correspond au temps (en secondes) mis pour parcourir la distance d.

$\bar{x}$ : Moyenne arithmétique.

$\sigma$  : Ecart Type.

$r_{x,y}$  : Coefficient de corrélation de Pearson

$\bar{Y}$  : La moyenne arithmétique (la somme du deuxième résultat à corréler)

N: Nombre d'échantillon.

FJ : Force des jambes à sec (m).

FB : Force des bras dans l'eau (Kg).

FNC : Force en nage complète.

CUPF : Coefficient d'utilisation des potentiels de force.

CC : Coefficient de coordination.

CUPFS : Coefficient d'utilisation des potentiels de force spécifique.

NL : Nage libre.

Sig : Le degré de signification.

PPG : Préparation physique Générale.

PPS : Préparation Physique Spéciale.



## Tableaux

Tableau 01 : Proportion du corps des nageurs de haut niveau (cm).....	08
Tableau 02 : Mensuration des nageurs de haut niveau .....	09
Tableau 3 : Muscles intervenants lors de chaque phase du trajet moteur en natation. ....	16
Tableau N°1 : Résultat de la force jambes, bras à sec et force en nage complète .....	60
Tableau N°2 : Test dans l'eau. ....	65
Tableau N°3 : Test des différents indices de nage sur 50m NL .....	70
Tableau N°4 : Résultats de la corrélation entre	
• Corrélations des différents indices avec la performance .....	73
• Corrélations des différents indices de force à sec et dans l'eau .....	73

## Figures

Figure N° 01 : Structure du muscle squelettique .....	11
Figure N° 02 : Différentes possibilités de transformations des fibres musculaires selon Howald .....	15
Figure N° 03 : Les trois principales formes de la force .....	22
Figure 04 : Mécanismes de la contraction musculaire .....	23
Figure N° 05 : Les régimes de contractions musculaires. ....	24
Figure N° 06 : Représentation des différentes forces de résistances dans l'eau .....	38
Figure N° 07 : Effet de la forme et force résistance .....	39
Figure N° 08 : Force des jambes à sec .....	61
Figure N° 09 : Force des bras a sec .....	62
Figure N° 10 : Force en nage complète.....	63
Figure N° 11 : Coefficient d'utilisation des potentiels de force à sec .....	64
Figure N° 12 : Force des jambes dans l'eau .....	66
Figure N° 13 : Force des bras dans l'eau .....	67
Figure N° 14 : Teste de transfert de force .....	68
Figure N° 15 : Teste de transfert de force spécifique .....	69
Figure N° 16 : Performance et vitesse sur le 50m NL .....	71
Figure N° 17 : Performance sur le 50m NL .....	72

# Introduction

## Introduction

Le bon entraîneur est celui qui fait progresser ses athlètes dans toutes leurs dimensions notamment celle de la performance. Le meilleur sauteur est celui qui remporte le concours de saut, le meilleur sprinter celui qui franchit la ligne d'arrivée avant les autres. Au bout du chemin d'entraînement ; il s'agit de gagner, de battre des records, de se dépasser soi même en améliorant ses performances (DUFOUR2009)

L'histoire n'est pas figée. Les goûts changent, les valeurs évoluent, les théories scientifiques meurent et laisse place à d'autres hypothèses. L'histoire de l'entraînement sportif n'échappe pas à cette dynamique.

La force musculaire humaine à été entraînée depuis les anciens temps au moment de l'émergence des premières civilisations et du développement des guerres au néolithique. Aussi longtemps que le combat corps à corps est demeuré l'unique modalité d'attaque, les chefs d'armées ont exalté l'importance de la robustesse des guerriers ; certaines tribus ou populations étaient caractérisées par la force de leurs guerriers. Les spartiates reconnus pour leurs vertus guerrières étaient tout à fait habiles, rusés et forts. Aujourd'hui, malgré l'hyper sophistication des armes militaires, le renforcement musculaire continue de faire partie de la panoplie du soldat. Hors de la sphère militaire, les hommes forts et musclés ont toujours été admirés. Hercule est entré dans l'histoire grâce à sa force. A la fin du 19 IEME siècle, les ouvrages relatifs au développement de la force, du galbe musculaire sont déjà nombreux. L'haltère libre est un objet usuel et l'haltérophilie figure au programme des premiers jeux olympiques modernes en 1896.

Paradoxalement, ce long passé de la force n'a pas marqué les premières recherches scientifiques sur la performance sportive. A l'époque, les travaux se focalisent davantage sur le domaine de l'endurance. L'étude de la consommation maximale d'oxygène, des mécanismes d'apport de l'oxygène au site musculaire (travaux de Hill dans les années vingt), on retrouve encore aujourd'hui les effets de cette histoire. Les entraîneurs, les éducateurs sportifs ont souvent davantage de connaissances sur le secteur aérobie que sur la force. Toutefois, depuis une quarantaine d'année, une inversion semble s'être produite. La force est partout, la valeur sociale du muscle s'est appréciée. On cherche à le rendre plus volumineux, plus saillant. Les bodybuilders ont largement participé à la divulgation des méthodes «d'embellissement» du muscle. Il suffit de visiter quelques-uns des meilleurs

sites web consacrés au bodybuilding pour se rendre compte de la richesse des informations disponibles. Le muscle y est minutieusement analysé. Pour celui qui connaît les limites, ces informations s'avèrent précieuses. Dans le domaine scientifique dédié à la performance physique, chaque revue inclut plusieurs articles sur le développement de la force. L'analyse de son contenu montre une évolution notable. Le développement de la force maximale privilégié initialement a fait place au développement de la puissance et de l'explosivité. Cette évolution historique marque le changement de point de vue, le glissement des connaissances théoriques et empiriques de la force maximale vers la force-vitesse.

La natation est une activité cyclique codifiée, et normalisée. Elle a des règles, pour cela, il faut à la fois une forte implication énergétique, et une grande maîtrise technique.

La performance dans cette discipline dépend de la capacité du nageur à transformer la force musculaire en force propulsive, et à diminuer la résistance à l'avancement (R. CATTEAU, 1995).

L'optimisation de l'entraînement passe par la définition des facteurs de la performance dans l'activité concernée, cela permet de développer spécifiquement et de façon pertinente ces facteurs. La performance sportive dépend de l'interaction entre les qualités techniques, psychologiques, physiques des sportifs, et de nombreux paramètres comme les conditions climatiques, l'altitude, le matériel utilisé et le suivi médicosportif. L'amélioration de la performance sportive est donc un processus complexe qui nécessite l'optimisation des différentes qualités physiques.

Au cours des quarante dernières années on observe un changement d'opinions complets à propos des entraînements de résistances, au paravent on demandait aux nageurs de ne pas faire de musculation avec charges additionnelles. On pensait que le soulèvement de charges lourdes, leurs donnerait des muscles volumineux, et diminuerait leurs souplesse. Les opinions à ce sujet ont tellement changé que nous pensons actuellement que les nageurs doivent effectuer un entraînement de résistance s'ils veulent pouvoir gagner. La manière de pratiquer cet entraînement reste l'un des sujets les plus controversés en sport.

Notre problématique découle des observations faites lors des différentes coupes et championnats nationales ou une nette différence sur le plan du développement physique entre les nageurs d'une même spécialité (indices morphologiques et musculaires). Notre

attention a été attirée par le fait que se ne sont pas toujours les nageurs les plus forts du point de vue du développement musculaire qui réalisent les meilleures performances.

Es que l'amélioration de la force conduit à tout coup à l'amélioration des performances ?

Comment les nageurs sprinters crawlleurs utilisent il leurs forces dans l'eau ? Y'a-t-il un réel transfert de la force acquise à sec dans l'eau ?

Dans le cadre de notre recherche, nous tenterons de quantifier les valeurs de puissance développées à sec et dans l'eau des différents trains moteurs chez les sprinters algériens tout en essayant d'établir une corrélation entre les différentes données recueillies et les indices de nages calculées lors des courses de compétition.

# **CHAPITRE I**

## Analyse bibliographique

## 1. Les différentes qualités du nageur moderne :

La recherche du « profil » caractéristique du nageur de haut niveau a fait l'objet de nombreux travaux. Seules les études de (KREMLYEVA et BOULGAKOVA, 1990) qui s'appuient sur des échantillons importants constituent des références fiables dans l'élaboration d'un profil de référence. Les nageurs de haut niveau passés au crible de la sélection organisée ont atteint leurs meilleures performances notamment grâce à l'interaction de leurs qualités physiques, leurs capacités physiologiques et leurs particularités morpho-fonctionnelles.

La performance sportive est influencée par de multiples facteurs qu'on peut répartir selon les qualités suivantes :

- **Les qualités Morphologiques** : Taille, poids, largeur des épaules, du bassin, des segments...etc.
- **Les qualités Biologiques** : la capacité vitale, le pourcentage (%) de graisse, la consommation maximale d'oxygène ( $VO_2$  max), la répartition des fibres musculaires.
- **Les qualités physiologiques** : qui font appel à la fourniture, la mise en jeu et la resynthèse de l'énergie musculaire nécessaire au fonctionnement de l'organisme (les potentiels aérobie et anaérobie)
- **Les qualités Neuromusculaires** de coordination qui font appel à la coordination, au guidage et à la régulation des gestes (force, souplesse, adresse, habileté motrice).
- **Les qualités technico- tactiques.**
- **Les qualités morales et psychologiques** : elles sont les éléments indivisibles de la performance elle englobe ; La personnalité, le niveau de connaissances générales, la motivation, la volonté, la résistance au stress, l'acceptation de la douleur et le désir de réussite.
- **L'entraînement** : les différents principes d'entraînement, les objectifs, les tests, la planification à court et long terme.
- **Les facteurs favorisant la performance** : l'alimentation, la récupération, les conditions matérielles, l'échauffement, le suivi médical et l'insertion sociale.



- **L'environnement** : Le cadre de vie, les conditions de vie, le niveau de connaissance scientifique de l'entraîneur et le contexte de prestation (altitude, niveau de la mer, importance médiatique et les enjeux politique).
- **La gestion** : c'est l'organisation par l'entraîneur de toutes les composantes de la performance, dans leurs interrelations et en harmonie. Ce travail repose sur une analyse globale de l'entraînement dans une relation privilégiée avec l'athlète, c'est la relation entraîneur- entraîné.

La performance du sportif est donc le produit d'une multitude de facteurs.

### **1.1. Les caractéristiques morphologiques :**

(Pelayo, 1989), réalise une étude biologique de modèles morpho-fonctionnels des nageurs de haut niveau afin de choisir les critères d'évaluation anthropométriques judicieux pour une évaluation des nageurs espoirs.

Les sprinters sont les plus athlétiques des spécialistes de nage libre (tableau 1). Leurs mesures sont de loin supérieures à celles des nageurs de fond, les sprinters sont plus grands et plus lourds, la surface totale de leurs corps est plus grande, ils accomplissent de ce fait plus facilement un travail de vitesse et de force dans la phase anaérobie de la nage.

### **1.2. Les caractéristiques physiologiques :**

Les sprinters se distinguent avant tout par une capacité d'accélération importante, parmi toutes les capacités de force, ils ont besoin de la force de sprint, elle seule détermine des écarts de performance notables.

Il a été démontré que la force de la partie supérieure du corps est l'un des facteurs déterminants du succès en natation (sprint). La puissance de nage, Telle qu'on peut la déterminer lors de la nage contre résistance, explique 86 % de la performance réalisée sur 25m nage libre et il existe une forte corrélation positive entre la force d'un nageur et son aptitude à développer de la puissance (COSTILL, 1994). Cependant, quand la distance augmente, la contribution de la force diminue. Sur 100m, 200m, 400m, la contribution de la force descend à 74, 72 et 58 % respectivement. Néanmoins il n'est pas étonnant de constater que les nageurs les plus performants sont le plus souvent les plus forts.

La capacité à générer une force musculaire maximale pendant la nage est complexe et dépend de l'action concertée de différents facteurs physiologiques. Une compréhension de ces facteurs est nécessaire afin d'optimiser le potentiel du nageur à fin de programmer son entraînement de musculation.

**Tableau 01 : Proportion du corps des nageurs de haut niveau (cm) (Boulgakova, 1990).**

Style de nage	Long de la main	Long avant - bras	Long bras	Tronc	Pied	Jambe	Cuisse	Membre inférieur	Epaule	Bassin
100 m NL	24.2	24.2	82.0	51.0	27.0	41.7	44.3	93.2	42.0	26.5
400 m NL	22.2	25.2	80.0	52.0	27.2	40.7	45.4	89.6	40.1	25.5
1500 m NL	21.3	26.4	81.0	50.0	26.7	37.0	47.0	90.0	39.0	24.0

**Légende :**

Long =Longueur.

Selon ce tableau, on peut confirmer que les dimensions du corps des nageurs de crawl sont inversement proportionnelles à leurs distances de spécialisation.

**Tableau 02 : Mensuration des nageurs de haut niveau (Boulgakova, 1990).**

STYLE DE NAGE	TAILLE (cm)	POID (kg)	PARAMETRE THEORIQUE (cm)	SURFACE TOTALE DU CORPS (M <sup>2</sup> )
	8±	8±	8±	8±
CRAWL 100M	180±3.3	75.0±2.0	100.0±3.5	1.99±0.14
400M	177.5±2.3	68.5±1.7	98.0±1.8	1.91±0.22
1500M	175.5±3.5	66.5±1.6	97.0±2.4	1.90±0.14
DOS	183.0±2.0	69.0±1.1	100.0±2.4	2.01±0.24
PAPILLON	176.3±1.5	72.0±0.8	98.5±3.0	1.91±0.08
BRASSE	175.0±1.3	76.5±1.4	97.0±2.6	1.90±0.17
4 NAGES	181.0±2.2	72.5±0.5	99.5±2.0	1.97±0.16

**Légende :**

Long = Longueur.

Les périmètres et les surfaces des sections des différentes parties du corps des nageurs de haut niveau permettent de juger indirectement de leurs capacités en matière de force dans la mesure où ses sections se situent au niveau des groupes des muscles qui effectuent le travail principal lors de la nage (tableau 3). Chez les sportifs qui pratiquent le crawl sur les diverses distances, on constate une diminution des valeurs des périmètres et des surfaces des sections correspondantes au fur et à mesure que la distance augmente (BOULGAKOVA, 1990). C'est pourquoi ils peuvent nager plus vite et vaincre la résistance de l'eau en dépensant moins d'énergie.

Avec l'augmentation de la distance, la vitesse diminue et le travail s'effectue dans une zone de puissance moins importante qui ne demande pas de très gros efforts musculaires. (CHOLLET, 1997).

Les nageurs de 1500 mètres ont les circonférences et les surfaces des différentes parties du corps moins grandes que les autres nageurs. Les plus grandes valeurs des périmètres et les surfaces des sections transversales au niveau des deltoïdes, de l'épaule et des trois niveaux de la poitrine se trouvent chez les nageurs spécialisés en crawl sprint, en papillon et en dos.

Les crawleurs sprinters ont généralement une grande taille (180 cm) en moyenne, un poids relativement important (75 kg). Un périmètre thoracique considérable et long, de longs membres inférieurs et supérieurs. Aussi, on remarque chez ces nageurs une largeur importante du bassin ; environ (26.5 cm). Les sprinters sont forts et musclés, le composant musculaire par rapport au poids du corps est de 53%. On note aussi chez eux une quantité assez importante de graisse ; environ 10.9% du poids total.

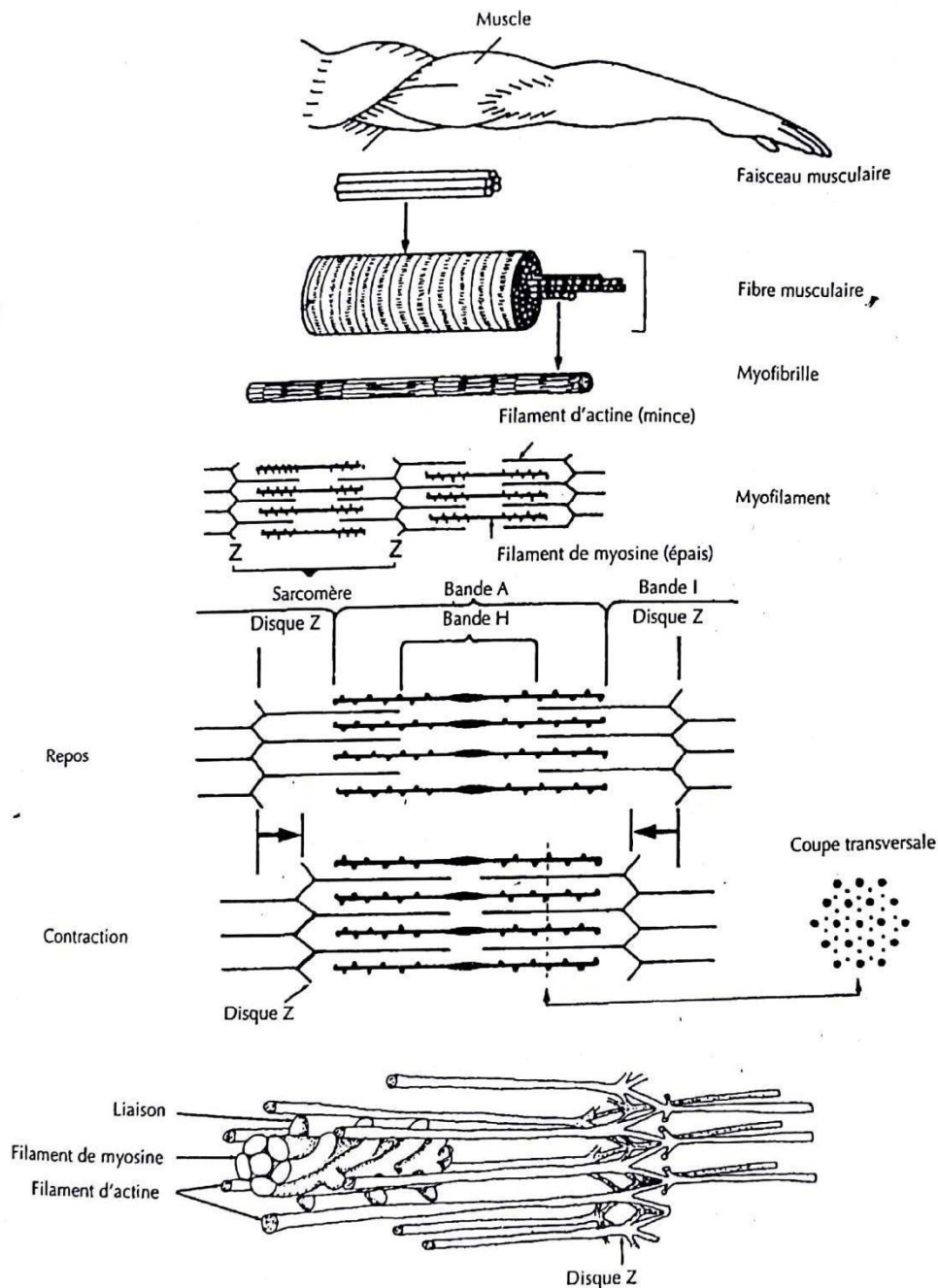
Conformément aux résultats publiés par (BOULGKOVA, 1990), nous pouvons dire que les tailles et rapport segmentaires les plus importants caractérisent les nageurs de vitesse en crawl, dos et quatre nages. D'après le même auteur, les qualités essentielles d'un nageur de haute performance sont :

- Grandes capacités vitales des poumons ;
- Profil hydrodynamique ;
- Bonne souplesse articulaire ;
- Grande taille ;
- Membres inférieurs relativement légers ;
- Sens développé du rythme (coordination et cadence) ;
- Volonté et capacité de travail.

## **2. Structure et fonction du muscle du squelette :**

La masse musculaire constitue chez l'homme 40 à 50%, chez la femme 25 à 30% de l'ensemble du poids du corps. Un muscle du squelette se compose de milliers et de milliers de fibres musculaires (cellules musculaires) réunies en faisceaux. Mis à part les éléments spécifiques composant la fibre musculaire (fibres, noyaux, composition chimique... etc.) sa structure correspond fondamentalement à celle de toutes les cellules, on distingue dans toute cellule vivante trois composants principaux :

- Le protoplasme (corps cellulaire) ;
- Le noyau cellulaire ;
- La membrane cellulaire.



**Figure N° 01 : Structure du muscle squelettique (Weineck, 1997)**

La cellule est entourée d'une membrane cellulaire appelée sarcoplasme dans le cas de la cellule musculaire. Cette membrane laisse filtrer les substances organiques et les électrolytes essentiels pour l'alimentation de la cellule. A l'intérieur se trouve la substance de base : le sarcoplasme. Il est constitué d'albumines, de graisse et des composés d'hydrates de carbone. C'est au sein du sarcoplasme que s'effectue la production d'énergie anaérobie. Le cytoplasme contient les mitochondries, les « les centrales énergétiques » de la cellule, elles assurent l'essentiel du métabolisme (Weineck, 1997).

L'énergie nécessaire à la contraction est finalement fournie pas les supports d'énergies .le réticulum du sarcoplasme (endoplasmique) est un système de canaux partant de la membrane cellulaire pour pénétrer à l'intérieur de la cellule.il facilite l'échange de substance et l'excitation musculaire.

Chaque noyau cellulaire enferme les chromosomes porteur du patrimoine héréditaire, les gènes.si la force est déterminée génétiquement, elle doit se situer là.les cellules de la musculature striée ont certes fondamentalement la même structure que les autres cellules du corps, mais elles possèdent plusieurs noyaux, situées en bordure de la cellule (fibre musculaire).elles se différencient également des autres cellules par le fait même de la capacité de contraction.la fonction contractile de la fibre est assurée pas des molécules protéiques contractile ;les filaments d'actine et de myosine.

La musculature du squelette compte 434 muscles symétriquement réparties entre les deux moitiés du corps. Au repos, ces muscles n'emploient que 20 % de l'énergie de l'organisme, mais au moment des plus grandes performances sportives, cette proportion peut s'élever jusqu'à 90 %. La musculature a pour tâche de transformer l'énergie chimique en énergie motrice, laquelle est encore traduite pas le muscle sous forme de mouvement.les mouvements sportifs ne sont pas le fait de muscle isolés mais de l'action conjuguées de muscles fléchisseurs, extenseurs, abducteurs, adducteurs et rotateurs. Lorsque par exemple le bras (biceps brachial) opère une flexion de l'avant bras, l'extenseur du bras (triceps) est en même temps étiré et tendu.et réciproquement.

Les muscles exerçant une même fonction sont dits synergique : les muscles antagonistes sont ceux qui exercent toujours des fonctions opposées.les rôles peuvent être intervertis selon l'orientation du mouvement (extension ou flexion).chaque muscle se compose d'une multitude de fibre musculaires atteignant pour les muscles squelettique (squelette) jusqu'à (30-40) cm de longueur. Chaque fibre musculaire est entourée d'une enveloppe de tissu conjonctif, l'endomysium, accouru par des vaisseaux sanguins et des nerfs. Les groupes de fibres sont ensuite réunis par le tissu conjonctif en faisceaux et les groupes de faisceaux en unités supérieures (Weineck, 1993).

Enfin le muscle tout entier est lui-même enveloppé de tissu conjonctif, le fascia musculaire.aux extrémités des fibres musculaires et les fibres du fascia se réunissent au niveau des tendons.ces derniers sont constitués de tissu conjonctif très peu élastique et

fixés sur le squelette. Entre les points d'insertion du muscle sur les os, on distingue l'origine située sur la partie relativement la plus immobile, proximale (la plus proche du corps) et la terminaison sur l'os relativement le plus mobile, distal (le plus éloigné du corps).

Lorsque le sujet se trouve par exemple en position allongée sur le dos, le muscle de la hanche soulève la jambe. En l'occurrence la partie fixe est le tronc, la partie mobile la cuisse. Mais si la cuisse reste immobile, le même muscle peut opérer le redressement du tronc .partie fixe et partie mobile agissent à l'inverse.

### **2.1. La typologie musculaire :**

Le muscle est formé par des faisceaux de fibres musculaires, elles mêmes constituées par les myofibrilles. Suivant la fonction occupée par le muscle, le type de fibres musculaires est différent. En effet, celles-ci sont classées en fonction de leur vitesse de contraction et de leur résistance à la fatigue. On trouve ainsi trois types de fibres à caractéristiques différentes (Poumarat & Dabonville, 1992):

- Des fibres lentes ;
- Des fibres rapides ;
- Des fibres intermédiaires.

#### **a) Les fibres de type I à contraction lente :**

Appelées aussi fibres ST (Slow Twitch), elles sont des fibres à équipement particulier :

- Faible diamètre ;
- Aspect rouge car à forte teneur en hémoglobine ;
- Richement vascularisées donc facilement alimentées en oxygène ;
- Riches en mitochondries et en glycogène (carburant essentiel du muscle) ;
- Innervées par des neurones moteurs à conduction relativement lente mais le train des impulsions est continu.

Cet équipement confère aux fibres ST une capacité à effectuer un travail soutenu dans le temps, elles sont conçues pour les efforts d'endurance.

**b) Les fibres de type II à contraction rapide :**

Appelées aussi fibres FT (Fast Twitch), leur équipement est le suivant :

- Fort diamètre ;
- Aspect clair (Blanc) car faible en hémoglobine ;
- Riche en glycogène ;
- Réseau capillaire beaucoup moins dense ;
- Mitochondries petite et peu nombreuse ;
- Innervation faite par des neurones moteurs à conduction rapide.

Cet équipement confère aux fibres FT une capacité à effectuer un travail de vitesse, elles sont conçues pour des efforts brefs car peu résistantes à la fatigue.

**c) Les fibres intermédiaires :**

Entre les deux types précédents, on trouve une catégorie de fibres aux caractéristiques et au fonctionnement intermédiaire.

- Les fibres IIa, relativement rapides et présentant une bonne capacité d'endurance et de résistance ;
- Les fibres IIb, avec un plus grand potentiel de rapidité : grande force dans un temps très court ;
- Les fibres IIc, sans spécificité particulière, qui peuvent modifier leur structure.

**2.2. Effet de l'entraînement :**

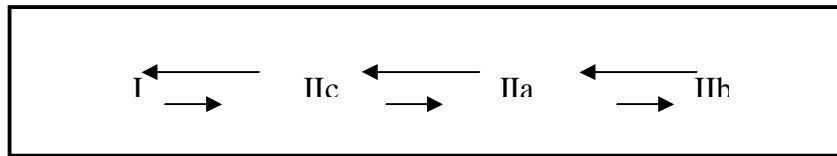
Le pourcentage de répartition des fibres dans le muscle semble génétiquement déterminé.

On trouve chez des sujets sédentaires généralement (45 à 55)% de fibres lentes.

La variabilité individuelle est très grande, c'est-à-dire que la composition fibrillaire d'un muscle, d'un individu à l'autre, est très changeante (et même d'un muscle à un autre muscle chez le même individu). Certains sont favorisés par la nature. Chez les sprinters de niveau mondiale, la proportion de fibres rapides dans les muscles des membres inférieurs peut aller jusqu'à 80% voir plus. Chez les athlètes d'endurance, c'est tout à fait l'inverse.



Certaines études ont démontrées que la possibilité de modification et de conversion d'un type de fibre à un autre soit possible



**Figure N° 02 : Différentes possibilités de transformations des fibres musculaires selon Howald cité par (Hellard, 1999).**

C'est-à-dire fibres rapides vers fibres lentes grâce à un entraînement d'endurance approprié, l'inverse semble plus problématique.

En tout état de cause, il est probable que (pour un haut niveau de performance) par un entraînement spécifique, il puisse y avoir une conversion des fibres de type IIb vers les fibres de type IIa (par augmentation des mitochondries et du système de stockage d'enzyme aérobie). (Jean Ferré, 2009).

### **2.3. Le mécanisme de raccourcissement des fibres musculaires :**

Lorsqu'ils sont stimulés, les filaments d'actine et de myosine s'interpénètrent en glissant les uns contre les autres. Ce mouvement est réalisé grâce à l'action de traction qu'exercent les ponts de myosine lorsqu'ils s'attachent sur les filaments d'actine. Après liaison, les ponts de myosine se raccourcissent brusquement ce qui a pour effet de tirer les deux filaments en sens contraire. Cette action se produit simultanément dans des milliers de fibre musculaire ce qui entraîne une traction puissante sur les tendons.

Puisque l'endurance et la vitesse du nageur dépendent de sa capacité à produire de la force et de l'énergie, une partie des repenses individuelle de performance peut être attribué aux caractéristiques des muscles des bras et des jambes.

Grace aux progrès de la technologie réalisée au cours de ces trente (30) dernières années, il est maintenant possible d'obtenir des échantillons de tissu musculaire des nageurs avant, après et même pendant l'exercice en utilisant la biopsie à l'aiguille.

**Tableau 3 : Muscles intervenants lors de chaque phase du trajet moteur en natation (Cazorla, 1993).**

Muscles	Emplacement	Phase de propulsion
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grand pectoral</li> <li>- Grand dorsal</li> <li>- Rymboïdes</li> <li>- Trapèze</li> <li>- Portion antérieure du deltoïde</li> </ul>	Ceinture scapulaire	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Prise d'appui</li> <li>- Balayage vers l'extérieur et vers le bas</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Biceps</li> <li>- Brachial antérieur</li> <li>- Coraco brachial</li> <li>- Muscles supinateurs du bras et de l'avant bras</li> </ul>	Bras	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Traction ou balayage vers l'intérieur</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Portion moyenne et postérieure du deltoïde</li> <li>- Triceps</li> <li>- L'Ancône</li> </ul>	Partie postérieure du bras	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pousée ou balayage vers l'extérieur et vers le haut</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Extenseur des genoux</li> <li>- Fléchisseurs de la hanche</li> </ul>	Chef du quadriceps	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Battements vers le bas</li> <li>- Battements vers le haut en Dos</li> <li>- Extension du genou en brasse</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Muscles Ischio-jambier</li> </ul>	Jambe	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Battement vers le haut et extension de la jambe en brasse</li> <li>- Extension de la hanche lors des départs et virages</li> </ul>

### 3. Caractéristiques du 50 m nage libre :

#### 3.1. L'entraînement des sprinteurs :

Les sprinteurs sont les nageurs qui sont spécialisés dans les deux plus courtes distances de course en natation à savoir le 50 et 100m.

La puissance musculaire est une qualité obligatoire pour ces nageurs. Une bonne endurance de base va leur permettre de s'entraîner plus intensément plus tard dans la saison, d'autre part, l'entraînement aérobie va augmenter les réserves de glycogène

musculaire et permettre une plus grande utilisation des réserves de graisses pendant les entraînements d'endurance. Ces deux changements vont réduire la consommation du glycogène musculaire pendant l'entraînement de sorte que des séries plus longues, comprenant d'avantage de répétitions, pourront être effectuées sans que le nageur soit épuisé. La troisième raison est que l'entraînement en endurance va raccourcir les délais de récupération entre les répétitions à l'entraînement et entre les courses en compétition.

Il est particulièrement important d'inclure des quantités supplémentaire d'entraînement de sprint dans les périodes de préparation générale et spécifique pour éviter des pertes significatives de vitesse pendant ces périodes a fort kilométrage de nage (Pedroletti, 1996).

Les sprinteurs doivent passer plus de temps dans les entraînements en résistance, dans l'eau comme à sec. A sec, ça peut être sous forme d'entraînement de musculation, de circuit-training ou d'entraînement au banc de natation. Quelle que soit la forme d'entraînement, l'accent doit être mis sur l'amélioration de la puissance musculaire et de l'endurance anaérobie. Dans ce but, les combinaisons entre les séries et les répétitions doivent varier. Certains entraînements doivent inclure un petit nombre d'exercice maximaux, exécuté à grande vitesse pour plusieurs séries. Par exemple, 3 à 6 séries de 10 à 12 répétitions sont un bon équilibre. Dans d'autres exercices, l'accent doit porter sur un exercice de 20 à 40 s à chaque fois, effectué 3 à 5 fois, avec un rythme d'exécution identique ou supérieur au rythme de nage utilisé en compétition.

Le rythme et l'ampleur des mouvements doivent être suivis avec attention au cours de ces séances de sprint. Les nageurs doivent consciemment essayer de conserver les rythmes de course, tout en maintenant la plus longue brassée possible, sans baisser le rythme (Pedroletti, 2013).

Les sprinteurs peuvent s'entraîner deux fois par jours sans devenir surentraînés. De même, ils peuvent également s'entraîner qu'une fois par jour sans être sous-entraînés. L'équilibre de leur entraînement et les systèmes de surcharge qu'ils utilisent sont des notions beaucoup plus importantes que le nombre de séances d'entraînement par jour. On parlera alors plus d'un entraînement de qualité.

### **3.2. Les différentes formes de manifestations de la force en natation :**

Avant de procéder à une subdivision plus spécifique des modalités de la force, il faut noter qu'en principe, la force et ces différentes formes de manifestation peuvent être considérées sous l'aspect général ou spécifique.

La force n'apparaît jamais, en natation, sous une « forme pure » abstraite, mais constamment comme une combinaison, ou plus ou moins comme un mélange des facteurs physiques conditionnels de la performance. (Weineck, 1992)

En se référant à l'aspect musculaire on peut parler distinctement de :

- La force statique : lorsqu'il s'agit de la force que peuvent exercer les muscles sans qu'il y ait modification de leurs longueurs.
- La force dynamique : lorsqu'il s'agit de la force que les muscles exercent au moment où la longueur de ceux-ci est modifiée.

Pour assurer un équilibre relatif dans l'eau, pour se mouvoir et pour se rééquilibrer, le nageur est confronté à une multitude de force relative au milieu pour ne citer que la poussée d'Archimède, la force de frottement ...etc. Le nageur pour se mouvoir doit vaincre toutes ces forces.

### **4. Développement de la puissance-force :**

Etant donné que la force dans ces diverses modalités de manifestation (force maximale, force vitesse et force endurance) représente dans presque tous les sports un facteur déterminant de la performance plus ou moins important, il faut accorder un rôle important à son développement spécifique en fonction d'une discipline déterminée. Ceci est d'autant plus vrai, que certaines habiletés gestuelles de la technique sportive ou, de moyens et méthodes d'entraînement, ne peuvent être réalisés sans un certain niveau de force. Le niveau de force influence immédiatement l'efficacité du processus d'entraînement à moyen et à long terme, en développant les différentes capacités de la performance sportive (Weineck, 1997).

L'accélération du bras dans l'eau ne peut être importante car l'eau présente une résistance importante au déplacement. L'explosivité visible durant la foulée de course au

contact du sol est impossible pour la main et le bras dans l'eau de sorte que le trajet du membre supérieur est progressivement accéléré et non explosif. Considérant cette particularité aquatique il faudra surtout insister sur les qualités de Puissance-Force plutôt que de Puissance-Vitesse durant un programme de musculation adapté à la natation. Pratiquement il faut choisir des charges proches de 90 à 95% de la charge maximale ou 1RM et répéter 3 à 6 fois l'exercice par série. La durée de la récupération entre les séries est importante, de 3 à 5 minutes.

L'entraînement musculaire avec élastiques ou bancs convient parfaitement en natation car l'importance de la charge augmente durant l'exécution du mouvement tout comme la résistance aquatique augmente durant le mouvement du bras sous l'eau; il est par contre un peu délicat d'étalonner correctement cette charge. Enfin l'aménagement du matériel, surtout pour les chaines, ainsi que les attaches des élastiques doivent faire l'objet d'un soin tout particulier.

## **5. La force :**

### **5.1. Définition :**

Formuler avec précision une définition de la « force » qui embrasse à la fois aspects physiques et psychiques, à l'inverse de la définition des physiciens, présente des difficultés considérables, car les modalités de la force, du travail musculaire, de la contraction, ...etc sont extraordinairement complexes et relèvent d'une multiplicité de facteurs.

(Letzelter, 1990) définit la force musculaire comme étant « la tension qu'un muscle ou plus exactement qu'un groupe musculaire peut opposer à une résistance en un seul effort maximal».

(Cometti, 2013), retient plusieurs aspects et considère que la force est une « aptitude propre à développer un effort contre une résistance en une seule contraction d'une durée non limitée ».

Toute contraction musculaire est productrice de force, cette force peut être employée pour maîtriser ou compenser des résistances.

Pour réaliser une action motrice, il s'avère nécessaire de déplacer au moins un segment du corps ayant un petit ou un grand poids.

Le mouvement implique la modification de l'inertie du segment respectif, ce qui ne peut pas se réaliser qu'à travers une force déterminée par la contraction ou relâchement d'un ou plusieurs muscles.

Du point de vue biomécanique, la force est la source de toutes les modifications ou déformation des mouvements et elle est définie comme le produit d'une masse par sa vitesse  $F = m \cdot V$  ( $a$  : accélération  $\approx$  Vitesse).

La force permet de produire du mouvement ou un travail dépendant de la grandeur du déplacement ou encore des tensions et des pressions.

Avant d'énumérer plus spécifiquement les modalités de la force, il faut noter les deux majeurs aspects qui sont : la force générale et la force spécifique.

## **5.2. La force générale :**

C'est la manifestation de tous les groupes musculaires indépendamment de la discipline sportive.

## **5.3. La force spécifique :**

C'est la manifestation des groupes musculaires qui sont directement concernés dans la discipline sportive.

## **5.4. Types de force :**

On distingue trois types de forces selon l'importance et la durée de l'intervention :

### **5.4.1. La force maximale :**

La Force maximale est la force la plus grande que l'on peut développer par une contraction volontaire. Elle renvoie donc à une charge que l'on peut soulever une fois ou un nombre réduit de fois. On parlera de RM répétition maximale : 1RM = 1 répétition max ;

3 RM = 3 répétition maximale. (La charge sera donc différente).

Dans la force maximale, on distingue une force maximale statique et une force Maximale dynamique. La force maximale statique est selon Frey in (Weineck,1997) la force la plus grande que le système neuromusculaire peut exercer par contraction volontaire contre une résistance insurmontable ; la force maximale dynamique est la force la plus grande que le système neuromusculaire peut réaliser par contraction volontaire au cour d'un développement gestuel. La force maximale statique est toujours plus grande que la force dynamique, car une force maximale ne peut intervenir que si la charge (charge limite) et la force de contraction du muscle s'équilibrent (Ungerer, 1970). in (Weineck,1997).

La force maximale dépend des facteurs suivants :

- Section physiologique transversale du muscle,
- Coordination intermusculaire (entre les muscles qui coopèrent à un mouvement donné) Muscle agoniste et muscle antagoniste.
- Coordination intramusculaire (au sein du muscle) unités motrices.

#### **5.4.2. La force endurance :**

L'endurance- force est selon (Harre, 1976) la capacité de résistance à la fatigue de l'organisme en cas de performances de force de longue durée. (Les critères de L'endurance-force sont l'intensité du stimulus « en % de la force maximale de contraction » et l'amplitude du stimulus « somme des répétitions ». La modalité de la mobilisation d'énergie résulte alors de l'intensité de la force, de l'amplitude du stimulus, et de la durée du stimulus.)

Pour (Cometti & coll, 1989) c'est la capacité de résistance de la musculature à la fatigue lors d'un effort prolongé ou répétitif (statique et dynamique).

### 5.4.3. La force vitesse :

Est la force nécessaire pour déplacer le corps, des segments du corps ou des objets à la vitesse la plus grande possible. Elle est surtout fonction de la coordination intramusculaire. Verkhochansky, cité par (Weinek, 1992), la définit comme « la force maximale pouvant être développée pendant une limite de temps».

- La force vitesse pour (Helgo et Letzelter, 1990) est caractérisée par la capacité qu'a le système neuromusculaire de surmonter des résistances avec la plus grande vitesse de contraction possible (Weinek, 1990)
- La force- vitesse recouvre la capacité qu'a le système neuromusculaire de surmonter des résistances avec la plus grande vitesse de contraction possible (Harre, 1976 ; Frey, 1977).

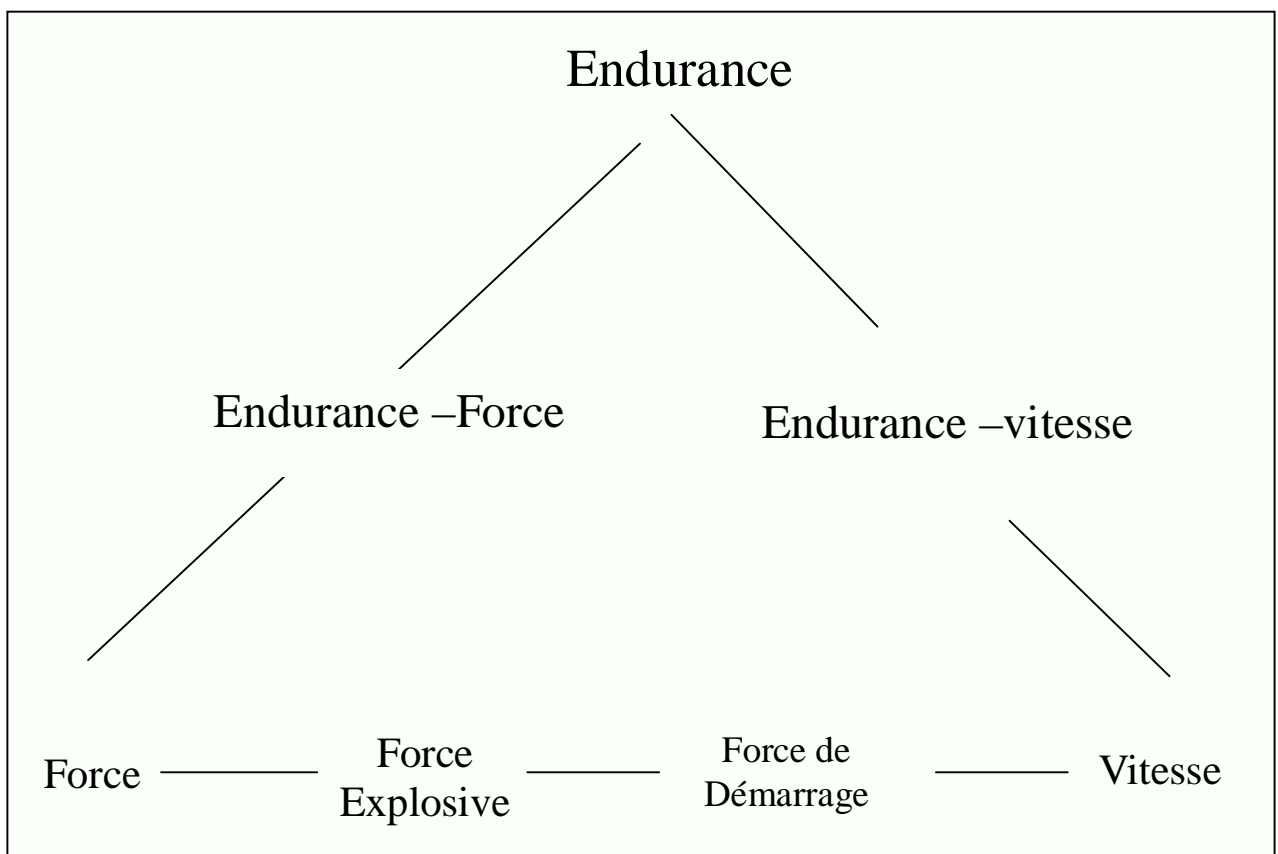


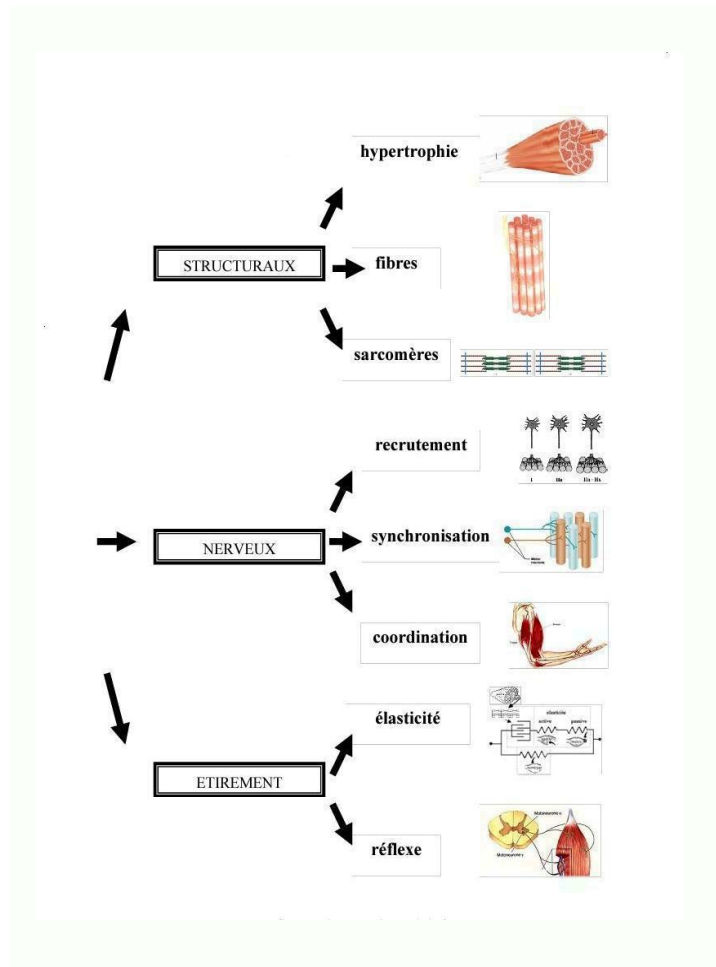
Figure N° 03 : Les trois principales formes de la force (Weineck, 1997)



### 5.5. Les mécanismes de la force :

La possibilité pour un athlète de développer une force importante dépend de différents facteurs qui sont schématisés sur la figure (2). Ils sont de trois ordres:

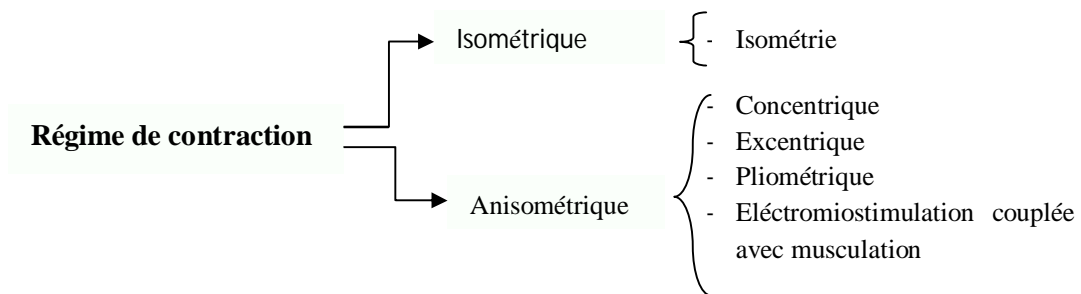
- Structuraux : touchant à la composition même du muscle
- Nerveux : concernant l'utilisation des unités motrices
- En rapport avec l'étirement : lequel potentialise la contraction.



**Figure 4: mécanismes de la contraction musculaire (Jean & Philippe, 2009)**

## 5.6. Les régimes de la contraction musculaires :

Les méthodes de musculation sont parfois liées aux différents régimes de contraction du muscle étant debout, avec une boule de pétanque dans la main droite, vous fléchissez le coude, votre biceps se contracte, ses insertion se rapprochent, vous êtes en "concentrique". vous redescendez doucement le bras, votre biceps est contracté mais il relâche sa tension afin de laisser la boule descendre et il freine cette descente, vous êtes en "excentrique". Les insertions du muscle s'éloignent. Durant la descente, a mi-chemin, vous stoppez et restez immobile, Le muscle travaille toujours en statique c'est "l'isométrie". Pour expliquer des méthodes de musculation nous pouvons exploiter les régimes de contraction que le muscle offre selon (Reiss, 2013) :



**Figure N° 05 : Les régimes de contractions musculaires (Reiss, 2013).**

### A- Le régime concentrique (méthode positive) :

La musculation classique est essentiellement basée sur ce principe, le concentrique pure (avec machine ou aide extérieure). On parle d'action concentrique lorsque le muscle se contracte et se raccourcit, les insertions se rapprochent, le muscle "se concentre".

#### Avantages :

- Il agit sur les facteurs nerveux en sollicitent pour une tension donné, un grand nombre d'unités motrices, il se révèle efficace a l'échauffement.
- Il a peu d'action sur les structures passives du muscle et n'entraîne presque pas de courbatures.

**Inconvénients :**

- Grand consommateur d'énergie métabolique comparé aux autres modes.
- Grand consommateur d'énergie nerveuse (innervation motrice).
- Peu efficace pour l'hypertrophie musculaire.
- Il n'est pas le régime de contraction principal des activités physiques et sportives.

**B- Le régime excentrique (méthodes négative) :**

Les activités musculaires sont essentiellement excentriques ou basées sur le cycle étirement/ détente, ce qui est à l'origine de son fonctionnement dans l'action de résistance à une charge, les insertions s'éloignent, la raideur des tendons augmente par l'augmentation de la densité du collagène.

**Avantages :**

- Il accroît la raideur musculaire active, permettant ainsi une plus grande efficacité du cycle "étirement/raccourcissement" et de la force explosive réactive.
- Il prédispose la réponse concentrique par facilitation de la boucle myotatique.
- Il permet de générer des tensions de 30 à 50% supérieures à la force maximale isométrique volontaire.
- Il diminue le temps de couplage "excentrique/concentrique" d'un geste pliométrique.
- Il améliore la force concentrique après restructuration des stries Z et augmente la densité du collagène tendineux.
- Il est un peu moins consommateur d'énergie métabolique que le concentrique.
- Il optimise la sollicitation nerveuse grâce à l'utilisation d'une seule et unique stratégie de recrutement.
- Il a peu d'effet sur le volume musculaire.

**Inconvénients :**

- Courbature musculaire intense, les vitesses (durées) de récupération et de surcompensation sont plus au moins longues selon les tensions créées et le niveau d'entraînement.
- Risque de lésions musculaires ou tendineuses en cas d'entraînement mal adapté.

**C- Le régime isométrique (méthode statique) :**

Même dans l'utilisation de l'isométrie, nous pouvons visualisés deux manière de faire. Lors d'une phase de descente en flexion de jambes avec arrêt, nous pouvons parlés d'isométrie à sollicitation excentrique ainsi que l'inverse ou nous parlerions d'isométrie à sollicitation concentrique.

**Isométrie à sollicitation excentrique :**

Il s'agit de maintenir une position dans la phase excentrique d'un mouvement. Nous pourrions envisagés de voir ce genre de situation en aval d'un futur travail excentrique.

**Isométrie à sollicitation concentrique :**

Il s'agit de maintenir une position en dessous de l'angle optimale dans la phase concentrique d'un mouvement, cet exercice peut être considéré comme un étirement tendineux.

**Avantages :**

- Les exercices isométriques sont faciles à mettre en place.
- L'augmentation de la force se fait principalement dans la position angulaire travaillée ; cela peut être intéressant pour travailler un angle faible ou au contraire l'angle dans lequel le sportif a besoin de force.
- Il augmente la raideur musculaire, ce qui est utile dans les sports explosifs.
- Il développe une force supérieure (10%) à la force maximale concentrique.
- Il permet un recrutement massif d'unités motrices.

**Inconvénients :**

- Il ne peut être utilisé seul pour des raisons de spécificité et de force.
- Il ne permet pas d'hypertrophie importante.
- Il est défavorable aux coordinations intermusculaires.
- Des courbatures importantes mais inférieur à l'excentrique.

**D- La pliométrie (méthode ressort) :**

La pliométrie ou cycle étirement/raccourcissement (stretch/shortening cycle) est le régime de contraction qui utilise à la fois l'excentrique, l'isométrique et le concentrique. Pour effectuer un saut en hauteur, spontanément, nous allons tous

effectués une phase excentrique rapide afin de provoquer un amortissement qui aura pour effet de laisser plus de temps à la force de s'exprimer. De plus, cette phase rapide va exercer un réflexe dit myotatique qui allié à la remonté concentrique, permettra aux muscles de produire plus de force. C'est le régime utilisé dans la plupart de nos activités quotidiennes et sportives.

**Avantages :**

- Il développe une force supérieure à la force maximale volontaire.
- Il diminue le temps de couplage "excentrique/concentrique".
- Il améliore les coordinations intermusculaires.
- Il facilite la synchronisation de l'activité musculaire et l'activité myotatique par réduction des inhibitions.
- Il correspond aux gestuelles de l'ensemble des activités physiques.
- Il n'a pas d'effet sur le volume musculaire.

**Inconvénients :**

- Demande un travail initial de préparation musculaire pour le travail pliométrique intense.
- Nécessite un bon niveau.

## **6. Entraînement de la force**

### **6.1. Définition :**

L'évolution de la force individuelle d'un sprinter de haut niveau suffit à montrer que le degré d'efficacité des capacités de force ne se manifeste pas en soi mais uniquement en corrélation avec le niveau de performance, la force maximale et les temps enregistrés s'améliorent d'abord presque parallèlement, mais par la suite l'augmentation supplémentaire de la force maximale ne s'accompagne plus d'une amélioration équivalente de la performance.

### **6.2. Objectif général :**

« Plus la force endurance est développée, mieux on peut entraîner la force vitesse et la force maximale » (Letzelter, 1991).

La distinction entre l'entraînement général de la force et l'entraînement spécifique de la force n'est certes pas toujours très facile, mais elle revêt une certaine importance

parce que dans l'entraînement général de la force, les objectifs sont fixés, tandis que dans l'entraînement spécifique, ils doivent toujours être déterminés à partir de tests scientifiques et expérimentaux. Les objectifs de l'entraînement général de la force sont indépendants du sport pratiqué et ont leurs propres fonctions dans le sport servant uniquement l'entretien de la force spécifique. L'entraînement général de la force vise une large base avec le développement de toutes les capacités de force jusqu'à atteindre un niveau optimal. Si l'on privilégie parmi elles la force endurance sans ses différents aspects, c'est uniquement pour obtenir une grande capacité de travail.

La force est une condition élémentaire de toute activité sportive, un niveau minimal est toujours indispensable. Celui-ci dépend d'un côté de la discipline sportive, de l'autre de la catégorie de performance. Le rôle de la force varie d'une discipline à l'autre et son importance se modifie avec l'évolution de la performance.

Dans les disciplines comme la natation ou la gymnastique, l'haltérophilie ou la lutte, la force est un objectif global. Il est vrai, que cela varie avec l'amélioration de la technique et peut même varier dans les deux sens.

A première vue, la définition des objectifs de l'entraînement dans les différentes disciplines paraît simple : le sprinter a besoin de force de sprint, le sauteur a besoin de force de saut, le lanceur de force de lancer, de la même manière le boxeur a besoin de la force de frappe et d'endurance de la force de frappe, le joueur de football de la force de sprint, de force de tir et de force de saut. Ces répartitions résultent de considérations techniques, reposant sur les observations effectuées en compétition.

L'entraînement de la force produit des adaptations morphologiques, organiques et fonctionnelles, l'organisme réagissant aux stimuli moteurs selon la loi qualitative de l'entraînement (Delavier, 2013) :

[Les méthodes et les contenus de l'entraînement déterminent la nature de l'adaptation, autrement dit la nature de l'entraînement de la force détermine la nature de l'adaptation].

Il faut ajouter à cette loi qualitative, la loi quantitative qui nous dit :

[Au fur et à mesure que la force augmente, les activités de l'entraînement doivent toujours être augmentées pour obtenir des résultats moindres]

Le principe de la spécialisation croissante est lié à la loi qualitative et signifie en l'occurrence que :

[Pour un faible niveau de qualification, les adaptations sont d'ordre général, tandis qu'avec l'amélioration de la technique, les adaptations deviennent plus spécifiques]

### **6.3. Programmation et conduite de l'entraînement de la force :**

L'entraînement systémique de la force obéit à des règles biologiques et pédagogiques. Pratiquement tous les principes de l'entraînement sportif valent fondamentalement aussi pour toute programmation de l'entraînement de la force. Ils ne valent pas isolément et ne s'appliquent pas séparément les uns des autres, mais se complètent et s'influencent mutuellement (Letzelter, 1990).

### **6.4. Les principes de l'entraînement de force :**

- 1- Principe de la relation optimale entre charge et récupération et principe de super compensation ;
- 2- Principe de la charge progressive ;
- 3- Principe de la programmation à long terme ;
- 4- Principe de la programmation périodique ;
- 5- Principe de la relation optimale entre formation générale et formation spécifique et spécialisation croissante ;
- 6- Principe de la variation des charges ;
- 7- Principe de la programmation en fonction du développement ;
- 8- Principe d'individualité ;
- 9- Principe de durabilité ;
- 10- Principe de l'efficacité de la programmation et des contrôles.

### **6.5. Les facteurs d'entraînement qui agissent sur l'augmentation de la force :**

#### **1- Gain de la force en fonction de la période d'acquisition :**

Adam et Werchoshanskij cité par (Weineck, 1997) ont constaté que la force acquise se maintenait plus longtemps lorsqu'elle était le résultat de l'augmentation de la masse musculaire que lorsqu'elle provenait de l'amélioration de l'innervation des unités motrices et de la coordination intramusculaires.

**2- Gain de force en fonction du niveau initial :**

Le gain de force suit une courbe, il peut être apprécié en fonction du niveau initial. Au cours du processus d'entraînement, le gain de force varie, d'abord une forte progression au début pour se ralentir et enfin atteindre une limite naturelle qui représente la force maximale individuelle, bien sûr qui va finir par régresser avec le vieillissement.

**3- Gain de force en fonction de l'amplitude de la contraction musculaire :**

Les contractions musculaires de force maximale produisent un accroissement de la force plus rapide et plus important que la contraction submaximale selon les études de (Groh, Karl et Rucker) cité dans (Weineck, 1997).

**4- Gain de force en fonction du volume de travail :**

L'amélioration de la performance n'est pas une fonction linéaire du volume d'entraînement. Toutefois un volume d'entraînement important permet une amélioration de la performance plus rapide qu'un entraînement de moindre volume.

**5- Gain de force en fonction de la qualité de l'entraînement :**

La qualité de l'entraînement se définit entre autre par le rapport intensité/volume. L'accession à la force maximale dans les meilleurs délais dépend plutôt de l'intensité que du volume. Ainsi que l'a montré (Mellerowicz, 1972) par une expérience sur des jumeaux, l'augmentation de la performance est plus importante pour un entraînement d'intensité élevée et de faible volume que pour l'inverse pour une somme de travail totale identique.

**6- Gain de force en fonction de la fréquence de l'entraînement :**

La fréquence des entraînements revêt une grande importance pour accélérer le processus d'accroissement de la force. (Hetteinger, 1966) a pu montrer que pour un entraînement isométrique, le gain de la force est de 56% le jour même, de 39% le jour suivant et il continue ainsi jusqu'au septième jour avec un effet de l'ordre de 0.6%.



**7- Gain de force en fonction des méthodes et des modalités d'entraînement :**

Toutes les méthodes d'entraînement n'ont pas un effet aussi rapide sur l'accroissement de la force. Les méthodes qui conduisent à un rapide accroissement de la force sont surtout celles qui produisent sans hypertrophie une rapide amélioration de la performance neuromusculaire. Ce sont essentiellement les méthodes reposant sur une sollicitation explosive, plyométrique ou excentrique avec des sommets de charge élevés. Une seule unité d'entraînement de ce type, peut produire une augmentation de la force. Elles sont préconisées à la veille d'une compétition pour leurs effets d'excitation.

**8- Gain de force en fonction de l'emploi et de la succession des contenus ;**

D'après (Adam et Werchoshanskij, 1974), la cohérence de l'ordre dans lequel se succèdent les contenus d'entraînement modifie l'effet et la qualité de la force qui ont résulté. Un exercice intensif et bref avec une barre d'haltérophilie sur les épaules suivi d'exercices de saut sur place sans charge assure l'amélioration de l'impulsion avec effet plus sensible que les mêmes exercices dans l'ordre inverse.

**9- Gain de force en fonction des effets controlatéraux et des contractions agonistes :**

Lors d'un entraînement du bras droit par exemple, l'effet de controlatéralité provoque aussi une augmentation de la force du bras gauche (Shaver, 1970). Il faut noter toutefois qu'il n'y a d'augmentation sensible de la force du côté opposé qu'à partir du moment où le côté qui travaille s'entraîne à un niveau de force maximal,

**10- Gain de force en fonction des endogènes :**

Les effets de l'entraînement et l'amélioration de la performance sont déterminés par l'âge, le sexe et la constitution physique, un sujet de type athlétique avec une section musculaire plus importante et par conséquent un plus grand nombre de fibres musculaires, en particulier fibres rouges, obtiendra toujours une amélioration de sa performance de force plus rapidement qu'un sujet de type asthénique,

## **11- Gain de force en fonction de facteurs exogènes :**

L'un des facteurs exogènes qui joue un rôle très important dans l'acquisition de la force est l'alimentation, Elle apporte au quotidien les protéines et surtout les acides aminés essentiels dont le corps n'est pas en mesure de produire par lui-même ; Selon (Hettinger, 1986) la variation du niveau de force durant la saison peut être expliqué aussi par l'exposition aux rayons ultra-violets qui ont un effet bénéfique sur l'accroissement de la force.

## **6.6. Le diagnostique de la force :**

La programmation d'un entraînement de la force suppose une information substantielle sur le niveau de force et des processus de contrôle. Le diagnostique de la force revêt deux fonctions qui sont liées entre elles et ne demande pas l'utilisation de processus différent :

- Le diagnostique des points forts et des points faibles (diagnostique de la performance).
- L'évaluation des résultats des entraînements (le volet pratique et analytique).

L'entraîneur à besoin de savoir en quoi réside les qualités et les faiblesses de ces sportifs, et il doit pouvoir contrôler les résultats de son entraînement, selon les forces et les faiblesses, selon la réussite ou les échecs, il modifié la programmation ou il se maintien au contraire sur la même voie.

## **6.7. Mesure de la force :**

En tant que facteur de la condition physique la force se mesure par deux méthodes : la dynamométrie et la méthode des testes sportifs.

Toutes les performances de force demandent un effort de volonté, elles dépendent donc beaucoup de la motivation, les testes de force ne sont d'une objectivité suffisante que lorsque leurs exécutions, leurs notations et leurs interprétation sont normalisés. Notation et interprétation ne posent pratiquement pas de problèmes, en revanche le déroulement ne correspond pas toujours aux exigences d'objectivité. Les testes de forces sont objectifs, lorsque les résultats ne dépendent en aucune façon de celui qui les faits passer (examineur).

## **6.8. Entraînement de la force :**

En grandissant, les enfants peuvent soulever des charges plus lourdes, sauter plus haut et plus loin, répéter un plus grand nombre de fois l'exercice de traction à la barre, effectuer un nombre plus grand de flexion en appui faciale sur les bras. On observe tout au long de la période scolaire des modifications résultant de l'âge et des différences d'évolution liée au sexe. Ces modifications ne suivent pas une évolution linéaire, elles se produisent par à coup, il y a des pics et des creux, des périodes de gros progrès et des périodes de faible progrès (Weineck, 1983).

Le développement de la force revêt une importance capitale pour le perfectionnement technique et la possibilité de réussir en sport : l'exécution d'exercices techniques demande un développement minimum de la force avec un niveau de force plus élevé, on peut tester et apprendre des exercices de niveau technique et de difficulté plus élevé. La baisse de niveau de force se fait sentir avec l'âge. Le développement de la force ne se fait pas de façon uniforme, les différentes capacités de force ne se développent pas parallèlement. L'évolution est positive dans l'enfance et dans la jeunesse, négative à partir de la quatrième et cinquième décennie d'après (Seve, 2009).

En gros, la courbe du développement de la force passe par trois phases :

- Montée de la force dans l'enfance et la jeunesse ;
- Stabilisation du niveau de force au début de l'âge adulte ;
- Baisse du niveau de force au milieu et vers la fin de l'âge adulte.

### **6.8.1. Entraînabilité de la force :**

Il est important de préciser que chez un même individu, la force est proportionnelle au diamètre de la fibre musculaire. Un biceps plus gros est plus fort. Les leviers, le type de fibre, la qualité du tissu conjonctif, ...etc. peuvent donner des potentiels de force différents. L'hypertrophie est le résultat d'une prolifération de la synthèse protéique induite par le stress de l'exercice. Ce stress est bénéfique puisqu'il améliore le potentiel énergétique de l'organisme, la tolérance à l'effort et la performance musculaire. Les protéines sont anabolisées et catabolisées continuellement, mais la balance dans une direction est fonction de l'organisme. Les besoins en acides aminés sont nécessaires pour l'anabolisme. La réponse à une charge de

travail est très individuelle, c'est la notion d'entraînabilité (Reiss, 2013).

[Les gains de force suite à l'entraînement sportif sont par définition à considérer en fonction du niveau de performance de départ, que se soit sur le plan de la force maximale, de la force vitesse ou de la force endurance]

De là découle la loi quantitative de l'entraînement et le principe de la charge progressive. Les débutants obtiennent rapidement d'important gain de force, alors que les athlètes fortement entraînés doivent « se contenter de gain minime en dépit d'un volume de travail considérable ».

Dans « le circuit d'entraînement », on distingue quatre méthodes d'entraînement fonctionnelles, si l'on y ajoute « la méthode de compétition et de contrôle », on peut définir en tout cinq méthodes d'entraînement :

- a) Méthode continue.
  - b) Méthode extensive par intervalles.
  - c) Méthode intensive par intervalles.
  - d) Méthode par répétition.
  - e) Méthode de compétition et de contrôle.
- Ces méthodes se distinguent exclusivement par les différences de charges (normes de charge), autrement dit en fonction des critères suivants :
    - Intensité d'excitation.
    - Durée d'excitation.
    - Fréquence des excitations.
    - Densité d'excitation.
    - Volume de l'excitation
    - Le repos entre les excitations
  - Les éléments sont dans un rapport d'interaction, dès lors que l'on modifie une norme de charge, si l'on veut que la charge globale de même constante, il faut réviser et en partie modifier les autres.

### 6.8.2. Méthodes de développement de la force :

Le problème de toutes les méthodes d'entraînement peut se résumer en une seule phrase : Avec quelle intensité, avec quelle durée, avec quelle fréquence, et à quels intervalles le sportif doit-il sauter, soulever une charge, lancer un objet ou prendre un départ ?

Il existe un nombre infini de possibilités de pratiquer le développement de la force. Nous vous proposons selon (Reiss, 2013) les méthodes plus connues et en rapport avec un régime de contraction musculaire dominant :

**N.B :** La légende suivante est valable pour l'ensemble des méthodes.

RM : Répétition maximale

r : Nombre de répétition

R : Repos

min : Minute

#### 1) Méthode volontaire (concentrique) :

Cette méthode doit se pratiquer avec un partenaire ou sur machine guidée. La phase excentrique doit être la plus assistée possible.

- Caractéristique de la charge : 6r (60%) x 3 séries, R = 3min
- La récupération après ce genre de travail est relativement rapide.

#### 2) Méthode proposée par (Zatsiorsky, 1966) :

Il nous propose trois méthodes simples où la qualité de l'exécution prime, il recommande de rechercher la vitesse maximale, surtout durant la phase concentrique du mouvement.

##### a- Méthode d'effort répété :

- Caractéristique de la charge : 6RM (83%) x 3 séries, R = 3min
- La récupération après ce genre de travail est relativement moyenne.

##### b- Méthode d'efforts maximaux :

- Caractéristique de la charge : 3RM (89%) x 3 séries, R = 3min
- La récupération après ce genre de travail est relativement moyenne.

**c- Méthode dynamique :**

- Caractéristique de la charge : 6r (50%) x 3 séries, R = 3min
- La récupération après ce genre de travail est relativement moyenne.

**3) Méthode bulgare classique :**

Le bulgare ou le contraste de charge demande d'enchaîner les deux formes de travail sans temps de repos, juste le temps de décharger.

**a- Bulgare classique :**

- Caractéristique de la charge : {3r (85%) + 6r (50%)} 3 séries, R = 3min
- La récupération après ce genre de travail est relativement moyenne.

**b- Bulgare intense :**

- Caractéristique de la charge : {3RM (89%) + 6r (50%)} 3 séries, R = 3min
- La récupération après ce genre de travail est relativement longue.

**4) Méthode stato-dynamique 1 temps (isométrique) :**

C'est un travail équivalent au travail des charges lourdes par son intensité, mais sa charge moyenne permet une bonne récupération. Descendez en amplitude, amorcer la phase concentrique puis marquez un temps d'arrêt de 3 secondes avant de reprendre la phase concentrique le plus vite possible.

- Caractéristique de la charge : 6r (70%) x 3 séries, R = 3min
- La récupération après ce genre de travail est relativement très rapide.

**5) Méthode isométrique totale :**

Tenir 20 secondes en statique, nous conseillons de faire 6 sauts après la pause de la barre ou 6 mouvements dynamiques.

- Caractéristique de la charge : 20 secondes en flexion (70%) x 3 séries, R = 3min
- La récupération après ce genre de travail est relativement longue.

**6) Méthode stato-dynamique 2 temps (isométrique) :**

Même chose que la stato 1 temps mais avec 2 temps d'arrêt.

- Caractéristique de la charge : 6r (60%) x 3 séries, R = 3min
- La récupération après ce genre de travail est relativement longue.

### 7) Isométrique maximale (isométrique) :

Un bon travail isométrique consiste à pousser sur une barre déjà position dans un angle souhaité, nous conseillons 170% de votre max, travail dangereux (difficile), à ne pas faire chez les débutants.

- Caractéristique de la charge : 3RM (170%) x 4 secondes x 3 séries, R = 3min
- La récupération après ce genre de travail est relativement très longue.

### 8) Méthode bulgare excentrique (excentrique) :

Obligatoirement vous devez être assisté pour faire ce travail. Descendre assez rapidement, se faire aider par un partenaire pour la remontée. Travail réservé pour athlète confirmé.

- Caractéristique de la charge : 4RM (105%) x 1 séries,
- La récupération après ce genre de travail est relativement très longue.

### 9) Méthode pliométrique moyenne (pliométrie) :

Lors de la descente rapide, effectuez 3 ou 4 rebonds rapide en fin d'amplitude et remonté.

- Caractéristique de la charge : 8r (50%) x 3 séries, R = 3min
- La récupération après ce genre de travail est relativement moyenne.

## 7. Les forces de résistances en natation :

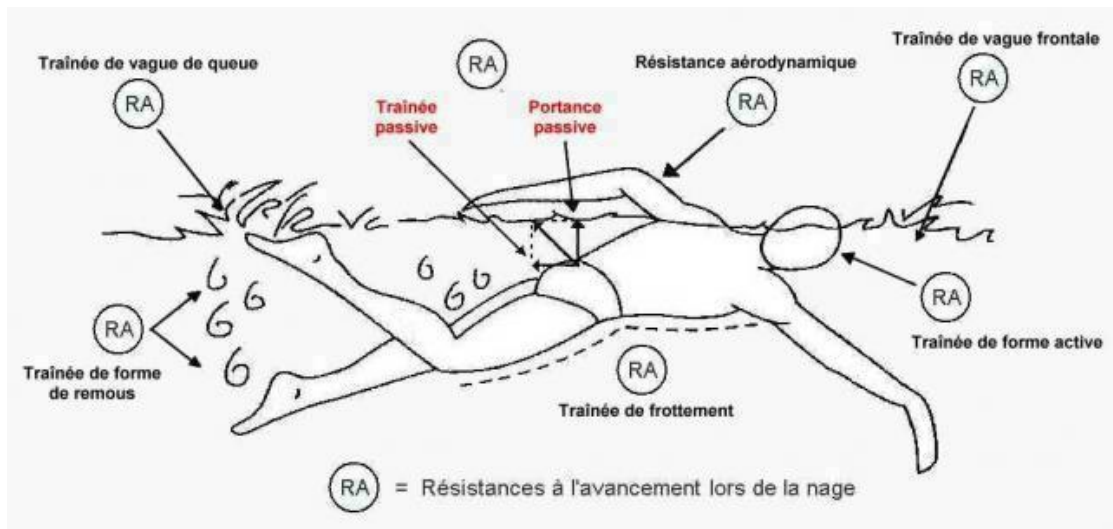
*«Le nageur doit créer des forces propulsives tout en cherchant à réduire les résistances à l'avancement dans le milieu aquatique » (Cazorla, 1994).*

### 7.1. Quelles sont les facteurs de résistances à l'avancement dans l'eau ?

Les résistances qui freinent le nageur sont liées à trois facteurs d'après (Chollet, 1997) :

- La vitesse de déplacement.
- La surface qu'il oppose à l'avancement (notion de maitre couple).
- La forme qu'il représente dans l'eau.

Counselman disait ; « l'énergie du nageur doit être consacrée à le propulser vers l'avant et non à le soulever hors de l'eau ».



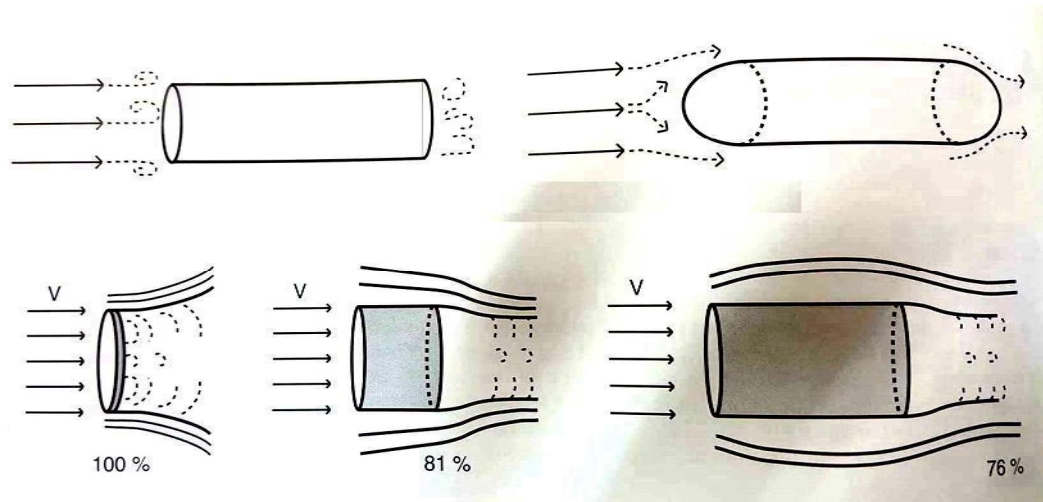
**Figure N° 06 : Représentant les différentes forces de résistances dans l'eau (Chollet, 1997).**

En effet, la résistance (R), ou trainée, est fonction des caractéristiques hydrodynamiques (Cx) et du carré de la vitesse ( $R=Cx V^2$ ). Le Cx dépend du coefficient de forme (K) et de la surface de maître couple (S) de sorte que  $R= KSV^2$ .

- 1- Effet de la vitesse :** plus la vitesse croit, plus les deux autres facteurs prennent de l'importance. Les variations de vitesse ont également des incidences directes sur les freinages du corps dans l'eau.
- 2- Effet de la surface du maître couple :** Cette surface représente la projection orthogonale du corps par rapport au déplacement sur un plan vertical. Par exemple, un nageur non-expert qui relève la tête pendant une coulée ventrale offre plus de résistance à l'avancement car il augmente la surface de maître couple. Il en est de même pour un nageur qui a un battement de jambes trop profond (ample).



**3- Effet de la forme :** Deux objets qui possèdent exactement la même surface de maître couple, mais qui n'ont pas la même forme, n'offrent pas les mêmes résistances à l'avancement.



**Figure N° 07 : Effet de la forme et force résistance (Chollet, 1997).**

Une coulée avec les bras tendus dans le prolongement du corps permet de parcourir une distance supérieure à une coulée bras le long des cuisses. En effet, la longueur du corps intervient également sur les résistances à l'avancement. Plus un corps est allongé, plus les résistances sont faibles.

## 7.2. Les différents types de résistances à l'avancement :

(Cholet, 1997), nous explique comment un nageur en déplacement est soumis à trois formes de résistances dans l'eau :

- Une résistance ou trainée de forme : elle dépend de la forme du corps du nageur liée aux mouvements verticaux ou latéraux, qui augmentent la surface antérieure (résistances frontales) mais également les surfaces postérieures intervenant négativement sur les aspirations (trainées de remous ou tourbillonnaires postérieures, encore appelées aspirations de queue).
- Une résistance ou trainée de vague : lorsqu'un corps se déplace à la surface d'un liquide, se produit une zone de turbulence provoquant des vagues dont les plus importantes sont la vague frontale à l'avant du corps et la vague de queue à l'arrière. Les vagues et les turbulences de l'eau créent une zone de haute pression qui freine de manière importante la progression du nageur.

- Une résistance ou trainée de frottement : lorsqu'un corps se déplace dans un fluide, les molécules du fluide les plus proches du corps adhèrent à celui-ci. Au fur et à mesure que ces molécules s'éloignent de la paroi corporelle, leur vitesse se modifie, passée une certaine distance, rejoint la vitesse du fluide dans l'écoulement extérieur du corps. La mince couche du fluide dans laquelle la vitesse se différencie s'appelle la couche limite, du fait que ces deux couches de fluide infiniment voisines ont des vitesses différentes, il en résulte des forces de viscosité importantes.

La résistance de trainée est liée à la modification de l'écoulement de l'eau autour du nageur, l'écoulement peut être soit laminaire, soit turbulent, les molécules composant l'eau s'écoulent en flux linéaires et homogènes (laminaires). Cet écoulement, lorsqu'il est laminaire, engendre peu de freinage car les molécules d'eau glissent sans perturbation des lames qui s'écoulent, quand ces flux laminaires sont confrontés à un obstacle, comme le corps d'un nageur, les molécules se répartissent de manière non homogène dans toutes les directions et l'écoulement devient turbulent. On peut percevoir ses effets par les bulles d'air sous l'eau qui entourent les segments du nageur. L'écoulement turbulent crée des courants tourbillonnaires qui freinent le nageur.

### **7.3. Conséquences des résistances chez le nageur expert :**

Pour (Counsilman, 1986), un des buts de l'expert est d'améliorer le rendement biomécanique, particulièrement dans ses rapports résistance/ propulsion. Par exemple, le nageur de brasse qui arrête un trajet propulsif lorsque les mains arrivent au niveau de la poitrine, alors que le règlement l'autorise à poursuivre son action jusqu'aux hanches, optimise ce rapport résistance/ propulsion, cette réduction des résistances frénatrices peut être associée ;

- A un travail spécifique de gainage du bassin.
- Aux placements segmentaires associés aux coordinations et aux synchronisations de nage.
- A une meilleure gestion de l'allure de nage.

#### **7.4. Les principes biomécaniques de la propulsion :**

Associée à la réduction des résistances à l'avancement, la vitesse de déplacement du corps est le résultat de l'action coordonnée des membres supérieurs et inférieurs. Ceux-ci créent et maintiennent des appuis sous forme de forces propulsives dans le milieu aquatique fuyant. Si de nombreuses solutions expliquées bio mécaniquement existent, elles n'ont pas toutes la même efficacité, leur cout énergétique et leur difficulté de réalisation motrice ne sont pas non plus équivalentes.

Un des progrès dans la construction de l'expertise réside dans le passage quasi obligé des étapes de la complexité des modalités de propulsion, par exemple, à partir d'actions propulsives du type roue à aube, le passage de type rame, pagaie, ou godille devait permettre une amélioration conséquente de l'efficacité du déplacement aquatique.

Quelle que soit la logique biomécanique de référence, il s'agit de réaliser cycliquement des actions locomotrices dont l'efficacité dépend d'un certain nombre de paramètres spatiaux ou temporels .Ils peuvent contribuer à la propulsion directement ou indirectement (retour des bras). Ils participent à l'amplitude de nage ou, au contraire, à la fréquence de nage (Chollet, 1997).

#### **7.5. Les modèles de l'action de nage :**

Selon (Catteau, 1990) à chaque cycle et dans toutes les nages, le corps est alternativement, successivement et simultanément :

##### **a) Corps projectile :**

- Il cherche à limiter l'effet des résistances.
- Il s'immerge.
- Il se déforme et se rapproche de la forme de la goutte d'eau.
- Il s'aligne en faisant coïncider les axes et les segments avec l'axe de déplacement.
- Il cherche à réduire les perturbations provoquées par les forces non directement impliquées dans la propulsion (en orientant favorablement ses surfaces motrices).

**b) Corps propulseur :**

Pour construire un corps propulseur il faut :

- Il cherche l'appui le plus solide, en poussant une grande masse d'eau.
- Surface propulsive avant-bras plus main.
- Longueur et profondeur du bras de levier.
- Fixation des éléments propulseurs.
- Coupler à une accélération du mouvement.
- Il cherche à transformer l'ensemble des actions motrices en actions propulsives.
- En poussant vers l'arrière de façon à juxtaposer les forces de réactions à l'axe longitudinal du corps.

**7.6. Indices de nage :**

Counselman est considéré comme étant le pionnier à avoir étudié et analysé d'une manière scientifique la technique de nage, d'autres études plus récentes ont définies les différents paramètres de la performance. L'indice de nage caractérise prioritairement un niveau de pratique et permet d'apprécier les principes opérationnels mis en jeu par le nageur pour réaliser une performance.

C'est un indicateur du niveau de pratique en natation sportive, sur le plan de la performance et sur le plan de la «technique».

La recherche de la glisse entraîne une diminution du nombre de mouvements et une augmentation de leur amplitude.

La notion de performance se raccroche à la vitesse et au chronomètre. Le terme de « Technique » désigne la mise en place des facteurs nécessaires pour être efficace. La performance finale est indifférenciée.

**7.7. Vitesse de nage :**

La vitesse de nage (V en m/s)  $V=d/t$ .

**Légende**

- d : Distance parcourue en mètres.
- t : Correspond au temps (en secondes) mis pour parcourir la distance d.

## 8. Les différents exercices de développement des qualités de force :

La différence mécanique du milieu induit des divergences importantes entre le caractère des actions motrices terrestres et aquatiques. Les auteurs constatent d'une façon générale que ; le transfert des qualités physiques développées à sec à la motricité au cours de la nage se réalisera d'autant plus rapidement et efficacement que le degré d'homologie fonctionnelle, neuromusculaire, énergétique et coordinatrice sera élevé. Afin d'évaluer le niveau de cette homologie, on prendra en compte les éléments suivants (Dufour, 2009):

- L'accélération du mouvement de nage.
- Les muscles et chaînes musculaires sollicités.
- La résistance rencontrée.
- La durée de la phase motrice.
- Le temps d'exercice de la force.
- La mise en jeu de l'ensemble de la synergie musculaire (agonistes/antagonistes).
- Les caractéristiques neuromusculaires.
- Les caractéristiques énergétiques du mode de contraction musculaire.
- Les caractéristiques spatiales de l'exercice (angulation et position des segments).

On comprend que tout exercice de développement de la force possède un degré de spécificité qu'il n'est pas possible de quantifier précisément, l'ensemble des exercices de renforcement musculaire se situent sur une échelle qui peut s'étendre d'un maximum de spécificité représenté par l'exercice de compétition, au minimum de spécificité représenté par exemple, par des activités sportives annexes (sports collectifs, footing, etc.).

Ainsi selon (Hellard, 1997), le niveau de qualification de l'athlète, la périodisation et d'autres facteurs, l'entraînement des qualités de forces peut se faire en choisissant une seule ou en combinant entre les cinq méthodes suivantes :

La musculation isotonique dynamique.

- 1- Les exercices de musculation à résistance avec élastiques.
- 2- Les exercices de musculation à résistance isocinétique.
- 3- Les appareils de musculation dits biokinétiques.
- 4- Les différents exercices de développement des qualités de force dans l'eau.

## 8.1 La musculation isotonique dynamique :

Dans la contraction isotonique dynamique, les éléments contractiles du muscle sont contractés, ce qui provoque un raccourcissement du muscle.

L'entraînement isotonique se réalise contre des résistances dont la valeur est constante.

Une fois l'inertie vaincue, le mouvement s'accélère mais simultanément on enregistre une baisse de la charge agissant sur les muscles. De part leurs structures, les exercices isotoniques dynamiques peuvent être généraux ou multiformes, selon s'ils se rapprochent ou non de l'exécution (mouvement spécifique de la discipline).

**Exemple :** Le développé couché sollicite d'une façon multiforme certains muscles tel que :

- Grand pectoral ;
- Deltoïdes ;
- Triceps.

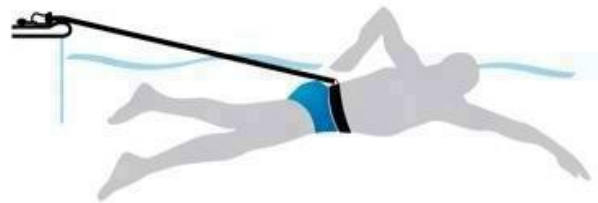
Et avec un objectif général de moindre importance concernant d'autres groupes musculaires.



## 8.2. Les exercices de musculation à résistance élastique :

Le travail avec les élastiques de musculation en natation présente des caractéristiques assez intéressantes dans le sens où les groupes musculaires sollicités dans leurs

fonctions spécifiques sont les groupes moteurs, adducteurs du bras, rotateurs du bras, dorsaux, les groupes musculaires d'orientation et des retours ne sont pas sollicités, idem pour les groupes musculaires de soutiens (maintien).



Une forte ressemblance du point de vue de la consommation énergétique a un impact positif sur l'activité neuromusculaire.

On peut les utiliser aussi dans le cadre de la rééducation ou même pour corriger un déséquilibre (latéralité) fonctionnelle.

### 8.3. Les exercices de musculation à résistance iso-cinétique :

Dans le mode de contraction iso-cinétique, le nageur surmonte la résistance tout au long de l'exécution du mouvement. A chaque point de la trajectoire du mouvement, la résistance de l'appareil correspond à la force momentanée exercée par le nageur.



Y'a pas de rétrécissement musculaire comme c'est le cas dans les exercices isotoniques. L'athlète active l'appareil durant la flexion et l'extension du segment.

Il existe plusieurs équipements de musculation iso-cinétique (mini gym, le cybex et la dernière génération le swim beach).

### 8.4. Les exercices sur appareils de musculation dites biokinétiques :

Comme dans le cas du travail en iso-cinétiques, l'appareil oppose une résistance proportionnelle à la force appliquée par l'utilisateur.



Cependant, la vitesse du mouvement est pré-réglée de façon à ce que cette dernière varie automatiquement au cours du mouvement en reproduisant ainsi le schéma d'accélération rencontrée en natation.

### 8.5. Les différents exercices de développement des qualités de force dans l'eau :

Les moyens d'entraînement spécifique de la force dans l'eau en natation ne peuvent pas remplacer les exercices généraux et multiformes de développement de la force qui permettent d'offrir une vaste palette de charges de travail et d'accentuations localisées, mais ils permettent d'assurer une transformation (transfert) des qualités de force développées à sec à condition de jouir d'une très bonne maîtrise technique au préalable. Un niveau de résistance adapté permet d'associer l'entraînement de la force à celui de la technique dans le but de stabiliser les structures techniques pour des forces mises en jeu supérieures à celles de la compétition.

On peut citer comme matériels pédagogique utilisé comme accessoire de l'entraînement de la force dans l'eau :

- Planches ;
- Pulboy ;
- Ceintures à gobelet ;
- Parachutes ;
- Mousse ;
- Petits palme ;
- Palaquettes (palettes) ;
- T-shirts ;
- Shorts ;
- Elastiques ;
- Tractage d'un camarade .... etc



## 9. Le Transfert

Sur le terrain, l'évolution des méthodes d'amélioration de la performance sportive est marquée par plusieurs périodes historiques. Au début du vingtième siècle, on s'entraînait à la course en courant, l'entraînement consistait à reproduire la performance de compétition. Qu'elle est l'épreuve que je prépare ? Combien de fois puis-je répéter cette épreuve pendant ma séance ? Telles étaient les questions liminaires de l'entraîneur. Quelques dizaines d'années plus tard, une conception plus générale du développement des qualités physiques est apparue. Il s'agissait de sortir l'athlète de sa spécialité dans le but de développer les paramètres « primaires » (qualités physiques générales) de la performance. Le spécialiste d'aviron est sorti de son bateau pour aller faire des footings et des séances de musculation en salle, le lanceur et le sauteur sont devenus spécialistes des mouvements d'haltérophilie, certains nageurs (plus rare) ont troqué l'eau pour la fonte, les handballeurs ont délaissé le ballon pour la pliométrie. L'idée était de construire un socle de qualités physiques fondamentales dont on pensait tirer profit, par transfert, pour la compétition. Cette relation « générale /spéciale » est cependant apparue complexe et non proportionnelle. Si des effets de transfert entre le générale et le spécifique sont observables chez le débutant ou le confirmé, les entraîneurs observent des effets réduits voire inexistant chez l'expert. Le secteur de la force est un bon témoin de l'ambiguïté du concept de transfert. Lorsque le temps de la contraction musculaire est restreint (geste explosif), l'effet bénéfique des progrès en force maximale sur la performance sportive est



parfois très mince voir nul. Or, les performances sportives sont souvent très avares en temps d'application de la force. Ce constat a conduit ces dernières années, à une réaffirmation de la primauté du spécifique. Cependant, la forme des sollicitations spécifiques a changé. L'entraîneur ne cherche plus seulement à reproduire à l'entraînement une organisation gestuelle proche de celle de la compétition ; il décline la spécialité en de multiples formes (Weineck, 1997):

- Spécificité gestuelle (forme gestuelle proche)
- Spécificité métabolique (filière énergétique identique)
- Spécificité musculaire (recrutement des fibres)
- Spécificité biomécanique (vitesse, angulation, type de contraction, cycle étirement contraction)
- Spécificité psychologique (douleur, épuisement...)

Observons également qu'il existe différents profils d'athlètes concernant les réponses au travail de force maximale. Certains athlètes progresseront vite et transféreront les gains vers l'explosivité-puissance, d'autres seront plus forts mais pas pour autant plus explosifs.

### **9.1. Les phénomènes de transferts d'apprentissage**

Le transfert d'apprentissage est défini comme l'effet d'un apprentissage antérieur sur un autre apprentissage. Ce transfert est positif lorsque le changement se traduit par une amélioration de la performance (la pratique antérieure du tir en handball peut, par exemple, faciliter l'apprentissage du lancer de javelot) et négatif lorsque le changement se traduit par une dégradation de la performance (l'apprentissage antérieur du revers de tennis peut, par exemple, nuire à l'apprentissage du revers en tennis de table).

### **9.2. Mécanismes psychologiques du transfert**

La théorie des programmes moteurs généralisés de (Schmidt, 1975) nous aide à comprendre ce transfert au niveau cérébral. Les sportifs construisent, au cours de la pratique, une représentation abstraite du mouvement qui intègre les invariants du mouvement et son image. La variabilité des conditions d'apprentissage permet la création d'un programme moteur généralisé qui prend en charge toute une classe de mouvement. D'après ce modèle, le transfert est donc possible à l'intérieur d'une classe

de mouvements « commandés » par le même programme moteur généralisé. Si l'apprentissage d'un type de mouvement "A" ne facilite pas la performance d'un mouvement "B", c'est que ces deux mouvements sont contrôlés par des schémas moteurs différents.

Si ce modèle permet de mieux cerner les effets de transfert positif, il facilite également la compréhension des phénomènes de transfert négatif. Nous pouvons penser que les spécifications trop importantes de certains paramètres d'un mouvement nuisent à l'apprentissage de mouvements présentant une similitude avec celui-ci mais requérant d'autres spécifications. Par exemple, l'apprentissage du revers en tennis nécessite la spécification des paramètres de force, de vitesse et de blocage des différents degrés de libertés. Lorsque le tennisman apprend le revers en tennis de table, ils spécifient ces paramètres. Si l'apprentissage antérieur du revers de tennis est stabilisé de façon importante et depuis longtemps, le sportif présente plus de difficultés pour adapter ces paramètres.

Le transfert désigne l'effet d'un apprentissage antérieur sur un nouvel apprentissage. Les aspects du transfert sont multiples et le sportif ne transfère pas seulement des structures gestuelles mais également des compétences tactiques et psychologiques.

Les entraîneurs poursuivant des compétitions, ont tous une stratégie d'entraînement basée sur le transfert.

L'hypothèse de l'amélioration de la performance en compétition grâce à l'entraînement, constitue bien une hypothèse de transfert. Il est attendu que les compétences motrices et psychologiques développées dans le cadre de la pratique sportive (entraînement) se transfèrent à d'autres types de situations (compétition).

Le transfert ne se limite pas à la forme gestuelle seulement mais il peut se situer à différents niveaux :

**a) Le transfert de qualités physiques et psychomotrices ;**

La notion de préparation physique générale (P.P.G.) reprend cette idée de transfert. La P.P.G. permet de construire, chez les athlètes, une base physique sur laquelle se développent les qualités physiques et psychomotrices. Ces formes de

travail ont pour but de développer des « qualités physiques générales » et de faciliter les acquisitions futures.

Bien que cette notion de P.P.G soit actuellement remise en question dans la mesure où on pense plus aux qualités physiques spécifiques et dépendantes d'une tâche particulière, elle constitue encore une forme de travail largement utilisée en début de saison et chez les jeunes athlètes.

**b) Le transfert de compétences tactiques ;**

Les athlètes possédant un « bon sens tactique » transfèrent cette qualité à différentes situations de même nature.

**c) Le transfert des stratégies de prise et de traitement des informations ;**

Les athlètes prélèvent et traitent des informations sur leur environnement physique et sur leur propre corps.

Cet apprentissage perceptif peut se transférer d'une situation à une autre. Par exemple dans les « sports de glisse », les sportifs prennent des informations d'ordre proprioceptif pour trouver une nouvelle forme d'équilibre et pour réguler leurs actions. Cette capacité se transfère, les jeunes pratiquant le skateboard retrouvent, dans le snowboard, le même type de sensations corporelles et le même type de régulation de l'équilibre.

**d) Le transfert des coordinations visuomotrices ;**

Les coordinations visuomotrices constituent la capacité à produire des mouvements adaptés, en fonction d'informations visuelles. Elles correspondent aux tâches de pointage, de poursuite, d'anticipation (coïncidence).

Les compétences développées, concernant ces coordinations visuomotrices se transfèrent d'une situation à une autre, un élève qui sait attraper un ballon de handball sait attraper un ballon de basketball.

**e) Le transfert des attitudes psychologiques ;**

La pratique intensive d'un sport tend à développer certaines attitudes psychologiques spécifiques telles que le goût de l'effort, la combativité, l'esprit de

compétition, la stabilité émotionnelle... On remarque qu'un individu ayant pratiqué un sport intensivement, s'engage d'une façon particulière dans un autre sport.

**f) Le transfert des structures gestuelles ;**

Ce transfert des structures gestuelles est l'aspect du transfert le plus souvent étudié. On peut évaluer le transfert des structures gestuelles d'un membre vers un autre membre ou le transfert de structure gestuelle proche.

Lorsque les activités sportives sollicitent des structures gestuelles proches, l'entraîneur observe souvent des phénomènes de transfert. Ce transfert est positif dans un premier temps mais devient, avec des niveaux de pratique plus élevés et des exigences motrices plus précises, nul et même négatif. Un pongiste de bon niveau apprend rapidement un coup droit de base en tennis. Par contre, l'amélioration technique plus fine de ce coup est gênée par la présence du programme moteur « frappe coup droit en tennis de table ». Il a développé un schéma moteur très spécifique qui intègre difficilement certaines variations. Les phénomènes de transfert diminuent avec la spécificité des habiletés motrices acquises et à acquérir.

# **CHAPITRE II**

## **Organisation de la recherche**

## Organisation de la recherche :

Dans ce chapitre, nous présenterons en premier temps le protocole expérimental de notre travail. Dans un second temps, nous argumenterons nos hypothèses de travail par des tests de terrain. Ainsi, nous avons structuré ce chapitre de la manière suivante :

- Hypothèses
- Objectifs
- Tâches
- Moyens
- Méthodes

### 1. Hypothèses :

- Nous supposons que certaines potentialités de la capacité de puissance sont sous utilisés lors des actions motrice chez les nageurs sprinters Algériens.
- Il existe un grand écart entre la puissance des bras développée à sec et celle développée lors de l'action motrice spécifique (dans l'eau).
- Il existe une forte corrélation entre la puissance et les indices de nage.

### 2. Objectifs:

- Détermination de la force spécifique (bras, jambes) à sec et dans l'eau (spécifique) chez les nageurs sprinters crawlleurs
- Détermination du coefficient d'utilisation des potentialités de force et le coefficient de coordination.
- Calcul de la vitesse sur le 50m NL choisie comme indice de nage.
- Détermination de la nature du transfert de la Force à sec dans l'eau chez les nageurs sprinter Algériens a travers l'étude corrélatrice des différents paramètres et indices de nage.

### **3. Taches :**

Pour pouvoir atteindre nos objectifs nous nous sommes fixés de résoudre les tâches suivantes:

- ✓ Consulter les différentes sources bibliographiques et recueillir le maximum d'informations qui se rapportent à notre thème de recherche.
- ✓ Mesure et comparaison des valeurs de la force à sec et dans l'eau chez les sprinteurs crawleurs.
- ✓ Calcul des différents coefficients de corrélation de l'ensemble des paramètres étudiés et analyse des résultats.

### **4. Moyens :**

#### **4.1. Moyens humains :**

Nous avons choisi pour notre étude, un échantillon de seize (16) nageurs de haut niveau appartenant à l'élite Algérienne, qui ont animés les finales respectives "A" et "B" lors des championnats d'hiver "open 2018" âgés de 19 ans et plus ayant une ancienneté sportive de 10 ans et plus. Tous les nageurs appartiennent à des clubs affiliés à la fédération Algérienne de natation. En outre en plus des 6 séances d'entraînement hebdomadaire, les sujets sont soumis à 2 séances de musculation.

- **Présentation de l'échantillon**

Sujet \ Indice	Age	Club	Performance
1	26	GSP	22.56
2	20	GSP	23.13
3	22	WAT	23.78
4	21	DSMB	23.87
5	26	SNEB	23.97
6	23	USMA	24.02
7	24	USMA	24.16
8	23	R.C.H. ORAN	24.43
9	23	SNEB	24.59
10	20	CAP FALCON	24.70
11	19	SNEB	24.78
12	20	BAHIA NAUTIQUE	24.80
13	47	GSP	24.84
14	16	GSP	24.88
15	21	ASPTT.A	24.91
16	22	BAHIA NAUTIQUE	24.93
$\bar{x}$	<b>23,31</b>	/	<b>24,27</b>
$\sigma$	<b>6,81</b>	/	<b>0,69</b>

- **Légende**

$\bar{x}$  : Moyenne arithmétique.

$\sigma$  : Ecart Type.

#### 4.2. Moyens matériels:

- Documents tirés de différentes sources bibliographiques
- Bancs, élastiques, anneaux, planches, pull-boy, sifflet, palettes.
- Dynamomètre (sauter).
- Corde.
- Fiche d'évaluation.



## 5. Méthodes de la recherche :

### 5.1. Méthode de l'analyse bibliographique :

L'analyse bibliographique est concéderei comme le support principal de toute études scientifique, la consultation de différent ouvrage traitant d'une manière générale, nous a permis de bien cerner notre thème de recherche.

### 5.2. Méthode des tests :

Cette méthode va nous permettre d'apprécier le degré du développement physique à travers des testes à sec et dans l'eau qu'on a choisi parmi les batteries existante et proposé dans l'ensemble de la littérature.

#### 5.2.1. Test a sec:

➤ **Teste d'évaluation du train inférieur** : (Test de SARGENT/détente vertical)

- Objectif de l'épreuve : évaluation de la force des membres inferieures.
- Caractéristiques : l'épreuve consiste à exécuter un saut vertical le plus haut possible.
- Matériel : une planche verticale de deux mètres graduée en (cm) accrochée a un mur a partir d'une hauteur de 1.5 (m) du sol.
- Protocole : le sujet se tien de profil par rapport a la planche, place ses pointes des pieds sur une ligne située a 15 (cm) du mur le bras du coté du mur est levé au maximum, les talons au sol, l'extrémité du majeur préalablement posé a la craie imprime une première marque sur la planche (A). Sans prendre d'élan, jambes fléchis, le sujet saute le plus haut possible le bras en élévation maximale imprime une nouvelle marque sur la planche(B). la hauteur (H) du saut en mettre(M) correspond à la différence entre les deux marques ( $H=B-A$ ) (BRIKCI, 1990).

➤ **Teste d'évaluation du train supérieur :**

(Chollet, 1992 ; Cazorla, 1993 et Hellard, 1997) ont conçus et validés des tests spécifiques pour l'évaluation des différents paramètres qui suivent :

**a- Coefficient d'utilisation des potentiels de force (CUPF)**

$$CUPF = \frac{\text{force a sec}}{\text{force dans l'eau}} \approx 1$$

**Déroulement du test:**

Le nageur est allongé à plat ventre sur un banc. Une traction maximale isométrique est produite sur une corde avec poignet reliée à un dynamomètre lui-même fixé de l'autre extrémité. A l'issue du test, les valeurs maximales sont relevées.

**5.2.2. Test dans l'eau :**

**b- Coefficient d'utilisation des potentiels de force spécifique (CUPFS)**

$$CUPFS = \frac{\text{force coordination complète}}{\text{force jambe+ force bras}} \approx 1$$

**Déroulement du test :**

Le nageur est rattaché au plot à l'aide d'une corde. Un dynamomètre est fixé au milieu de celle-ci. Il est demandé au nageur de nager à vitesse maximale uniquement à l'aide de ses bras. Le même test est effectué uniquement en battements de jambes. A l'issue de ces deux tests, les mesures de forces sont relevées au niveau du dynamomètre. La deuxième évaluation consiste à nager en coordination complète. Les mesures se font de manière suivante:

➤ **Test de contrôle de l'amélioration du transfert :**

**Coefficient de coordination**

$$CC = (f_j + f_b) - f_{nc}$$

**NB:** L'idéal est que la valeur soit égale à 0

## 6. Calcul des indices de nage :

➤ **Vitesse de nage :**

La vitesse de nage est calculée à partir des valeurs du 50m NL enregistré lors du championnat d'hiver Open selon la formule suivante :

$$\text{La vitesse de nage (V en m/s) } V = d/t.$$

- d : Distance parcourue en mètres.
- t : Correspond au temps (en secondes) mis pour parcourir la distance d.

## 7. Méthodes statistiques :

Pour pouvoir traiter et interpréter d'une manière scientifique les différents résultats chiffrés, nous allons utiliser quelques méthodes statistiques qui nous permettront de bien comprendre le rapport et les relations entre les paramètres étudiés. Donc pour bien cerner notre thème et conformément à la littérature étudiée, nous avons sélectionné les caractéristiques statistiques suivantes:

➤ **La moyenne arithmétique :**

C'est la plus précise des mesures de la tendance centrale, étant donné une série de mesures X1, X2, X3.... leurs moyennes arithmétiques que l'on désigne ainsi sera égale à la somme de ces données divisée par leur nombre:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{N}$$

➤ **L'écart-type:**

Encore appelé standard déviation ou S.D il est égal à la racine carrée de la moyenne arithmétique des écarts individuels élevés au carré:

$$\sigma = \frac{\pm \sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2}}{n - 1}$$

➤ **Le coefficient de corrélation linéaire de bravais Pearson:**

Il est utilisé dans le cas où les deux variables ou indices se rapportent à l'échelle relative et correspondent à la loi nominale de distribution.

$r_{x,y}$  = Le coefficient de corrélation de Pearson est calculé à partir de la formule suivante

$$r_{x,y} = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sigma_x \sigma_y \sqrt{N}}$$

**Légende :**

$r_{x,y}$  : coefficient de corrélation de Pearson

$\bar{x}$  : la moyenne arithmétique (la somme du premier résultat à corrélér

$\bar{Y}$  : la moyenne arithmétique (la somme du deuxième résultat à corrélér)

$\sigma$ : écart type

N: nombre d'échantillon

**CHAPITRE III**  
Représentation et analyse  
des résultats

Dans les tableaux ci-dessus, nous vous proposons l'ensemble des indices et paramètres étudiés à savoir (force des jambes, bras à sec et dans l'eau, ainsi que la force en nage à coordination complète), avec la performance chronométrique sur 50m NL afin de mettre à jour l'incidence de la force du nageur sur la performance.

**Tableau N°1 : Résultat de la force jambes, bras à sec et force en nage complète**

Sujet \ Indice	FJ (m)	FB (Kg)	FNC (Kg)	CUPF
1	0,70	64	50	<b>1,28</b>
2	0,68	62	48	<b>1,29</b>
3	0,65	63	49	<b>1,29</b>
4	0,61	61	45	<b>1,36</b>
5	0,71	58	45	<b>1,29</b>
6	0,70	59	46	<b>1,28</b>
7	0,69	55	44	<b>1,25</b>
8	0,60	52	40	<b>1,30</b>
9	0,65	63	42	<b>1,50</b>
10	0,66	51	42	<b>1,21</b>
11	0,60	49	42	<b>1,17</b>
12	0,55	47	40	<b>1,18</b>
13	0,55	48	41	<b>1,17</b>
14	0,48	50	41	<b>1,22</b>
15	0,45	51	46	<b>1,11</b>
16	0,49	44	45	<b>0,98</b>
$\bar{x}$	<b>0,61</b>	<b>54,81</b>	<b>44,13</b>	<b>1,24</b>
$\sigma$	<b>8,20</b>	<b>6,40</b>	<b>3,06</b>	<b>0,11</b>

**Légende**

$\bar{x}$  : Moyenne arithmétique.

$\sigma$ : Ecart Type.

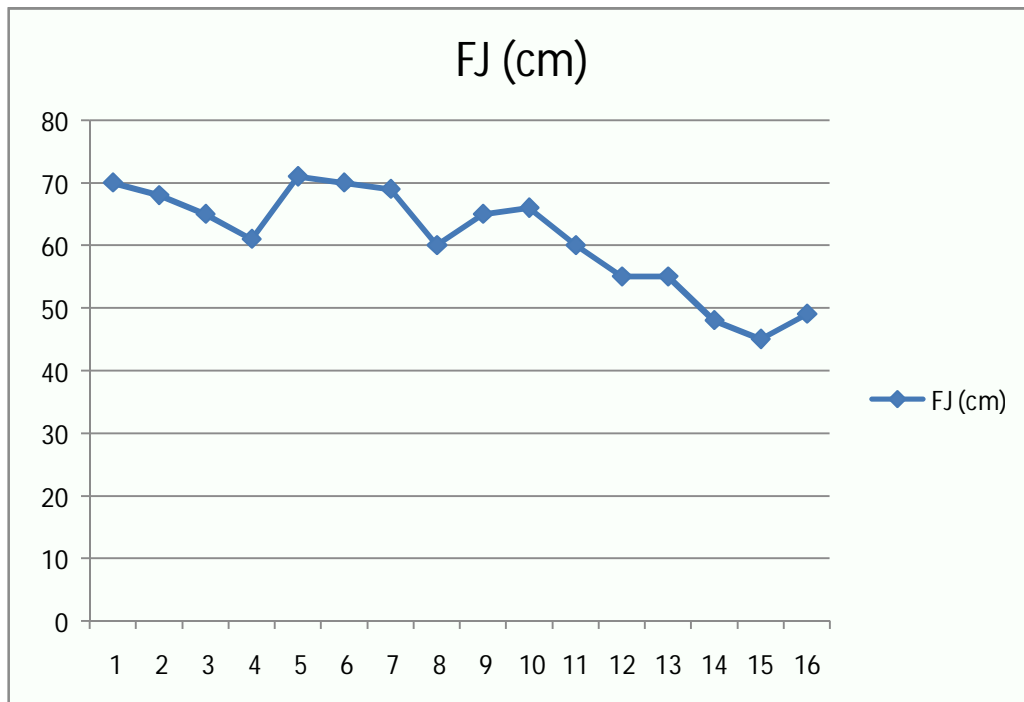
FJ : Force des jambes à sec (m).

FB : Force des bras dans l'eau (Kg).

FNC : Force en nage complète.

CUPF : Coefficient d'utilisation des potentiels de force.

- **La force des jambes a sec :**

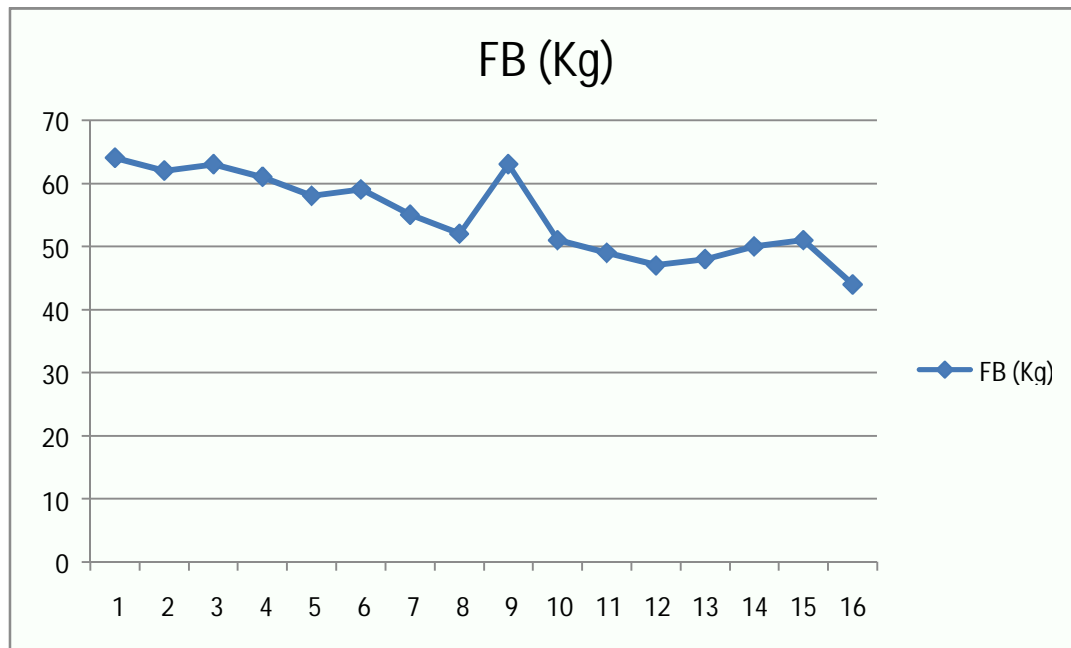


**Figure N° 08 : Force des jambes à sec**

**Présentation des résultats de la force des jambes à sec :**

Plus de **0,26 m** sépare le sujet 15 qui représente la plus faible valeur **0,45 m** et le sujet 5 qui a réussi un saut d'une valeur de **0,71 m**, donc l'hétérogénéité du groupe dans ce test est très importante.

- **La force des bras a sec :**



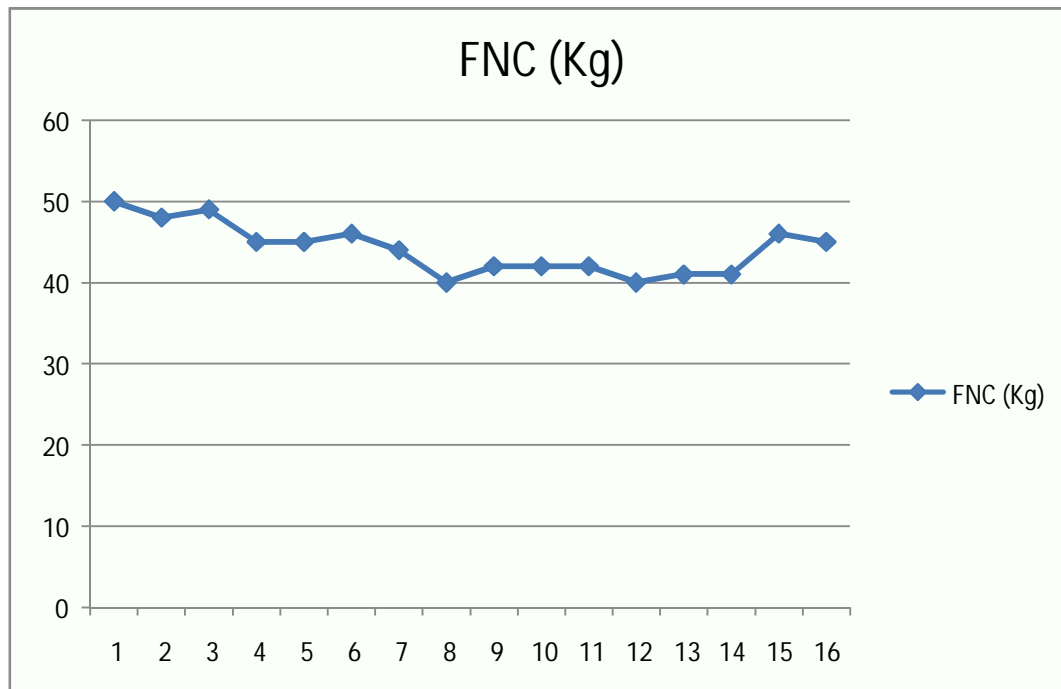
**Figure N° 09 : Force des bras à sec.**

**Présentation des résultats de la force des bras à sec :**

On remarque une très grande disparité entre les différents éléments du groupe de l'ordre de **20 kg** qui peut expliquer à elle seule une partie des différences des performances :



- **Force nage complète**

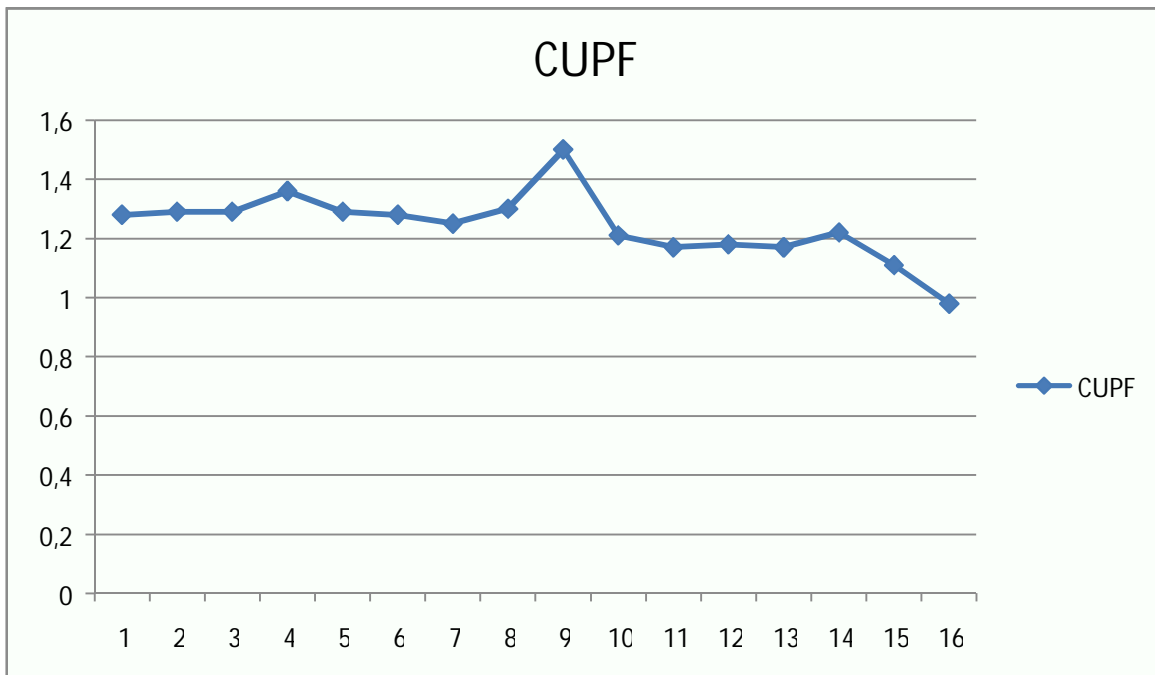


**Figure N° 10 : Force en nage complète.**

**Présentation des résultats de la force en nage complète :**

L'ensemble des valeurs gravitent au tour de la moyenne 44,13 kg, seul 3 sujets se démarquent avec des valeurs nettement supérieures qui sont respectivement **50.48** et **49** kg.

- **Coefficient d'utilisation des potentiels de force à sec :**



**Figure N° 11 : Coefficient d'utilisation des potentiels de force à sec.**

**Présentation des résultats du coefficient d'utilisation des potentiels de force à sec :**

Hormis un seul nageur présentant un résultat satisfaisant, avec une valeur de **0.90**, l'ensemble des sujets présentent des valeurs au dessus de la moyenne avec une moyenne de **0.78**. Notons que la valeur idéale doit tendre vers **1**.

**Tableau N°2 : Test dans l'eau.****(Test de contrôle de l'amélioration du transfert)**

Indice Sujet	FJ (Kg)	FB (Kg)	FNC (Kg)	(FJ+FB) (Kg)	CC	CUPFS
1	22	44	50	66	16	<b>0,76</b>
2	21	44	48	65	17	<b>0,74</b>
3	21	45	49	66	17	<b>0,74</b>
4	17	40	45	57	12	<b>0,79</b>
5	18	42	45	60	15	<b>0,75</b>
6	20	43	56	63	17	<b>0,89</b>
7	19	41	44	60	16	<b>0,73</b>
8	15	35	40	50	10	<b>0,80</b>
9	16	38	42	54	12	<b>0,78</b>
10	17	37	42	54	12	<b>0,78</b>
11	17	39	42	56	14	<b>0,75</b>
12	13	34	40	47	7	<b>0,85</b>
13	14	36	41	50	9	<b>0,82</b>
14	15	37	41	52	11	<b>0,79</b>
15	16	40	46	56	10	<b>0,82</b>
16	19	40	45	59	14	<b>0,76</b>
$\bar{x}$	<b>17,50</b>	<b>39,69</b>	<b>44,75</b>	<b>57,19</b>	<b>13,06</b>	<b>0,78</b>
$\sigma$	<b>2,66</b>	<b>3,36</b>	<b>4,33</b>	<b>5,92</b>	<b>3,15</b>	<b>0,04</b>

**Légende :** $\bar{x}$  : Moyenne arithmétique. $\sigma$  : Ecart Type.

FJ : Force des battements de jambes dans l'eau (Kg).

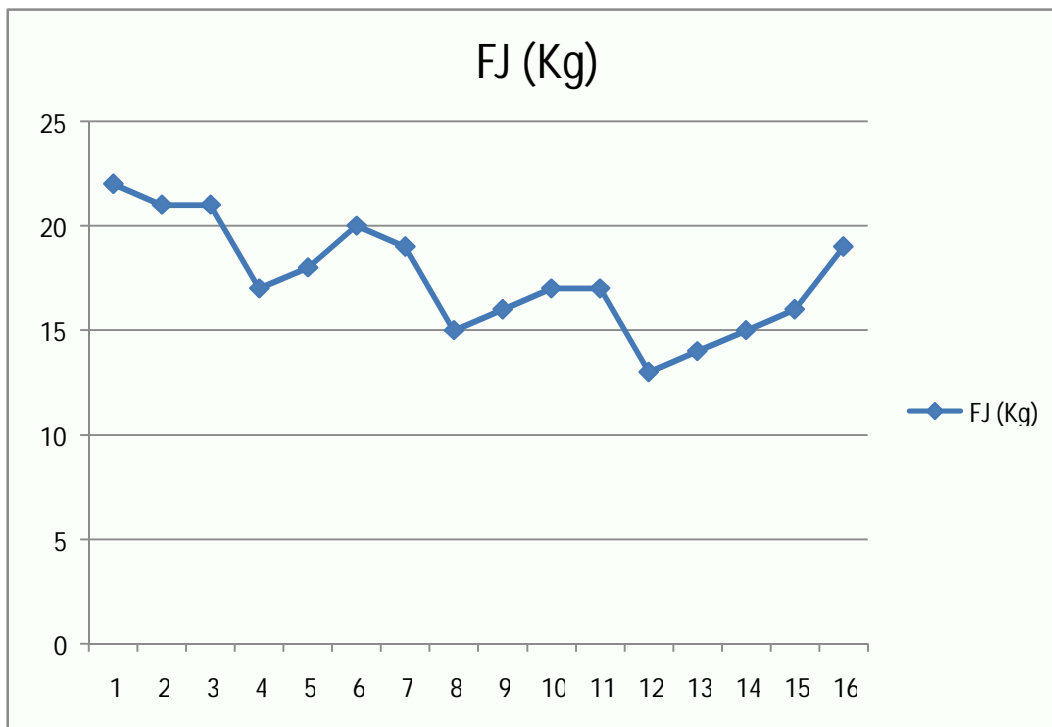
FB : Force des bras dans l'eau (Kg).

FNC : Force en nage complète.

CC : Coefficient de coordination.

CUPFS : Coefficient d'utilisation des potentiels de force spécifique.

- **Force des jambes dans l'eau :**

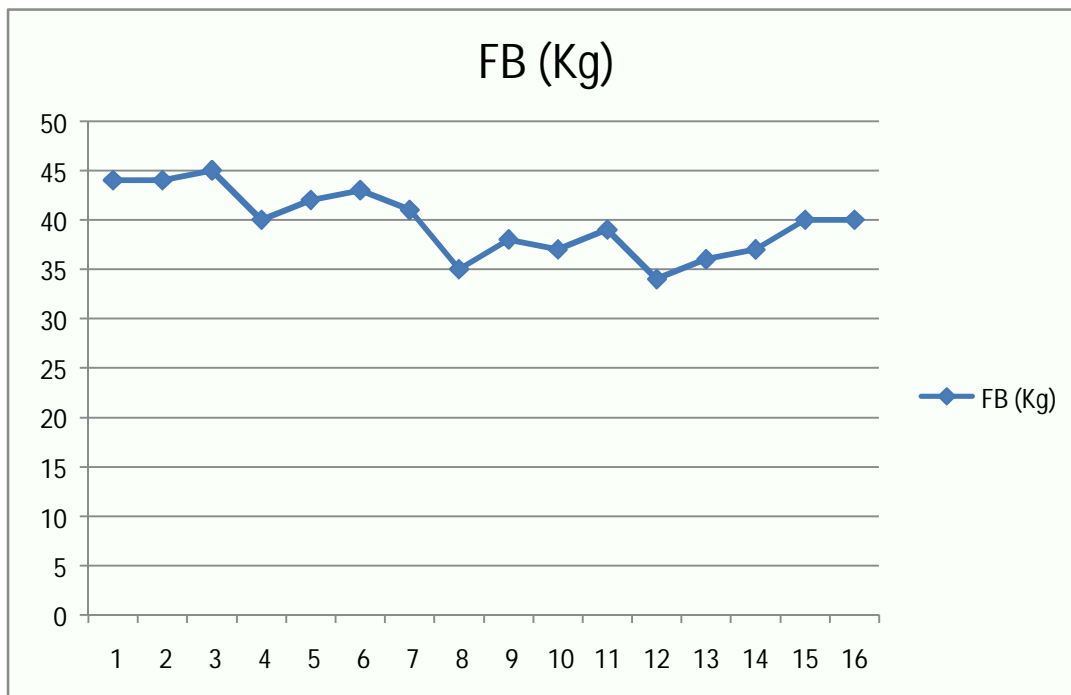


**Figure N° 12 : Force des jambes dans l'eau.**

**Présentation des résultats de la force des jambes dans l'eau :**

Elle indique la force produite grâce au train inférieur (battements de jambes). Les résultats démontrent une grande différence allant jusqu'à **13 kg** avec une moyenne de **17,5 kg** pour une valeur maximale de **22 kg**.

- **Force des bras dans l'eau :**

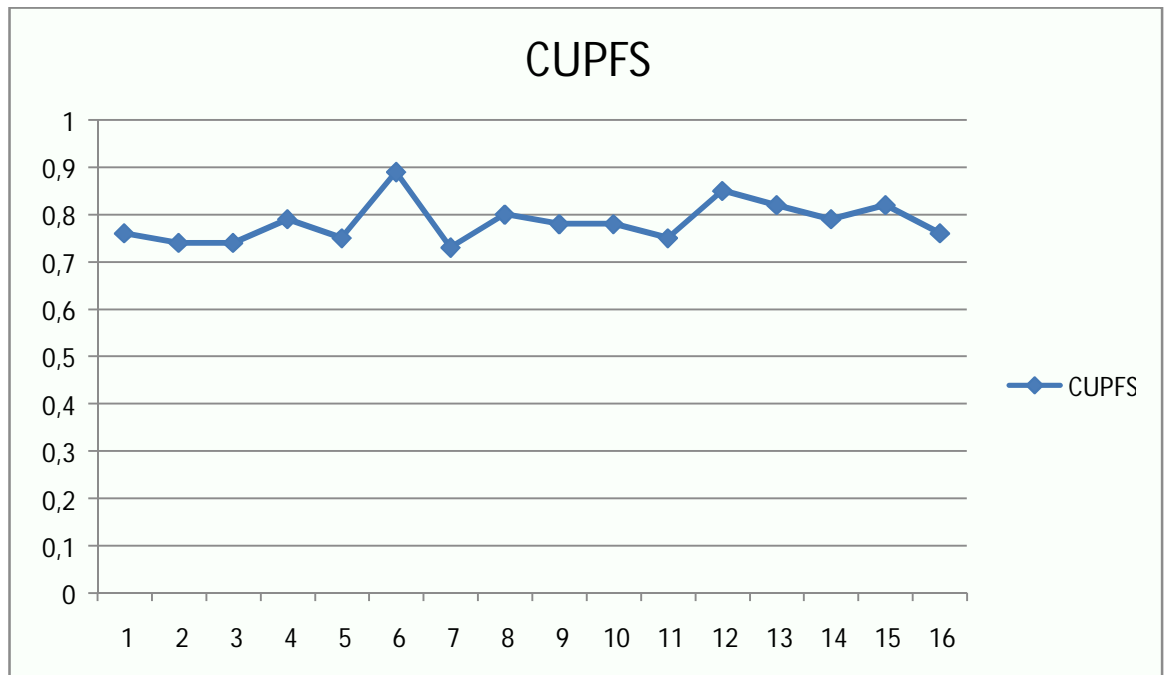


**Figure N° 13 : Force des bras dans l'eau.**

**Présentation des résultats de la force des bras dans l'eau :**

Avec une valeur maximale de **45 kg**, une valeur minimale de **34 kg** et une moyenne de **39,69 kg**.

- **Teste (a) de transfert de force :**

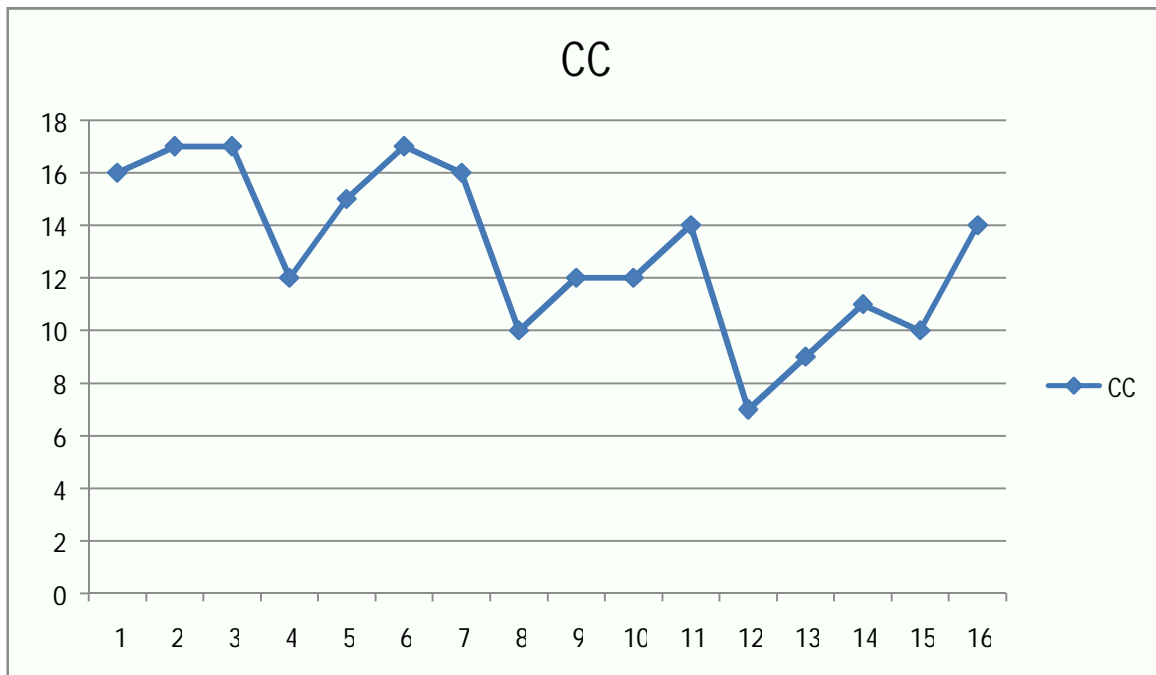


**Figure N° 14 : Teste de transfert de force :**

**Présentation des résultats du coefficient d'utilisation des potentiels de force spécifiques (CUPFS) :**

Sachant que la valeur idéale est **1**, notre moyenne qui est de l'ordre de **0,78** se rapproche bien, chose qui **témoigne** d'une assez bonne utilisation de la force dans l'eau.

- **Teste (b) de transfert de force :**



**Figure N° 15 : Teste de transfert de force :**

**Présentation des résultats du coefficient de coordination :**

Pour ce qui est de ce coefficient qui prend en considération la force de la nage complète par rapport à la somme des deux trains ; train supérieur qui représente les mouvements de bras et le train inférieur **qui** représente les mouvements de jambes. La valeur moyenne du groupe est de **13.06**, beaucoup plus élevé que la valeur de référence qui est **1**, on observe aussi que ce n'est pas le meilleur sujet qui a obtenu la valeur de **7** (la plus proche de la référence).

**Tableau N°3 : Test des différents indices de nage sur 50m NL :**

Calcule de la vitesse du 50m NL

Sujet \ Indice	Age	Performance	Vitesse (m/s)
1	26	22,56	<b>2,22</b>
2	20	23,13	<b>2,16</b>
3	22	23,78	<b>2,10</b>
4	21	23,87	<b>2,09</b>
5	26	23,97	<b>2,09</b>
6	23	24,02	<b>2,08</b>
7	24	24,16	<b>2,07</b>
8	23	24,43	<b>2,05</b>
9	23	24,59	<b>2,03</b>
10	20	24,70	<b>2,02</b>
11	19	24,78	<b>2,02</b>
12	20	24,80	<b>2,02</b>
13	47	24,84	<b>2,01</b>
14	16	24,88	<b>2,01</b>
15	21	24,91	<b>2,01</b>
16	22	24,93	<b>2,01</b>
$\bar{x}$	<b>23,31</b>	<b>24,27</b>	<b>2,06</b>
$\sigma$	<b>6,81</b>	<b>0,69</b>	<b>0,06</b>

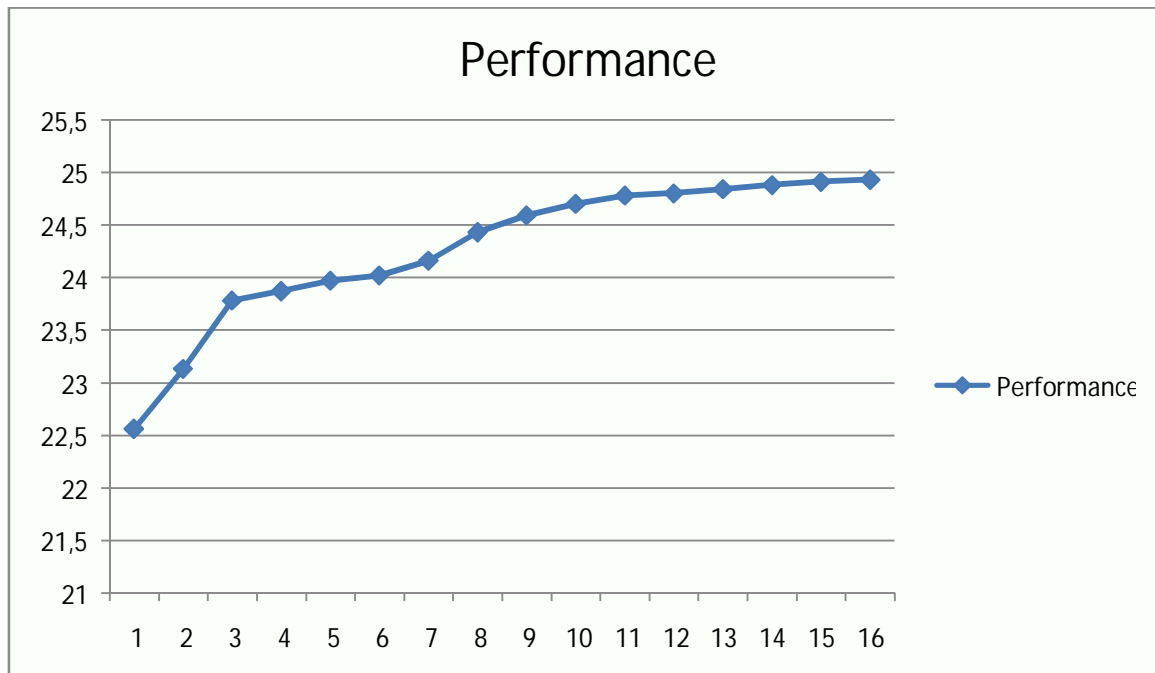
***Légende***

NL : Nage libre.

 $\bar{x}$  : Moyenne arithmétique. $\sigma$  : Ecart Type.



- **Performance sur le 50m NL :**

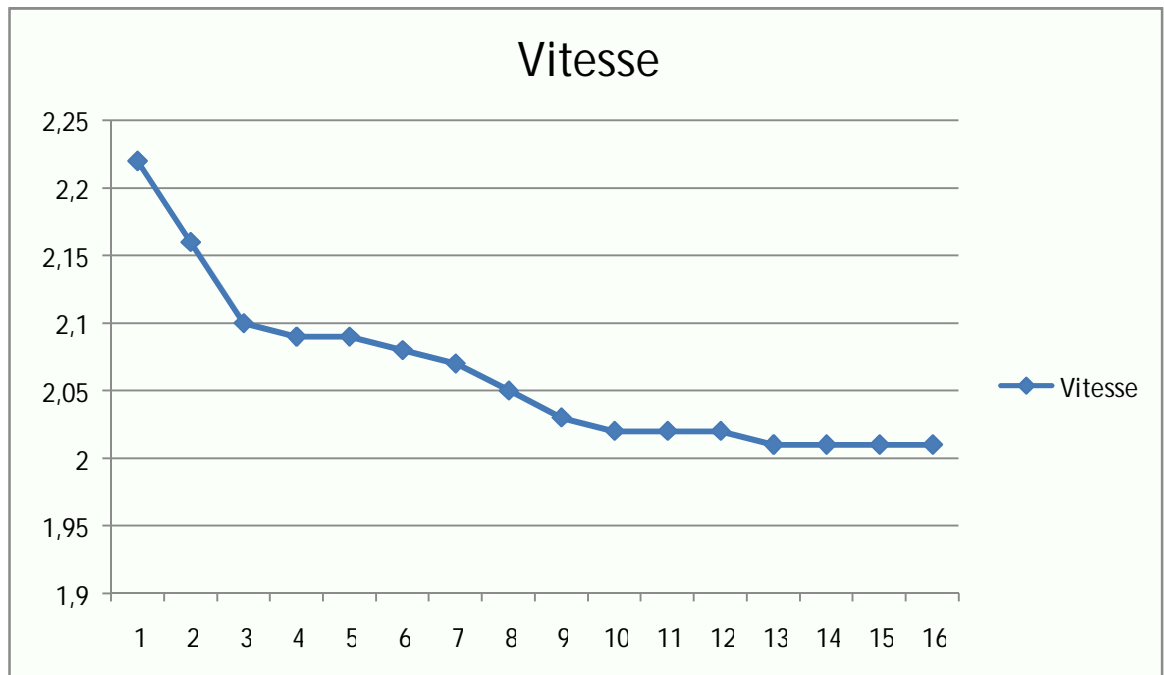


**Figure N° 16 : Performance sur le 50m NL :**

**Présentation des résultats de la performance sur 50m NL :**

La moyenne du temps sur 50m NL est de **24''27**. Cependant, l'écart existant entre le meilleur **22''56** et le dernier **24''93** est énorme. Ce qui démontre une absence d'homogénéité.

- **Présentation des résultats de la vitesse sur 50m NL :**



**Figure N° 17 : Vitesse sur le 50m NL :**

La vitesse de nage varie de **2,01** m/s à **2,22** m/s avec un écart type de **0,06**.

**Tableau N°4 : Résultats de la corrélation entre:**

- **Corrélations des différents indices avec la performance**

<i>Indice 01</i>	<i>Coefficient de corrélation</i>	<i>Sig</i>
Force des Jambes à sec	- 0,71	0,003
Force des Bras à sec	- 0,79	0,000
force des jambes dans l'eau	- 0,56	0,000
Force des bras dans l'eau	- 0,64	0,001
Force B+J dans l'eau	- 0,61	0,001
Force en nage complète	- 0,59	0,000

Le traitement statistique des différentes données requises, montre la forte corrélation qui existe entre la force à sec des bras et jambes ainsi que la performance finale sur l'épreuve du 50m NL. Même constat est à faire pour ce qu'est de la force dans l'eau des bras, jambes et de la nage complète.

- **Corrélations des différents indices de force à sec et dans l'eau**

<i>Indice 01</i>	<i>Indice 2</i>	<i>Coefficient de corrélation</i>	<i>Sig</i>
Force jambe à sec	Force jambe dans l'eau	0,55	0,016
Force bras à sec	Force bras dans l'eau	0,69	0,003
Force bras à sec	Force nage complète	0,94	0,006

**Sig** : Le degré de signification

Notre étude a affirmé l'étroite relation entre la force à sec et la force dans l'eau des jambes, des bras ainsi que l'importance de la puissance du train supérieur sur le rendement en nage complète.

# DISCUSSION

## Discussion

La première lecture des résultats fait ressortir l'hétérogénéité importante au sein de notre échantillon. Il est à noter que les meilleurs nageurs ont obtenu les plus fortes valeurs dans la force de jambes dans l'eau chose qui explique l'intérêt que porte ces derniers à ce travail pénible et qui est le plus souvent négligé durant les séances d'entraînements au profit du développement du train supérieur.

Nous avons enregistré les moyennes (1,24-0,78-13,06) dans les coefficients respectifs suivant ;

- Le coefficient d'utilisation du potentiel de force (CUPF idéal à la valeur "1")
- Le coefficient d'utilisation du potentiel de la force spécifique (CUPFS idéal à la valeur "1")
- Le coefficient de coordination (CC idéal à la valeur "0")

Tous les trois sont obtenus à partir de l'addition, la soustraction ou la division de la somme de la force des deux trains et la force en nage complète ce qui nous ramène à la conclusion suivante, la somme des deux trains est nettement plus importante que les valeurs de la nage en coordination complète, chose qui s'explique par l'insuffisance du volume kilométrique général de la nage dû principalement au manque d'infrastructures spécialisées, surcharge des groupes pédagogiques et des programmes scolaires chose qui limite le temps globale de la pratique sportive.

Concernant les résultats obtenus lors de nos différentes investigations, nous avons constatés que l'ensemble des valeurs proposaient des corrélations très significatives. Ceci étant valable pour les manifestations de force que ce soit des bras à sec ou dans l'eau, de la force des jambes et celle de la nage à coordination complète, et les différents indices de nage. En effet, l'amplitude de nage requiert en plus d'un bagage technique assez conséquent, des prédispositions musculaires pouvant permettre à l'athlète confirmé une efficacité et un rendement du travail aquatique lors de l'activité compétitive, ainsi la puissance musculaire se doit d'être transférable dans la nage et pourra être mise en œuvre à partir de l'appui sur l'eau, dans le cadre du mouvement complexe de la nage sans que ne se posent les problèmes d'hydrodynamiques, de volume ou de densité.

(Cometti, 1996) distingue trois types de séances de musculation pour les nageurs ;

- Les séances de musculation pure (à sec)
- Les séances de musculation dans l'eau avec matériel approprié.
- Les séances de musculation mixtes.

Les séances de musculation mixte (travail a sec et le travail dans l'eau) répondent aux objectifs suivants :

- Solliciter les groupes musculaires en force maximale de façon efficace et de façon spécifique (natation), dans le même enchainement.
- Respecter les règles de la force maximale (charges lourdes, mouvements simples) et les règles de la techniques (nage).
- Contrasté les sollicitations ; tensions maximales et tensions spécifiques dans l'eau.
- Possibilité d'adapter la durée de l'effort en fonction de la distance de compétition.
- Les enchainements sont composés d'alternance de musculation et de natation à intensité maximale
- Les exercices de musculation sont à effectuer à 80% ou plus, les répétitions ne dépasseront pas 6
- Les trajets en natation seront nagés à intensité maximale, les distances pourrons variées de 25 à 100 metre selon la distance de compétition.
- L'alternance idéale est « musculation/ natation / musculation / natation »
- Les transitions entre les exercices de forces et de natation doivent être les plus brefs possible surtout si l'objectif est l'endurance de force
- Le nombre d'enchainement par séance est de 3 à 6, chaque enchainement pouvant être répéter 2 à 4 fois avec une récupération de 4 à 5 minutes.

En effet, tout transfert de travail à sec doit répondre à des normes spécifiques bien définies. La séance d'entraînement dans l'eau suivant la séance de musculation, se doit d'être un prolongement de la séance à sec que ce soit dans la nature du travail ou son contenu, son objectif, son intensité et sa spécificité. Dans le cas contraire, l'athlète ne tirera aucun bénéfice du travail à sec préalablement fourni, et ainsi porter atteinte aux paramètres spatio-temporels et des propriétés kinesthésiques spécifiques ce qui va induire des dysfonctionnements au niveau de l'action compétitive (phase aquatique + retour des bras), et des sensations de « l'eau » qui tendront à diminuer. Tous ces effets néfastes contribueront à l'augmentation de la fréquence et la diminution de l'amplitude ce qui induira une consommation excessive d'énergie et une baisse de la performance. En effet une grande amplitude de nage garantit aux nageurs de haut niveau une distance cyclique plus importante, une économie de nage et donc d'énergie, et la possibilité d'accélérer en fin de parcours.

Durant la phase de préparation spéciale, l'entraîneur doit s'atteler au développement prioritaire des qualités spécifiques du nageur, à l'amélioration maximale des potentialités fonctionnelles de l'organisme. La charge de travail tout au long de la saison sportive doit progressivement basculer du général vers le spécifique. Au niveau des actions motrices spécifiques déterminées, les capacités de force sont directement conditionnées par la structure biomécanique des mouvements, c'est - a- dire, par la possibilité d'engager des groupes musculaires importants.

Par le biais des exercices spécifiques, on résolve les tâches qui consistent à :

- a) Former une base nécessaire à l'exécution des actions motrices efficaces.
- b) Perfectionner la technique de nage (formes rationnelles des mouvements, coordination des éléments et des phases dans le cadre d'un cycle)
- c) Améliorer la faculté de différencier et de maîtriser les sensations musculaires et tactiles.
- d) Compenser et rompre la monotonie des entraînements aquatiques.
- e) Éviter la déperdition des capacités de force survenant lors de la nage prolongée.
- f) Renforcer l'appareil locomoteur du nageur.

Le non respect de l'ensemble de ces règles induit indubitablement l'athlète à accumuler des carences tant au niveau technique, physique et tactique.

Une force acquise à sec durant les longues séances de musculation ne peut être bénéfiques que si les séances d'entraînement spécifiques (dans l'eau) sont conçues de façon à être complémentaires et ainsi potentialiser toute la puissance musculaire acquise en vu d'améliorer le rendement spécifique du nageur lors de l'activité compétitive.

En effet, la haute spécialisation impose une approche de l'entraînement individuel selon les prédispositions physiques, techniques et psychologiques de l'athlète mais surtout, selon les spécificités de sa spécialité.



# CONCLUSION

## **Conclusion**

En natation, la relation qui lie la quantité d'entraînement et la performance est le plus souvent établie de façon empirique à partir de critères simplifiés tel que le nombre d'heures d'entraînement, le volume kilométriques parcourus par séances et par ans ou l'intensité relative des exercices pratiqués.

Nous avons au cours de notre travail, mesuré la corrélation pouvant exister entre la performance (temps du 50m NL et la vitesse de nage) et deux ensembles de variables à savoir la force des bras/jambes à sec et la force spécifique dans l'eau (bras/ jambes et nage a coordination complète).

La corrélation significative entre ces différents paramètres démontre que la force acquise lors des séances de musculation a un grand impact sur les variables étudiées. L'amélioration de la puissance et donc du rendement de l'athlète dans l'eau doit constituer l'un des objectifs primordiaux de l'entraîneur, et afin d'y parvenir, l'entité (athlète/entraîneur) se doit d'unir leur efforts afin d'optimiser l'effet de l'acquisition des potentialités de force à sec et de les rentabiliser durant l'activité aquatique afin de construire un corps projectile et un corps propulseur de haut niveau de rendement.

Le travail de transfert se doit d'être abordé de manière scientifique et rationnelle.

Les programmes d'entraînements de la force générale et spécifique sont établis en fonction de la discipline, du développement individuel de chaque athlète, des diverses phases de l'entraînement et de certains autres facteurs. Il tient compte des spécificités de cette dernière pour choisir et orienter les effets du transfert recherché.

**INDEX  
BIBLIOGRAPHIQUE**

# Index Bibliographique

## 1. Ouvrages :

- 1- **Boulgakova. N:** *Sélection et préparation des jeunes nageurs* Edition, vigo, paris, (1990)
- 2- **Cazorla. G:** *Tests spécifiques d'évaluation du nageur.* Edition A.R.E.A.P.S. Bordeaux cedex, (1993)
- 3- **Cazorla. G :** *Evaluation en natation.* Edition pelayo, P. et sidney, M.LEMH-LRN- Université de lille II, (1994)
- 4- **Chollet. D :** *Approche scientifique de la notation sportive.* Edition, Vigot, Paris, (1997)
- 5- **Cometti. G :** *Les méthodes de développement de la force centre d'expertise de la performance.* Edition, Seriep, Paris, (2013)
- 6- **Cometti. G:** *L'entraînement de la vitesse.* Edition, Chiron, Vincennes, (2012)
- 7- **Counsilman. J. E :** *La natation de Compétition.* Edition, vigo, paris, (1986)
- 8- **Dufour. M :** *Les diamants neuromusculaires.* Edition, volodalen, champagnole, (Juillet2009)
- 9- **Frederic. D :** *La métholde Delavier de musculation.* 2° Edition, Vigot, Paris, (2013)
- 10- **Ferre. J&Leroux. Ph :** *Bases anatomiques et physiologiques de l'exercice musculaire et méthodologie de l'entraînement.* Edition, Amphora, Hendaye, (septembre2009)
- 11- **Hellard.P :** *L'ENTRAINEMENT (Analyse de l'activité).* Edition ,Atlantic, Paris, (1997)

- 12- Hellard.P :** *L'ENTRAÎNEMENT (Méthodologie).* Edition, Atlantica, Biarritz, (1999)
- 13- Legeard. E:** *MUSCULATION. Les fondamentaux pour tous.* Edition, Amphora, Paris, (2007)
- 14- Letzelter. H & M:** *Entraînement de la force.* Edition, Vigo, Publishing Company S.A, Lausanne, (1990)
- 15- Olivier. P:** *Gainage, santé, Forme, préparation.* Edition, Amphora, Paris, (2011)
- 16- Pedroletti.M:** *Natation du débutant à l'international, exercices pratiques.* Edition, Amphora, Paris, (1996)
- 17- Pedroletti.M:** *Les fondamentaux de la natation.* Edition, Amphora, Paris, (2013)
- 18- Poumarat G. & Dabonville M:** *Les parcours en musculation.* Edition, Amphora, Paris, (1992)
- 19- Reiss. D :** *La bible de la préparation physique.* Edition, amphora, Paris, (2013)
- 20- Richard. C :** *LA NATATION.* Edition, Vigot Paris, (1994).
- 21- Seve. C:** *Encadrement et animation de la pratique sportive: aspects psychologiques et pédagogiques.* Edition, Amphora, Hendaye, (septembre 2009)
- 22- Tudoro. B :** *Périodisation de l'entraînement.* Edition, Vigot, Paris, (2003)
- 23- Weineck J:** *Manuel d'entraînement. 3<sup>o</sup> Édition,* Vigot Paris, (1983)
- 24- Weineck J:** *Manuel d'entraînement. 4<sup>o</sup> édition,* Vigot Paris, (1997)
- 25- Zatsiorski :** *les qualités physiques du sportif.* Edition vigo, paris, (1966)

## **2. Revues :**

- 1- **Alain. B :** *Les bases physiologiques de l'exercice musculaire Cours de STAPS Toulouse (2012).*
- 2- **Chollet. D :** *Principes généraux de la motricité en milieu aquatique STAPS paris (1996).*
- 3- **Gilles. C, Arnald. L :** *La musculation du nageur évaluation de la puissance et construction de la séance. STAPS Dijon (2013).*
- 4- **Marc. B :** *Puissance et Natation (2011).*

# ANNEXE

# ANNEXE N° 01

## Présentation de l'échantillon

### Finale A

<i>Place</i>	<i>Nom et prénom</i>	<i>Nation</i>	<i>Naissance</i>	<i>Club</i>	<i>Temps</i>
1	SAHNOUN Oussama	ALG	1992	GSP	22.56
2	BENBARA Nazim	ALG	1998	GSP	23.13
3	LARBAOUI Imed Farid	ALG	1996	WAT	23.78
4	BOUZOUIA Youcef	ALG	1997	DSMB	23.87
5	GALDEM Mahieddine	ALG	1992	SNEB	23.97
6	MESSAOUDENE Omar	ALG	1995	USMA	24.02
7	CHELBAB Walid	ALG	1994	USMA	24.16
8	BOUNADEUR Ali	ALG	1995	R.C.H. ORAN	24.43

### Finale B

<i>Place</i>	<i>Nom et prénom</i>	<i>Nation</i>	<i>Naissance</i>	<i>Club</i>	<i>Temps</i>
9	MIMOUNI Zohir	ALG	1995	SNEB	24.59
10	MAACHOU Reda	ALG	1998	CAP FALCON	24.70
11	KADRI Abderraouf	ALG	1999	SNEB	24.78
12	ABDELAZIZ Adham	ALG	1998	BAHIA NAUTIQUE	24.80
13	BOUTAGHOU Reda	ALG	1971	GSP	24.84
14	BENALI Anes	ALG	2002	GSP	24.88
15	DJEDDAI Yanis	ALG	1997	ASPTT.A	24.91
16	NEDJAR Mohamed	ALG	1996	BAHIA NAUTIQUE	24.93



## ANNEXE N° 02

50m CRAWL Homme final A						
Nom	KAPRALOV	BRUNELLI	ILES	SCHOEMAN	KIZIEROWSKI	
Prénom	ANDREY	NICHOLAS	SALIM	ROLAND	BARTOSZ	
Temps final	0.2216	0.2225	0.2215	0.2169	0.2194	
Temps d'envol	0.0097	0.0093	0.0120	0.012	0.0107	
Temps 1 <sup>er</sup> mouvement	0.0277	0.0365	0.0320	0.0315	0.0289	
Temps 15m	0.0568	0.0552	0.0568	0.0528	0.0548	
Temps 1 <sup>er</sup> 25M	0.1040	0.1032	0.1036	0.0992	0.1012	
Temps 2 <sup>ème</sup> 25M	0.1176	0.1193	0.1179	0.1177	0.1182	
% 1 <sup>er</sup> 25m/temps final	46.93	46.38	46.77	45.74	46.13	
% 2 <sup>ème</sup> 25m/temps final	53.07	43.62	53.23	54.26	53.97	
Temps dernier 7.5m	0.0344	0.0345	0.0387	0.0349	0.0350	
Nombre d'attaque	43	37	37	35	43	

## ANNEXE N° 03

<i>100m Crawl hommes final A</i>						
<i>Nom</i>	<i>HAYDEN</i>	<i>PHELPS</i>	<i>MAGNINI</i>	<i>SCHOEMAN</i>	<i>NEETHLING</i>	<i>D.</i>
<i>Prénom</i>	BRENT	MICHEL	PHILIPPO	ROLAND	RYK	
<i>Temps final</i>	0.4892	0.4899	0.4812	0.4828	0.4834	
<i>Temps d'envol</i>	0.0097	0.0093	0.0120	0.012	0.0107	
<i>Temps 1<sup>er</sup> mouvement</i>	0.0277	0.0365	0.0320	0.0315	0.0289	
<i>Temps 15m</i>	0.0568	0.0552	0.0568	0.0528	0.0548	
<i>Temps 1<sup>er</sup> 25m</i>	0.1040	0.1032	0.1036	0.0992	0.1012	
<i>Temps 2<sup>ème</sup> 25m</i>	0.1276	0.1293	0.1279	0.1277	0.1282	
<i>Temps 3<sup>ème</sup> 25m</i>	0.1236	0.1197	0.1178	0.1194	0.1199	
<i>Temps 4<sup>ème</sup> 25m</i>	0.1316	0.1315	0.1320	0.1392	0.1342	
<i>% 1<sup>er</sup> 25m/temps final</i>	22.16	22.54	22.19	20.96	21.51	
<i>% 2<sup>ème</sup> 25m/temps final</i>	25.67	26.19	25.89	25.48	25.92	
<i>% 3<sup>ème</sup> 25m/temps final</i>	25.27	24.43	24.48	24.73	24.80	
<i>% 4<sup>ème</sup> 25m/temps final</i>	26.90	26.80	27.43	28.83	27.76	
<i>Temps 1<sup>er</sup> 50m</i>	0.2340	0.2387	0.2314	0.2242	0.2293	
<i>Temps 2<sup>ème</sup> 50m</i>	0.2550	0.2512	0.2498	0.2586	0.2541	
<i>Temps dernier 7.5m</i>	0.0344	0.0345	0.0387	0.0449	0.0350	
<i>Nombre d'attaque</i>	69	61	70	69	71	

## ANNEXE N° 04

Nom : ..... Date d'évaluation : .....

Prénom : ..... Heure d'évaluation : .....

Année de Naissance : ..... Lieu d'évaluation : .....

Club : ..... Nom de l'examineur : .....

P. 1<sup>ère</sup> spécialité : ..... Prénom de l'examineur : .....

P. 2<sup>ème</sup> spécialité : ..... Grade de l'examineur : .....

### Fiche d'évaluation

#### Test d'évaluation de la force à sec

Epreuve de détente verticale (M)				Epreuve de traction sur banc de natation (Kg)				Observation
1 <sup>er</sup> essai	2 <sup>ème</sup> essai	3 <sup>ème</sup> essai	Meilleur résultat	1 <sup>er</sup> essai	2 <sup>ème</sup> essai	3 <sup>ème</sup> essai	Meilleur résultat	

Légende :

P : performance

M : Mètre.

Kg : Kilogramme.

## ANNEXE N° 05

Nom : ..... Date d'évaluation : .....

Prénom : ..... Heure d'évaluation : .....

Année de Naissance : ..... Lieu d'évaluation : .....

Club : ..... Nom de l'examineur : .....

P. 1<sup>ère</sup> spécialité : ..... Prénom de l'examineur : .....

P. 2<sup>ème</sup> spécialité : ..... Grade de l'examineur : .....

### Fiche d'évaluation

#### Test d'évaluation de la force dans l'eau (Kg)

Epreuve du battement de jambes avec planche			Epreuve d'attaque de bras avec PULLBOY			Epreuve de nage a coordinatio <sup>2</sup> n complète			Observation
1 <sup>er</sup> essai	2 <sup>ème</sup> essai	Meilleur résultat	1 <sup>er</sup> essai	2 <sup>ème</sup> essai	Meilleur résultat	1 <sup>er</sup> essai	2 <sup>ème</sup> essai	Meilleur résultat	

Légende :

P : performance

Kg : Kilogramme.

## ملخص

إن ملاحظة السباحين ذوي المستوى العالي خلال المسابقات الدولية، يسمح لنا بتقدير درجة تطوير أبدانهم. في الواقع إن تطور الأرقام القياسية في جميع المسافات والتخصصات يبرر تطور عملية التعضيل خارج الماء بجميع أشكالها. للتحقق متأثر بقوة العضلات على مردود التقنية الخاصة داخل الماء لدى السباحين الجزائريين للمسافات القصيرة المختصين في تقنية الزحف، قمنا باستخدام الطريقة الدينامومترية لقياس مختلف العوامل. بعد تحليل النتائج، لاحظنا ارتباطاً قوياً بين قوة الأرجل/الأذرع في الوسط الجاف وداخل الماء، نفس الملاحظة لمختلف القوى والنتائج على مسافة 50م.

إذا كانت عملية التعضيل هي ضرورية للتغلب على المقاومات المتعلقة بالوسط، فإن طرق وأساليب قيادة هذا البرنامج ستضمن تنقلاً إيجابياً مثلثوق السباح العضلية وذلك من أجل ضمان مردود أفضل للعمليات الحركية الخاصة.

**الكلمات المفتاحية:** سباح المسافات القصيرة، الزحف (السباحة الحرة)، القوة في الوسط الجاف، القوة داخل الماء.

## **Abstract**

The observation of high-level swimmers during the international competitions lets us estimate their degree of physical development. Indeed, the evolution of the records in all distances and specialties justifies the evolution on behalf of the work of muscle training outside the water in its different forms. To verify the impact of the muscular power on the efficiency of specific movement in the water at the Algerian swimmers Crawl sprinters specialists, we used the dynamometric method to measure the various parameters. After analysis of results, we established a very significant correlation between the dry strength of legs / arms and in the water, the same report for the various strengths and the performance on 50m.

If the work of body-building is a necessity to overcome resistances related to the environment, the methods and the way of leading schedules is going to guarantee an optimal positive transfer of power potential of the swimmer to assure the best efficiency on its specific motor actions.

**Keywords:** short-distance runners, Crawl, dry Strength, Strength in water.

## Résumé

L'observation des nageurs de haut niveau lors des compétitions internationales, laisse apprécier leur degré de développement physique. En effet l'évolution des records dans toutes les distances et spécialités justifie l'évolution de la part du travail d'athlétisation hors de l'eau sous toutes ces formes. Pour vérifier l'impact de la puissance musculaire sur le rendement du geste spécifique dans l'eau chez les nageurs sprinters algériens spécialistes de la technique du Crawl, nous avons utilisé la méthode dynamométrique pour mesurer les différents paramètres. Après analyse des résultats, nous avons établi une corrélation très significative entre la force des jambes/bras à sec et dans l'eau, même constat pour les différentes forces et la performance sur le 50m.

Si le travail de musculation est une nécessité pour vaincre les résistances liées au milieu, les méthodes et la manière de mener ce programme va garantir un transfert positif optimal du potentiel de puissance du nageur pour assurer le meilleur rendement de ses actions motrices spécifiques.

**Mots clés :** Sprinters, Crawl, Force à sec, Force dans l'eau.