

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université de Hassiba Benbouali - Chlef

Institut d'éducation physique et sportive.

Département d'Entraînement Sportif.



THÈSE

Présentée pour l'obtention du diplôme de

DOCTORAT -ES-SCIENCE

Filière : Entraînement Sportif.

Spécialité : Entraînement Sportif.

Thème :

Détermination des facteurs physiques en karaté do pour la spécialisation et l'optimisation de la préparation athlétique.

Présenté par l'étudiant :

HACHI ZOUBIR

Sous la direction :

Pr. SAIDI ZERROUKI Youssouf

Les membres de la commission de soutenance

Nom et prénom	L'établissement d'origine	Grade	En qualité
Beghoul Fethi	Université d'Alger 03	Professeur	Président
Saidi Zerrouki Youssouf	Université de Chlef	Professeur	Rapporteur
Ousmail Makhoulf	Université de Chlef	Professeur	Examineur
Bennour Maamar	Université de Chlef	MCA	Examineur
Belaïd Akil A.kader	Université khemis Miliana	Professeur	Examineur
Gendouzane Nadir	Université de Boumerdes	Professeur	Examineur

Année Universitaire : 2020/2021

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université de Hassiba Benbouali - Chlef

Institut d'éducation physique et sportive.

Département d'Entraînement Sportif.



THÈSE

Présentée pour l'obtention du diplôme de

DOCTORAT -ES-SCIENCE

Filière : Entraînement Sportif.

Spécialité : Entraînement Sportif.

Thème :

Détermination des facteurs physiques en karaté do pour la spécialisation et l'optimisation de la préparation athlétique.

Présenté par l'étudiant :

HACHI ZOUBIR

Sous la direction :

Pr. SAIDI ZERROUKI Youssouf

Les membres de la commission de soutenance

Nom et prénom	L'établissement d'origine	Grade	En qualité
Beghoul Fethi	Université d'Alger 03	Professeur	Président
Saidi Zerrouki Youssouf	Université de Chlef	Professeur	Rapporteur
Ousmail Makhoulf	Université de Chlef	Professeur	Examineur
Bennour Maamar	Université de Chlef	MCA	Examineur
Belaid Akil A.kader	Université khemis Miliana	Professeur	Examineur
Gendouzane Nadir	Université de Boumerdes	Professeur	Examineur

Année Universitaire : 2020/2021

Dédicaces

Ce travail est dédié...

A mon défunt Père... Symbole de bonté, de droiture et d'honnêteté.
En hommage aux efforts, ainsi qu'aux sacrifices qu'il n'a jamais cessé de consentir pour moi.
Qu'il trouve dans le présent travail, ma gratitude et ma Profonde affection,

A ma Mère... Symbole d'affection et d'amour éternel...Je reste éternellement reconnaissant pour toutes ces années d'amour.
Qu'elle trouve dans ce travail le témoignage de ma reconnaissance et de mon affection.

A mon épouse... Pour son affection, sa compréhension, ses encouragements, son soutien, et surtout sa patience.
Qu'elle trouve dans ce travail l'expression de mon affection et de mon amour.

A mon frère Nadir et sa grande famille,
A mes sœurs, leurs enfants et leurs maries,
A ma belle mère, ses enfants et ses neveux,
A toute la famille, sans exception,
A tous mes amis, mes collègues, mes étudiants et mes élèves
A tous ceux qui m'ont donné le courage de terminer ce travail,
Avec tout mon amour et toute mon affection.

A mon Directeur de thèse : **Professeur Saidi Zerrouki Youssouf**
Vos conseils judicieux, vos orientations précieuses et votre soutien continu m'ont profondément aidé pour la réalisation de ce travail.
Nous apprécions beaucoup votre grande contribution pour les explorations fonctionnelles que vous menez en vue de l'amélioration continue du Sport de Performance en Algérie.
Votre disponibilité et vos qualités humaines à mon égard m'ont profondément touché. Veuillez croire, cher Professeur, à ma grande affection et ma profonde reconnaissance.

Je n'oublierais jamais ce que vous avez fait pour moi...
Merci du fond du Cœur.

Une dédicace particulière pour mon ami et mon frère **Sensei Morsli Med Abdelamlek** ; une Grande Personnalité du Karate Algérien, un Grand Sensei, un des pionniers du Karate à l'ESSTS et le 1^{er} Enseignant de la Spécialité Karate Do.

Une grande pensée à **Sensei Zoubir Benmerdja**, un compagnon de parcours et un Grand Sensei, Passionné du Karate Do, Allah yarahmou.

Ces deux personnalités m'ont beaucoup inspirés et aidés et j'ai beaucoup appris d'eux. Qu'ils trouvent dans ce passage, l'expression de ma reconnaissance, de ma gratitude et ma Haute considération. Respects à Vous. **Ossu Sensei.**

Remerciements

Cette thèse est le résultat de dynamiques d'interaction avec de nombreuses personnes sans lesquelles ce travail n'aurait pas pu aboutir, Particulièrement

Mon directeur de thèse : **Professeur Saidi Zerrouki Youssouf**,

J'espère que ce manuscrit sera un remerciement à la hauteur de vos exigences, de votre investissement et de vos encouragements continus durant ce travail de ma thèse.

Au staff pédagogique et administratif et à tout le personnel de la faculté et du département de l'éducation physique et sportive de Chlef :

Je tiens à vous remercier pour l'aide et l'assistance et toutes les facilités accordées pour la réalisation de ce travail.

A Messieurs les membres de mon jury de thèse :

Je tiens à les remercier pour le temps qu'ils ont pris à expertiser ce manuscrit, et l'intérêt qu'ils ont pu y porter :

- **Professeur** : Belghoul Fethi, Université d'Alger 03.
- **Professeur** : Ousmail Makhlouf , Université de Chlef.
- **Professeur** : Benour Mohamed, Université de Chlef.
- **Professeur** : Belaid Akil A. kader, Université de Khemis Méliana.
- **Professeur** : Guendouzane Nadir, Université de Boumerdes.

Mes sincères remerciements pour avoir accepté de juger notre travail.

A tous ceux qui ont contribues de prés dans la réalisation de ce manuscrit notamment :
Pr Benhamed Nouredine, Dr Zerrat Derrradji, Dr Saidi Zerrouki Djamel, Dr Seddouki Kamel, et mon frère Djamel Maouche

Merci pour tous ce que vous avez fais pour moi, vous êtes de véritables amis.

Un remerciement particulier a mon cher frère **Zerrat Derrradji** pour le soutien et l'accompagnement.

Un grand remerciement pour les athlètes qui ont acceptés d'être évaluer bénévolement que ce soit au niveau de l'école Supérieure en Sciences du sport ou de l'équipe nationale ou des différents clubs de Performance, plus particulièrement :

Taki Eddine Diafi et Achache Mouadh.

Un remerciement particulier à tous mes étudiants et à tous mes élèves de

Karate Do : Vous êtes ma source d'inspiration et mon laboratoire de recherche et c'est grâce à vous que j'ai appris à "Comprendre" et à "Progresser".

A vous tous : Merci du fond du cœur : votre frère ***Zoubir Hachi.***

Résumé :

Cette étude porte sur l'évaluation du profil de performances physiques de notre élite nationale kata et kumite, dans le but d'identifier les différences au niveau physique qui pourraient être importantes pour la spécialisation et la préparation, et de déterminer l'existence d'une corrélation au niveau technique et athlétique.

Quatorze athlètes masculins ont pris part à cette étude, composés de Six (06) en kata et huit (08) en kumite avec une moyenne d'âge de **(26,214 ans)** pour l'ensemble du groupe testé, considérés parmi les meilleurs de l'élite Algérienne en Karate de la saison sportive 2017-2018. Ils ont été soumis à des mesures anthropométriques (poids, taille, IMC), et aux tests physiques (Test de Force Maximale) et physiologique (VMA et Puissance mécanique Anaérobie).

La méthode utilisée pour résoudre les problèmes posée est la méthode descriptive qui répond au mieux à ce type de recherche.

Les résultats des tests réalisés avec l'élite algérienne affichent des valeurs importantes sur le plan de la force maximale, de la Puissance Maximale Anaérobie. Par ailleurs, les valeurs de la Vitesse Maximale Aérobie sont acceptables, mais qui restent un peu éloignées de celles enregistrées par l'élite mondiale. Il est souligné qu'aucunes différences significative n'a été enregistrée entre les deux groupes sur l'ensemble des facteurs évalués,

Une homogénéité dans le développement des différentes qualités physiques a été affichée, sauf pour le Soulevé de Terre en faveur de l'élite Kumite.

Une différence très significative concernant la puissance absolue, et significative pour la puissance relative et le développé couche chez l'élite kata a été enregistré.

Chez l'élite algérienne kata et kumite, une différence significative a été enregistrée concernant la puissance absolue et la puissance relative

Les résultats obtenus n'affichent aucunes différences significatives entre les tests physiques et la performance athlétique pour l'ensemble de l'élite nationale, et entre la performance athlétique et la performance technique en kumite.

L'élite algérienne présente un niveau de performance technique élevée chez l'élite kata avec un niveau de performance athlétique modeste, et un niveau de performance technique modeste chez l'élite kumite avec un niveau de performance athlétique acceptable,

L'élite nationale possède les prédispositions pour affronter le niveau mondial avec assurance et succès (comparaison établies selon les études d'Imamura, 1998 ; Roschel, 2009 ; Doria et al, 2009 ; Petrov et Stephan, 2020)., mais les qualités physiques ne constitueraient pas encore à ce niveau de performance, le seul élément déterminant.

Mots clés : Évaluation, facteurs physiques, Haut niveau, Karate Do

Abstract:

This study evaluates the physical performance profile of our national kata and kumité elite, with the aim of identifying differences in physical performance that may be important for specialization and preparation, and to determine the existence of a correlation in technical and athletic performance. Fourteen male athletes took part in this study, composed of Six (06) in kata and eight (08) in kumité with an average age of (26.214 years) for the entire group tested, considered among the best of the Algerian elite in Karate of the sports season 2017-2018. They were subjected to anthropometric measurements (weight, height, BMI), and physical tests (Maximum Strength Test) and physiological (VMA and Anaerobic Mechanical Power). A similarity was recorded between elite kata and elite kumite. These values indicate a great homogeneity of the two groups in terms of height, weight, BMI. Our national elite presents an average height with an acceptable stature, a normal Corpulence, and an age which his in the last stage of performance. The results of the tests carried out with the Algerian elite show significant values in terms of maximum strength, Maximum Anaerobic Power. In addition, the values of the Maximum Aerobic Speed are acceptable, but remain a little far from those recorded by the world elite. It is note dthat no significant differences were recorded between the two groups on all the evaluated factors. A homogeneity in the development of the different physical qualities was indicated, except for the deadlift in favor of the elite Kumite. A very significant difference in absolute power, and a significant difference in relative power and benchpress in the elite kata was recorded. Among the Algerian elite in kata and kumite, a significant difference was recorded in absolute power and relative power. The results obtained show no significant differences between the physical tests and the athletic performance for the entire national elite, and between the athletic performance and the technical performance in kumite. The Algerian elite has a high level of technical performance in elite kata with a modest level of athletic performance, and a modest level of technical performance in elite kumite with an acceptable level of athletic performance. The national elite have the predisposition to compete confidently and successfully at the world level (comparison based on studies by Imamura, 1998; Roschel, 2009; Doria et al, 2009; Petrov and Stephan, 2020). However, physical qualities are not yet the only determining factor at this level of performance.

Key words: Evaluation, physical factors, High level, Karate Do

ملخص

تهتم هذه الدراسة بتقييم الأداء البدني للنخبة الوطنية من كاتا و كيمي تي (منافسة القتال الحر) , بغية تحديد الاختلافات البدنية التي قد تكون هامة للتخصص والتحضير و كذا تحديد العلاقة بين الأداء الفني والرياضي .

وقد شارك 14 رياضي ذكور في هذه الدراسة منهم ستة (06) في الكاتا وثمانية (08) في الكيمي تي , متوسط العمر (26.214 سنة). و تعتبر المجموعة التي تم اختبارها من بين أفضل عناصر النخبة الجزائرية في الكاراتي للموسم الرياضي 2017-2018, وقد شملت الاختبارات قياسات الطول والوزن البنية العضلية إضافة إلى العمر. أما فيما يخص القياسات البدنية, فقد شملت إختبار القوة القصوى لعضلات للرجلين و اليدين و الظهر . إضافة إلى القدرة الميكانيكية اللاهوائية (PMA) و السرعة القصوى الهوائية (VMA).

وقد سجلت أوجه تشابه بين نخبتي الكاتا و الكومي تي, و تعبر هذه القيم عن تناسق كبير بين المجموعتين من حيث الحجم والوزن و الطول و أيضا العمر, بحيث تتميز النخبة الوطنية بطول متوسط و بنية جسدية مقبول و تطور بدني طبيعي أما السن, فإنه مقارب لآخر مرحلة من الأداء النخبوي.

تظهر نتائج الاختبارات التي أجريت مع النخبة الجزائرية قيم هامة من حيث القدرة القصوى لا هوائي, أما قيم المعدل الأقصى للسرعة الهوائية القصوى, فإنها تعتبر مقبولة ولكنها تظل بعيدة عن تلك التي سجلتها النخبة العالمية. وقد تم التأكيد على أنه لم يتم تسجيل أي اختلافات كبيرة بين المجموعتين فيما يتعلق بجميع العناصر التي تم تحديدها.

وقد شوهد تجانس في تطوير مختلف الصفات البدنية باستثناء القوة القصوى لتمارين الرفع من الأرض لصالح نخبة الكيمي تي. .

وقد سجل فارق كبير جدا في القدرة اللاهوائية القصوى وفارق كبير بالنسبة للقدرة النسبية و تمرين الصدر عند اختصاصي الكاتا.

كما سجلت في صفوف النخبة الجزائرية كاتا و كيمي تي اختلافا كبيرا في القدرة القصوى والقوة النسبية بحيث لا توجد اختلافات كبيرة بين الجانب البدني والأداء التنافسي الرياضي من جهة, وبين الأداء التنافسي الرياضي و المستوى الفني عند لاعبي الكيمي تي.

تتميز النخبة الرياضية للكراتي في الجزائر بمستوى عال من الأداء التقني لدى نخبة كاتا مع انخفاض مستوى الأداء الرياضي التنافسي ومستوى الأداء التقني المتواضع لدى النخبة الكيمي تي مع مستوى مقبول من الأداء الرياضي التنافسي..

تتميز النخبة الوطنية بقاعدة بدنية مقبولة جدا لمواجهة المستوى العالمي بكل أمان و فعالية (وفقا لمقارنة دراسات إيمامورا لعام 1998, روشيل 2009 , دوريا وآخرون 2009, بيتروف وستيفان 2020 , و آخرون) , علما بأن الجانب البدني لا يشكل بعد العنصر الوحيد الحاسم في تحصيل النخبة العالية .

الكلمات المفتاحية: التقييم – القدرات البدنية – المستوى العالي – الكاراتيه دو.

Sommaire

Dédicaces	I
Remerciements	II
Résumé	III
Abstract	IV
ملخص	V
Sommaire	VI
Liste des tableaux	VII
Liste des graphes	VIII
Liste des figures	IX
Liste des Abréviations	X
Introduction	1
Contexte général.....	5
1. Le cadre général de la recherche.	6
2. La problématique.....	9
2.1. La Problématique centrale.	10
2.2. La Problématiques secondaires.....	10
3. Les hypothèses.	11
3.1. L'Hypothèse Centrale :.....	11
3.2. Les Hypothèse Secondaires :.....	11
4. Les objectifs.	11
5. Les tâches.	12
6. Les Motifs du choix du thème.....	12
7. L'intérêt scientifique de la recherche.	13
8. La définition des concepts.....	13
8.1. Le Karate Do	13
8.2. Le Haut Niveau :.....	13
8.3. L'Evaluation :.....	15
8.4. Les Facteurs Physiques :.....	16
9. Analyse de l'activité Karaté.....	19
9.1. Le Kunité (combat libre).	19
9.2. Le kata.	20
10. Les études antérieures.	22

1 ^{er} Partie : Revue de la littérature	42
Chapitre I : Approche Technique en Karate.....	Erreur ! Signet non défini.
Préambule.....	48
1.1. Technologie du Karaté Do.	49
1.2. Importance de la technique en karaté Do.	51
1.3. L'efficacité de la technique en karaté Do.	53
1.3.1. Les principes de la rationalité de la technique de karaté Do, du point de vue de la biomécanique.	53
1.3.2. Détermination de l'efficacité des actions combatives.....	54
1.3.3. Le secret de l'efficacité de la technique de karaté Do	54
1.3.4. Les principaux facteurs de l'efficacité de la technique en karaté Do	55
1.3.5. La puissance des actions combatives en karaté Do.....	57
1.4. Les bases biomécaniques des techniques de karaté Do.....	61
1.5. Organisation générale des techniques de Karaté Do.	63
1.5.1. Te Waza (Techniques de mains).....	64
1.5.1.1. Tsuki Waza (Attaques Directes).....	64
1.5.1.2. Uchi Waza (Attaques Indirectes).....	65
1.5.1.3. Uke Waza (Techniques de Blocage).....	66
1.5.2. Keri Waza (Techniques de jambes et de pieds).	67
1.5.3. Dachi Waza (Techniques de Positions).	69
1.5.4. Les Postures : (Repōzu).	69
1.5.5. Kawashi Waza (Les techniques d'esquives).....	70
1.6. Les katas.	70
1.6.1. Les katas et le Budo.	71
1.6.2. Les Katas Shotokan Ryu.	71
1.6.3. Les éléments d'un kata.....	74
1.7. Le Kihon.....	75
1.7.1. Les finalités du kihon.....	76
1.7.2. Organisation générale des kihon.	76
1.8. Le Kumité.....	78
1.8.1. Classification universelle des assauts.	79
1.8.2. Les composantes spécifiques du kumite.	81
Conclusion.....	82

Chapitre II : Approche athlétique en Karate Do.....	83
Préambule.....	84
2.1. Les exigences de la performance athlétique en Karaté.	85
2.1.1. Définition de la performance :	85
2.2. Les exigences techniques.	91
2.3. Les exigences tactiques.	95
2.3.1. Analyse posturale des karatékas en situation de combat	96
2.4. Les exigences physiques.	97
2.4.1. L’histoire de la préparation physique en Karate Do.	97
2.4.2. L’intérêt de la préparation physique en Karate de compétition.	100
2.4.3. Résultats de recherches spécifiques aux performances Physiques en Karate de Compétition.....	108
2.4.4. Les qualités physiques du karateka de Haut Niveau.....	115
2.5. Les exigences morphologiques.	116
2.5.1. Les composantes de la condition physique :(Chabane et all, 2012).	117
2.5.1.1. La composition corporelle :.....	117
2.5.1.2. Somatotype :.....	117
2.5.1.3. Densité minérale osseuse :.....	118
2.6. Les exigences physiologiques.	119
2.7. Les exigences psychologiques.	128
2.7.1. L’état de « flow » :.....	131
2.7.2. Les types de Personnalité du combattant :.....	132
Conclusion.....	134
Chapitre III : Les facteurs de la condition physique en Karate Do	135
Préambule.....	136
3.1. L’endurance.....	137
3.1.1. L’entraînement en aérobie	137
3.1.2. Notion de l’aptitude aérobie.....	137
3.1.3. Les formes de l’endurance.	138
3.1.3.1. L’Endurance Générale.....	138
3.1.3.2. L’Endurance Spéciale (Puissance Aérobie) :	140
3.1.4. La consommation maximale d’oxygène (VO ₂ max).....	141
3.1.4.1. La relation entre le VO ₂ max et l’entraînement d’endurance.....	141

3.1.5.	La Puissance Maximale Aérobie (PMA).	143
3.1.6.	La Vitesse Maximale Aérobie (VMA).	144
3.1.6.1.	Le rapport entre le VO2Max et la VMA :	145
3.1.6.2.	Le rapport entre la fréquence cardiaque (FCM) et la VMA :	145
3.1.6.3.	L'intérêt de la connaissance de la VMA :	145
3.1.6.4.	La notion de temps limite à la VMA :	146
3.1.7.	Les méthodes d'entraînements du processus aérobie.	146
3.1.7.1.	Le travail continu :	146
3.1.7.2.	Le travail intermittent :	147
3.2.	La force.	148
3.2.1.	Définitions et généralités.	148
3.2.2.	L'importance de la force.	149
3.2.2.1.	L'importance de la force pour l'acquisition de la vitesse.	149
3.2.2.2.	Rôle de la force musculaire dans la technique :	150
3.2.2.3.	Importance du transfert technique :	150
3.2.3.	Les facteurs déterminant la force motrice.	150
3.2.3.1.	La coordination intramusculaire :	150
3.2.3.2.	La coordination intermusculaire :	151
3.2.4.	Les modalités de l'entraînement de la force.	153
3.2.5.	Les types de force.	154
1.	La Force Maximale.	154
2.	La Force-Vitesse.	155
3.	La force Endurance.	156
3.2.6.	Interaction de la force avec d'autres formes de sollicitations motrices.	157
3.2.6.1.	Interaction de la force avec la Vitesse :	157
3.2.6.2.	Interaction de la force avec la Mobilité :	157
3.2.6.3.	Interaction de la force avec la capacité de Coordination :	157
3.2.6.4.	Interaction de la force avec l'Endurance :	158
3.2.7.	Les procédés appropriés au développement des Pics de la Force Maximale...	158
1.	L'interaction génère des niveaux de la force maximale :	158
2.	L'interaction génère du niveau de la puissance maximale :	158
3.	L'interaction génère du niveau de la vitesse maximale :	158
3.2.8.	Les procédés pour le développement de la force maximale.	159

3.2.8.1.	Le procédé de base : Les efforts maximaux concentriques.	159
3.2.8.2.	Les autres procédés.	160
3.2.8.3.	Les Combinaison des procédés pour le développement de la force maximale : 161	
3.2.9.	Règle principale de programmation des procédés à force maximale :	162
▪	Les effets attendus dominants :	162
▪	Les adaptations physiologiques attendues	163
3.2.10.	Le développement de la force explosive.	163
3.2.10.1.	Le développement de la force maximale.	163
3.2.10.2.	L'amélioration des capacités du système neuromusculaire.	164
3.2.10.3.	Utilisation des fibres IIB :	166
3.2.10.4.	Développement de la raideur de la CES :	166
3.3.	La Puissance Anaérobie Maximale.	167
3.3.1.	Définition de la puissance Anaérobie Alactique.	167
3.3.2.	Les effets de l'effort maximal.	168
3.4.	Relations de la vitesse avec les autres qualités physiques.	168
Conclusion.....		169
Chapitre IV : L'évaluation comme moyen de sélection et de développement.....		170
Préambule.....		171
4.1.	Définition de l'évaluation.....	172
4.2.	L'intérêt de l'évaluation.	173
4.3.	Les Types d'évaluations.	174
4.3.1.	Évaluation diagnostique.....	174
4.3.2.	Évaluation formative.....	174
4.3.3.	Évaluation sommative.....	174
4.4.	Les critères de l'évaluation.	175
4.5.	Le placement de l'évaluation dans le temps.....	175
4.6.	L'évaluation des aptitudes de l'athlète.....	175
4.7.	L'évaluation des qualités concernées par l'étude.	176
4.7.1.	L'évaluation de la Force Maximale.	176
4.7.2.	L'évaluation de la Vitesse Maximale Aérobie (VMA ou VAM).	177
4.7.2.1.	Méthode d'évaluation au laboratoire :	177
4.7.2.2.	Méthode d'évaluation sur le terrain :	177

4.7.2.3.	Impact physiologique et pourcentage de la VMA :	179
4.7.2.4.	VMA et l'évaluation de l'endurance aérobie :	180
4.7.2.5.	VMA et extrapolation de VO2 Max :	181
4.7.3.	L'évaluation de la Puissance Maximale Anaérobie.	182
Conclusion.....		185
2 ^{ème} Partie : Méthodologie de la recherche		186
Chapitre V : Procédures Méthodologique de la recherche.....		187
Préambule :		188
5.1.	Caractéristiques de l'échantillon.	189
5.1.1.	Les critères d'inclusion.	189
5.1.2.	Les critères de non-inclusion.	189
5.2.	Les Moyens.	191
5.3.	Les critères d'un test de terrain.	191
5.4.	Les Protocole des tests physiques.....	192
5.2.1.2.	Le protocole du Test de la Force Maximale :	197
5.2.1.3.	Le protocole du Test de la Puissance mécanique maximale anaérobie (Test de force-vitesse).	199
5.3.	Les Méthodes.	202
5.3.1.	Méthodes d'analyse bibliographique.	202
5.3.2.	Mesures anthropométrique.....	202
5.3.3.	Méthode de Tests.	202
5.3.4.	Méthode statistique.	203
5.4.	Organisation de la recherche.	203
5.4.1.	Les démarches la recherche.	203
5.4.2.	Le déroulement de la recherche.	207
Conclusion.....		208
Chapitre VI : Présentation, interprétation et discussion des résultats.		209
Préambule.....		210
6.1.	Présentation, interprétation et discussion des résultats généraux.....	211
6.2.	Présentation des résultats des mesures anthropométriques.	215
6.3.	Présentation des résultats des Tests physiques.....	222
6.4.	Présentation des résultats de la Corrélations entre les Tests physiques et la performance athlétique.	238

6.5. Présentation des résultats de la Corrélations entre la performance athlétique et la performance technique chez l'élite kumite.	239
6.6. Présentation des résultats de la Corrélations entre la performance athlétique et la performance technique chez l'élite kata.	240
6.7. Présentation des résultats de la Corrélations entre la performance athlétique et la performance technique chez l'élite kata et kumite.	241
Constatations	243
Discussions.....	244
Conclusions	256
Bibliographie	
Annexes	

Liste des tableaux

Tableau 1 : La vitesse des coups en Karate (Gottsmann F. 1977).....	59
Tableau 2 : La Vitesse des coups de pieds en Karate (Gottsmann F. 1977).....	59
Tableau 3 : La Force des coups de pieds en Karate (Gottsmann F. 1977).	60
Tableau 4: Temps d'exécution des techniques de Karate (Gottsmann F. 1977).	60
Tableau 5: Les techniques fondamentales du Karaté selon Maître Nishiyama.	64
Tableau 6 : Origine des Katas du Karate.	72
Tableau 7 : Les catégories des katas du Karate.	72
Tableau 8 : Classification des Kihons en Karate Do.	77
Tableau 9: Classification universelle des assauts.	79
Tableau 10 : Progression pédagogique dans l'enseignement des assauts (Kanazawa H.).....	80
Tableau 11: Éléments de la forme physique et de la performance. (Dexter Shim .W, 2012)	88
Tableau 12: Caractéristiques générales des combats du championnat du monde de Tokyo, 2008.....	91
Tableau 13: Performance des karatékas dans les épreuves de détente verticale.....	107
Tableau 14: Performance des karatékas dans le test de charge maximale en 1-RM	110
Tableau 15: l'aptitude aérobie des athlètes de karaté Chaabane et al, 2009)	128
Tableau 16: Les types de Personnalités du combattant (Oliva Seba).	133
Tableau 17 : Indication des valeurs de VO ₂ max en fonction de niveau de condition physique (Reiss et Prévost, 2013).....	142
Tableau 18: Prédiction de temps en fonction de VAM, (Reiss et Prévost, 2013).	143
Tableau 19: Le rapport fréquence cardiaque et VMA, (Cordelette, 2003).	145
Tableau 20 : Restauration d'ATP en fonction du temps d'exercice. Fox et Matthews, (1983).	148
Tableau 21: Les facteurs favorisant la coordination intermusculaire	152
Tableau 22: Méthodes de développement de la force selon Zatiorsky (1966).	153
Tableau 23: Correspondance entre la charge maximale et le nombre de répétitions (version adaptée de la table Berger).	177
Tableau 24 : Les principaux tests de VMA.	179
Tableau 25: Impacts physiologiques obtenus par les différents pourcentages de VMA sollicités. (Thomas, 1998)	180
Tableau 26: Synthèse des résultats des principales études portant la durée limite de maintien d'un pourcentage de la vitesse aérobie maximale : On remarquera la disparité de ces durées.	181
Tableau 27: Équation de prédiction de VO ₂ max en fonction de la vitesse de course et résultat à partir de l'hypothèse d'une VAM de 20 km/h.....	182
Tableau 28 : Indication des valeurs de VO ₂ max en fonction de niveau de condition physique (Reiss et Prévost 2013).....	182
Tableau 29 : Distribution des différents types de fibres musculaires en % du nombre total (d'après les données de Gollnick 1973, Bell 1980, Colling-Saltin 1980).....	184
Tableau 30 : mesures anthropométriques des sujets évalués	189
Tableau 31: mesures anthropométriques des Spécialistes en Kata évalués	189
Tableau 32 : mesures anthropométriques des Spécialistes en Kumite évalués	190

Tableau 33: Caractéristiques générales de l'échantillon.....	190
Tableau 34: variables mesurées.	192
Tableau 35: Correspondance de Vitesse de courses YOYO Récupération Intermittente Niveau	197
Tableau 36 : présentation des meilleures performances mondiales réalisées par notre échantillon.	205
Tableau 37 : présentation Ranking mondiale réalisées par notre échantillon (sportdata.org/wkfranking).....	205
Tableau 38 : présentation du Ranking mondiale réalisées par notre échantillon (WKF CURRENTRANKING-COUNTRIES).....	206
Tableau 39 : Présentation des résultats récapitulatifs de l'échantillon.	211
Tableau 40 : Présentation des résultats récapitulatifs de l'élite kata et kumite.	212
Tableau 41 représente les résultats de mesure du Test de normalité.	213
Tableau 42 : représente les résultats du test d'homogénéité de la variance.....	214
Tableau 43 : Présentation des résultats récapitulatifs des mesures anthropométriques.....	215
Tableau 44 : Présentation des résultats des mesures anthropométriques chez l'élite katas et kumite.....	216
Tableau 45 : Présentation des résultats récapitulatifs des tests physiques.....	222
Tableau 46 : Présentation des résultats récapitulatifs des tests physiques chez l'élite Kata et Kumite.....	225
Tableau 47 : Présentation des résultats de la Corrélations entre les Tests physiques et la performance athlétique.	238
Tableau 48 : Présentation des résultats de la Corrélations entre la performance athlétique et la performance technique chez l'élite kumite.	239
Tableau 49 : Présentation des résultats de la Corrélations entre la performance athlétique et la performance technique chez l'élite kata.	240
Tableau 50 : Présentation des résultats de la Corrélations entre la performance athlétique et la performance technique chez l'élite kata et kumite.	241

Liste des graphes

Graphe 1 : présente la comparaison des mesures de du poids chez l'élite kata et kumite.....	218
Graphe 2 : présente la comparaison des mesures de la taille chez l'élite kata et kumite.	220
Graphe 3 : présente la comparaison des mesures de l'IMC chez l'élite kata et kumite.	221
Graphe 4 : présente la comparaison des mesures de la VMA chez l'élite Kata et Kumite. .	227
Graphe 5 : présente la comparaison des mesures de la VO2Max chez l'élite Kata et Kumite.	229
Graphe 6 : présente la comparaison des mesures du développé couché chez l'élite Kata et Kumite.	231
Graphe 7 présente la comparaison des mesures du Squat chez l'élite Kata et Kumite.	233
Graphe 8 : présente la comparaison des mesures du soulevé de terre chez l'élite Kata et Kumite.	234
Graphe 9 : présente la comparaison des mesures de la puissance absolue chez l'élite Kata et Kumite.	235
Graphe 10 : présente la comparaison des mesures de la puissance relative chez l'élite Kata et Kumite.	237

Liste des figures

Figure 1: Facteurs constitutifs de la capacité de performance sportive d'après Weineck, (1997).	85
Figure 2 : La performance sportive en karaté vue comme le résultat d'un ensemble d'éléments en interaction (Paillard, 2010).	86
Figure 3 : Le modèle de performance (Frigout, 2017).	86
Figure 4 : Quelque martiale traditionnel de renfermement musculaire on karaté.....	98
Figure 5 : Quelques appareils traditionnels : Chi'ishi (<i>cadenas en pierre</i>), Game (<i>pots de préhension</i>), Tan (<i>barre d'haltère chinoise</i>), Ishi Sashi (<i>cadenas en pierre</i>), Kongo Ken (<i>poids en métal ovale</i>),	99
Figure 6 : Kigu (équipement) utilisé dans l'ancien Karate Do Goju-Ryu d'Okinawa.....	99
Figure 7 : Présentation du kakiya (mannequin de bois) et conseils d'utilisation, extrait du livre de Kenwa Mabuni	100
Figure 8: Qualités physiques et physiologiques du karaté de haut niveau.....	115
Figure 9 : contribution relative des systèmes énergétiques à la fourniture d'énergie pour le combat de 3 min (Beneke et coll, 2004).....	123
Figure 10: Analyse musculaire des deux mouvements classique de la force. (Kuntz et coll., 1988).....	152
Figure 11: Les méthodes de développement de la force selon Zatiorsky (Figure extrait de : Cometti, 2005).....	153
Figure 12: Les Types de force.....	154
Figure 13: Ensemble des conditions intervenant dans le processus d'entraînement (Cazorla, 1991).....	173
Figure 14: Test yoyo intermittent.....	194
Figure 15 : Image qui démontre le déroulement du test de couché.....	198
Figure 16: image qui démontre le déroulement du test de squat.....	198
Figure 17: image qui démontre le déroulement du test de soulevé de terre.....	199
Figure 18: Home trainer Elite Realaxiom	200
Figure 19 : le capteur de puissance powertap G3 Hub.....	201
Figure 20 : Compteur Cycleops joule 2.0	201
Figure 21: La montre Garmin fenix 3.	202

Liste des Abréviations

ATP : adénosine triphosphate

BH : La hauteur corporelle

BM : la masse corporelle

CA : Capacité Aérobie

P = F x V Puissance est égale à la force que multiplie la vitesse

(A T P. C P) Les réserves en phosphagènes

CE : Coût énergétique

CES : cycle étirement-raccourcissement du muscle

CMJ : contre movement Jump

CP : créatine phosphate

Coef : coefficient

DLTA : Développement a Long Terme de l'Athlète (Canada).

EE : économie à l'effort

EM : efficacité mécanique

Fc : Fréquence cardiaque

FC max : fréquence cardiaque maximale

IMC : indice de masse musculaire.

ICC : Indice de corrélation

I P max : Indice de la puissance aérobie maximale

IF : indice de fatigue min : minute

LAs : lactatémie maximale

Mn : minute

PAM : puissance aérobie maximale

PMAna : Puissance Maximale Anaérobie Alactique

O2 : Oxygène

PC : puissance critique

PC-W' : le concept de la puissance critique x PC3 min : test de 3 min supra maximal fait avec le protocole de Burnley et coll. (2006)

PH : Unité de mesure d'acidité, sur une échelle allant de 1 à 14.

RM : répétition maximale

Sec : seconde

STJ : triple saut debout à partir d'une position debout standard.

VES : Volume d'éjection systolique.

V02 : volume d'oxygène

VO2Max : consommation maximale d'oxygène.

VMA : Vitesse Aérobie Maximale

Vs : contre

WKF : **W**orld **K**arate **F**édération (fédération mondiale de Karate).

Introduction

De nos jours, le karaté exige de la part de ses pratiquants une préparation physique élevée pour envisager la réussite en compétition. La seule maîtrise technico-tactique ne peut plus pallier un manque à ce niveau car le karatéka a tendance à devenir plus rapide, plus fort et plus endurant afin d'atteindre les meilleures performances sportives (Thierry, 2010).

L'amélioration des résultats sportifs a été depuis longtemps conditionnée par la rationalisation du processus de préparation, obéissant au respect du développement multiforme du sportif « par la construction des habiletés spécifiques qui seront la base de tout apprentissage.» (Seners P. et coll, 1999).

La pratique traditionnelle occupe une place prépondérante afin d'apprendre les rudiments de la discipline. 80 à 90% des Karatekas l'enseignent tel qu'ils l'ont appris, et environ 10% réalisent un entraînement orienté vers le volet sportif et démontrent une orientation différente (généralement, ce sont ceux qui ont subis une formation spécialisée), (DLTA, 2017).

Le karaté contemporain est un karaté sportif. Du point de vue de la méthodologie ; c'est un sport de combat, acyclique et de duel direct. Il est l'un des Arts Martiaux les plus pratiqués dans le monde ; il compte plus de 180 pays affiliés à la WKF avec un nombre qui dépasse 190 millions de pratiquants (wkf-président-interview. le 24/05/2017).

En tant que "Sport en plein Croissance" et qui possède ses exigences spécifiques pour le kata et le kumite, il doit entreprendre une démarche méthodologique et scientifique pour permettre aux athlètes d'exploiter leurs capacités de façon optimale, afin de réaliser les meilleures performances possibles.

Le progrès considérable du karaté de performance, marqué par des exigences physiques et techniques élevées en kata et des mutations profondes du jeu de kumite, tant sur le plan offensif que défensif, impose la nécessité d'une révision du processus de la préparation par la mise en place d'un système de détection et d'entraînement conçu sur de réels indicateurs permettant une meilleure formation sur la base d'un contrôle systématique des objectifs et contenus de préparation.

En dépit de l'importance générale des capacités physiques et des caractéristiques anthropométriques aux fins de la sélection sportive et de l'évaluation du processus d'entraînement (McDougall,

1991 ; Sterkowicz, 2009)), il y a un manque apparent de données concernant les différences entre les concurrents de kumite et de kata (Petrov & Stephan, 2020). .

Les différentes composantes des habiletés de la performance pour les compétiteurs de Haut Niveau en Karate regroupent les composantes de la condition physique telle que l'endurance cardiovasculaire, la force musculaire, l'endurance musculaire, la flexibilité et la composition corporelle (Chaabène et al., 2012.). De l'autre cote, les composantes reliées aux habiletés de l'athlète incluent la vitesse, l'agilité, la puissance, l'équilibre et le temps de réaction. Les athlètes requièrent donc des qualités neuromusculaires importantes (force, puissance et vitesse) pour être performants au cours des actions de kata et de combat. Ils nécessitent également des qualités aérobies suffisantes afin d'optimiser la restauration des réserves énergétiques (ATP, PCr) entre les efforts de haute intensité mais également de faciliter l'élimination des métabolites (ions H⁺, Pi) induits par ces mêmes efforts. L'entraînement doit alors combiner les deux filières énergétiques afin d'améliorer son efficacité en compétition et de repousser le seuil de fatigue. De ce fait une problématique centrale s'impose : la performance athlétique en kata et en kumite requiert elle les mêmes exigences sur le plan physiques ?

« Le karaté est un sport à exercice intermittent courts, intenses et répétés dans des intervalles courts sur une période prolongée. La durée de chaque séquence (exercice – récupération relative) nous permet de le classer comme un sport à efforts intermittents de durés à 5-6 sec, donc il fait principalement appel au système anaérobie alactique et aérobie » (Cazorla, 2000).

« L'effort en karaté semble mixte, sollicitant à la fois le métabolisme anaérobie alactique et lactique et le métabolisme aérobie » (Rossi, 1999).

« La capacité aérobie et la puissance explosive musculaire joue un rôle essentiel dans la capacité d'un karatéka à des performances de haut niveau. Le temps de réaction est un élément crucial en karaté car les performances de haut niveau reposent essentiellement sur des techniques explosives ». (Chaabène et Coll., 2012).

La recherche de l'optimisation de la performance est aujourd'hui une thématique dominante du monde de l'entraînement sportif. En effet, tout semble mis en œuvre autour de l'athlète afin de le rendre constamment plus complet, plus compétitif et plus performant.

Introduction

La détection d'un bon état morpho-fonctionnel est une prémisse pour une meilleure efficacité du rendement mécanique avec un bon développement des qualités physiques. Il offre une garantie certaine pour l'accession à la haute performance (Gürtler (H) 1982).

Le Karate moderne est de plus en plus exigeant physiquement. Les réflexions autour du développement des qualités athlétiques sont plus que jamais d'actualité. La demande et la nécessité de la performance représentent un véritable enjeu et une problématique au centre des préoccupations de l'ensemble des spécialistes.

L'athlète de performance et de haut niveau est en quête permanente de l'exploit ; ainsi il doit être toujours au sommet de sa préparation. Il est à noter que ses qualités techniques, tactique, et psychologiques sont dépendantes de ses capacités physiques.

Selon (Zatsiorski 1972), l'entraînement de la force tendant à améliorer la vitesse gestuelle répond à deux missions primodiales : la première, l'élévation du niveau de la force maximale (des groupes musculaires concernés par le mouvement); deuxièmement le développement de la capacité de produire une grande force lors de mouvements rapides. Le développement de la force maximale influence positivement sur les autres qualités physiques, de force vitesse, puissance force (Cometti, 2001). Il est à souligner la force maximale joue un rôle déterminant dans la production d'une force explosive (Cometti, 2009).

L'explosivité, la puissance, la détente et l'agilité sont souvent importantes dans les moments d'enchaînements des différentes techniques (Ahmed M. 2005).

La vitesse est un facteur de performance privilégié dans l'entraînement moderne. Dans les sports de duels, le développement de la vitesse est déterminant dans le résultat athlétique. C'est une qualité complexe, car dans les activités sportives elle est toujours liée à d'autres capacités comme la force et la technique. Elle peut intervenir sous différentes formes : un mouvement unique, un mouvement enchaîné ainsi que de la vitesse de déplacement corporel ou segmentaire (Franck 2016).

Les problématiques liées au développement et à l'optimisation des qualités physiques indispensables à la performance, à l'allongement, à l'intensification des périodes compétitives ainsi qu'à la préservation de l'état de santé des athlètes représentent les principales préoccupations de l'entraînement. Il devient, dès lors, nécessaire de mieux évaluer les facteurs déterminants de la condition physique dans la performance en Karate et de situer les différences entre les deux épreuves en termes d'exigences spécifiques, ainsi que ses répercussions techniques et athlétiques.

Introduction

Notre recherche s'inscrit dans cette perspective, elle tentera de cerner certains processus clés de la performance, plus spécifiquement les facteurs de la condition physiques (force maximale, Vma et PMA_{na}, en discutant leurs différences en kata et en kumite. Ceux-ci nous permettront de mettre sur pied un protocole pour estimer la corrélation avec la performance athlétique et technique.

Contexte Général

Le cadre général de la
recherche.

1. Le cadre général de la recherche.

L'intérêt porté par plusieurs auteurs aux qualités physiques et à la morphologie du sport de haut niveau, fait apparaître clairement l'importance de ces facteurs comme composantes de la performance (Tanner, 1964 ; Hirata, 1966 ; Schurch, 1984).

D'après Platonov, (1984), le niveau atteint par les performances ne rend plus celles-ci accessibles, qu'à des individus doués de qualités morphologiques rares, associées à un très haut niveau de développement des capacités fonctionnelles et mentales.

L'importance croissante de la pratique sportive en karaté sur le plan qualitatif (nombre et type de compétitions a l'échelle national et international) et quantitatif (Nombre de pratiquants qui dépasse 190 millions a travers le monde) légitime les préoccupations concernant l'optimisation des résultats sportifs. La préparation physique s'est ainsi imposée comme l'une des principales questions de l'entraînement actuel, et, après quelques années de mise en application au plus haut niveau, un certain nombre de sportifs en a définitivement intégré l'utilité. Devant l'absence de publications nourries et spécifiques, il était essentiel de développer une réflexion et une diffusion des connaissances sur la discipline. Cette étude est incontournable pour les athlètes et les entraîneurs soucieux de s'ouvrir à l'évaluation physique en karaté Do comme moyen de préparation et d'optimisation de la performance athlétique, mais elle offre aussi à toute personne intéressée par l'entraînement, l'exemple d'une expérience et la réflexion qui l'accompagne.

Le karaté est l'un des sports les plus pratiqués dans le monde. Les tournois de la Fédération mondiale de karaté se composent de deux épreuves de compétition tout aussi importantes : le kumite et le kata. Le Kumite est synonyme de combat et consiste en l'exécution de techniques défensives et offensives librement choisies appliquées contre un adversaire (Imamura, 2002). Il consiste en une rafale de techniques consécutives séparées par des mouvements de sauts intermittents qui permettent des changements rapides de position du corps (Iide, 2008).

Le Kata se caractérise par les déplacements dans plusieurs directions dans l'espace. Il n'est pas considéré comme une bataille symbolique pour être exécuté seul, mais plutôt comme une bataille contre un ou plusieurs adversaires invisibles. La performance du kata consiste en des séquences prescrites de techniques défensives et offensives, tout en suivant les séquences de mouvement prescrites ; les techniques sont plutôt formelles, systématiques, principalement lentes et principalement exécutées dans des postures relativement basses (Imamura, 1998). Diverses écoles intègrent différents types de techniques de kata et se réfèrent à elles par des noms distincts. Les éléments de base de la technique kata appropriée incluent le Kimé (une contraction musculaire isométrique courte réalisée lorsqu'une technique est terminée), l'expressivité et le rythme. Pendant

les compétitions, les athlètes exécutent des styles de kata fixes (Shitei) qui ont une durée différente pour chaque Kata exécuté. Les athlètes qui atteignent la finale doivent exécuter un kata libre (Tokui) qui doit avoir une durée minimale et maximale de 60 et 80 s selon le Styles de système basés sur la World Karate Fédération (WKF).

Dans le passé, les exigences de la compétition de karaté étaient similaires pour les deux épreuves, ainsi que pour les programmes d'entraînement standard. En conséquence, les participants avaient souvent l'habitude de concourir avec succès à la fois dans le kata et le kumite. Cependant, l'alternance des règles de compétition (par exemple en restreignant les contacts, en passant d'un point à un système à scores multiples, ou en permettant un score plus élevé des techniques de jambe) a rendu les compétitions de kumite à la fois plus dynamiques et plus attrayantes (Macan, 2006).

Contrairement au kumite, la compétition de kata n'a pas beaucoup évolué puisque les exigences de base sont restées pratiquement inchangées. En conséquence, une spécialisation des compétiteurs de karaté d'élite pour le kata et le kumite est devenue indispensable. Actuellement, le kumite est presque complètement séparé des techniques de kata et, par conséquent, seulement et occasionnellement, certains jeunes participants concourent encore dans les deux épreuves. La sélection des athlètes devrait être principalement basée sur les capacités et les habiletés qui ont une influence cruciale sur les performances sportives, où les facteurs génétiques pourraient être d'une importance considérable (Vaeyens, 2008).

Les athlètes utilisent presque tous les muscles pendant l'entraînement et la compétition, mais les deux épreuves kumite et kata, diffèrent considérablement en ce qui concerne le style et l'utilisation musculaire correspondante. Le Kata se compose d'une série prédéterminée de mouvements qui se déroulent avec une rapidité explosive contre des adversaires imaginaires, tandis que kumite implique des combats avec contact contrôlé.

Compte tenu des différences actuelles évidentes dans les demandes entre les techniques de kumite et de kata, ainsi que d'une popularité généralisée du karaté, il semble surprenant que les différences de caractéristiques anthropométriques et de capacités physiques entre les concurrents de kumite et de kata aient été rarement étudiées. La littérature examinée suggère qu'en dépit de l'importance générale des capacités physiques et des caractéristiques anthropométriques aux fins de la sélection sportive et de l'évaluation du processus d'entraînement (McDougall ; Sterkowicz, 2009), il y a un manque apparent de données concernant les différences entre les concurrents de kumite et de kata.

« La capacité aérobie joue un rôle majeur dans les performances de karaté, Elle évite la fatigue pendant l'entraînement et assure les processus de récupération pendant les périodes de repos entre deux combats ultérieurs au sein d'une compétition et entre deux matchs consécutifs.

« La puissance explosive musculaire joue un rôle essentiel dans la capacité d'un karatéka à des performances de haut niveau. Cependant, il a été révélé que les performances de saut vertical, la puissance maximale et la vitesse maximale différaient entre les karatékas de niveau national et international.

En ce qui concerne les performances anaérobies, il existe une différence de puissance maximale explorée par le test force-vitesse entre les karatékas de niveau national et international. Les actions décisives du karaté dépendent essentiellement de la puissance explosive musculaire des membres supérieurs et inférieurs.

Le temps de réaction est un élément crucial en karaté car les performances de haut niveau reposent essentiellement sur des techniques explosives. Il existe une différence significative dans le temps de réaction du choix entre les karatékas de haut niveau et les karatékas novices ». (Chaabène et Coll., 2012).

Les concurrents de kumite se caractérisent par une vitesse de déplacement plus élevée et une plus grande puissance. À l'inverse, et en raison de l'inconvénient d'une grande taille du corps lors du maintien des postures difficiles et exigeantes en force telles que celles requises dans un certain nombre de kata, on pourrait s'attendre à une taille corporelle plus petite et à une plus grande flexibilité du membre inférieur chez les compétiteurs de kata. (Lohman, 1998 ; Jaric et al 2005). Les résultats attendus pourraient être importants non seulement pour la sélection précoce et la formation en karaté, mais aussi pour la conception de batteries de tests spécifiques à une épreuve pour l'évaluation des compétiteurs de kumite et de kata.

Blazevic (2006) a tenté d'identifier les «structures motrices» qui sont pertinentes pour le succès à la compétition en kumite et a constaté que la vitesse et la puissance étaient les capacités les plus importantes

Ravier (2004 ; 2006) a étudié la relation entre diverses performances de mouvement et les marqueurs sanguins du métabolisme anaérobie dans deux catégories différentes en kumite afin de proposer une batterie de test valide et spécifique. Il a constaté que la puissance, la vitesse, ainsi que l'accumulation d'ammoniac et de lactate, pouvaient être suffisamment sensibles pour détecter la différence de niveau de performance.

Des études menées en laboratoire ont également montré que l'utilisation des charges sub maximales (70-85%) augmentent principalement la vitesse de mouvement. ces adaptations sont observées au

niveau de l'ensemble des unités motrices puisque leur temps de contraction est raccourci et leur vitesse d'installation de la force est augmentée (Dejoux, 2005).

C'est en réponse à ce type de travail que nous avons cherché un lien entre les qualités physiques et la performance chez les Karatekas algérien spécialistes en Kata et en Kumite.

2. La problématique.

Notre étude s'intéresse aux qualités physiques des athlètes algériens de Karate de haut niveau, en particulier les spécialités en kata et en kumite, leurs interdépendances et leurs relations avec la performance athlétique. Il convient de souligner que les rares travaux consacrés à cette problématique, en particulier aux études restreintes portant sur le volet physique des karatekas Algériens de haut niveau, se sont limitées à analyser les phénomènes étudiés, sans élucider de nombreuses questions essentielles et en particulier celle de la spécialisation, la différenciation et de l'influence de ces paramètres sur le niveau des performances.

Le niveau actuel de nos athlètes, les principaux objectifs de l'entraînement et le pronostic des résultats nous ont poussés à aborder ce thème afin d'essayer de déterminer les qualités physiques et physiologiques propre a chaque épreuve pour orienter le travail et assurer une prise en charge athlétique efficace.

Le souci d'exploiter au mieux les qualités spécifiques des karatekas, que ce soit en kata ou en kumite est devenu une préoccupation majeure des entraîneurs pour optimiser leurs préparations.

L'Algérie a connu un grand retard au niveau du classement par rapport aux meilleures performances mondiales. L'analyse des résultats sportifs obtenus par nos athlètes que ce soit en kata ou ne kumite durant les années écoulées, nous ont permis de constater une faiblesse des performances réalisées. L'équipe algérienne est malheureusement loin d'être parmi les premiers, elle est classée à quatre marches du dernier rang mondial, à la 78eme place avec un score de 379 points. L'équipe Japonaise, quant à elle, occupe le 1^{er} rang mondial avec un nombre de points de 66.165 points, (WKF, 2018).

En kata, le seuil de notre meilleure performance est le championnat africain, par contre en kumite on n'enregistre que deux performances mondiale (podium 3eme place) réalisées par Walid Bouaboub en 2012 et Matoub Lamia en 2018, depuis la création de la Fédération Algérienne de Karate.

La course aux olympiades nous a permis de confirmer la véritable situation athlétique du Karate Algérien qu'a travers "**The Green Card**", (la carte verte) qui constitue une Invitation Olympique.

Le haut niveau exige une prise en charge sérieuse et planifié avec des objectifs clairs et réalisables. Les exigences athlétiques doivent être déterminées au préalable pour permettre un investissement efficace et réussi. La condition physique est la somme des qualités physiques, c'est un des facteurs internes directement déterminant de la performance. (Carl K. 1989).

Compte tenu des différences évidentes concernant les exigences techniques en kata et en kumite, il semble surprenant que les différences de caractéristiques anthropométriques et de capacités physiques aient été rarement étudiées. En dépit de l'importance générale des capacités physiques et des caractéristiques anthropométriques aux fins de la sélection sportive et de l'évaluation du processus d'entraînement (McDougall, 1991 ; Sterkowicz, 2009)), il y a un manque apparent de données concernant les différences entre les concurrents de kumite et de kata (Petrov &Stephan, 2020).

Au vu de ces conclusions, il est loisible de se poser la question suivante :

2.1. Problématique centrale.

Existe-t-il une différence entre les karatekas d'élite algériens spécialistes en kata et en kumite sur le plan physique et au niveau technique et athlétique ?

2.2. Problématiques secondaires.

- 2.2.1. Est-ce que les karatekas d'élite algériens spécialistes en kata et en kumite ont des différences au niveau de la vitesse aérobie maximale, de la puissance anaérobie alactique, et de la force maximale des différents grands groupes musculaires.ont ils les prédispositions physiques requises pour la performance mondiale ?
- 2.2.2. Est-ce que leurs prédispositions physiques concordent avec leurs performances athlétiques individuelles réalisées au niveau mondial. ?
- 2.2.3. Existe-t-il une corrélation entre le niveau technique (Grade) et leurs performances athlétiques ?

Pour répondre à cette question, nous nous somme proposés de mener une étude dont l'objet est d'analyser les indices physiques de l'athlète Algérien apte a la compétition de haut niveau. Le karaté en tant que discipline de compétition, a subi dans les dernières années une mutation extraordinaire, on tend à consacrer plus d'attention aux compétitions en développant des méthodes d'entrainement qui répondent de plus en plus aux exigences du karaté moderne.

De nos jours, le karaté exige de la part de ses pratiquants une préparation physique élevée pour envisager la réussite en compétition. La seule maîtrise technico-tactique ne peut plus pallier un manque à ce niveau car le karatéka a tendance à devenir plus rapide, plus fort et plus endurant afin d'atteindre les meilleures performances sportives (Thierry, 2010).

Ainsi, Le Karate moderne est de plus en plus exigeant physiquement. Les réflexions autour du développement des qualités athlétiques sont plus que jamais d'actualité. La demande et la nécessité de la performance représentent un véritable enjeu et une problématique au centre des préoccupations de l'ensemble des spécialistes du domaine.

Pour répondre au problème posé, nous nous sommes fixés les hypothèses suivantes :

3. Les hypothèses.

Pour répondre à cette question nous proposons les hypothèses suivantes :

3.1. L'Hypothèse Centrale :

Les Karatekas d'élites algériens spécialistes en kata ne diffèrent pas des spécialistes en kumite sur le plan physique et au niveau technique et athlétique.

3.2. Les Hypothèse Secondaires :

3.2.1. Première hypothèse :

Les karatekas d'élites Algériens spécialistes en katas et en kumite n'enregistrent aucune différence significative au niveau de la vitesse aérobie maximale, de la puissance anaérobie maximale, et la force maximale des différents grands groupes musculaires et ils possèdent les prédispositions physiques requises pour la performance mondiale.

3.2.2. Deuxième hypothèse :

Les prédispositions physiques des karatekas d'élites Algériens ne concordent pas avec et leurs performances athlétiques individuelles obtenues au niveau mondial.

3.2.3. Troisième hypothèse :

Il n'existe aucune disparité en ce qui concerne la corrélation entre le niveau technique (Grade) et le niveau athlétique des karatekas d'élites Algériens spécialistes en kata et en Kumite.

4. Les objectifs.

L'objectif de cette revue de questions est :

1. De déterminer l'existence des différences entre les karatekas d'élite algériens spécialistes en kata et en kumite, sur le plan physique et au niveau technique et athlétique.

2. De déterminer si les karatekas d'élite algériens spécialistes en kata et en kumite ont le même profil physique et de déterminer à travers les informations qui pourraient être tirées de ce travail, leurs relations avec la performance mondiale.
3. De déterminer la concordance du profil physique des karatekas algériens d'élite avec leurs performances athlétiques réalisées.
4. De déterminer la corrélation existante entre le niveau technique (Grade) et les performances athlétiques des Karatékas algériens d'élite.

5. Les tâches.

Afin d'atteindre notre objectif et de vérifier les hypothèses de cette recherche, nous nous sommes fixés les tâches suivantes :

1. Analyse des sources bibliographique relative à notre thème de recherche.
2. L'évaluation des indices de Force Maximale, de Puissance Anaérobie Maximale et de la Vitesse Aérobie Maximale des karatekas Algériens de Haut Niveau Seniors Hommes, à travers une batterie de tests physiques
3. L'étude expérimentale et la réalisation des tests.
4. Analyse et interprétation des résultats.
5. Conclusion

6. Les Motifs du choix du thème.

Les raisons qui nous ont poussés à traiter un tel sujet, sont nombreuses et de plusieurs types :

1. La première raison concerne l'intérêt porté à la discipline d'une façon générale et à la performance de haut niveau de façon spécifique, sachant bien que le facteur physique constitue l'un des fondements de la performance sportive et la spécialisation une nécessité.
2. La deuxième raison concerne la réalité du terrain. En effet, il semble, qu'au sujet de cette discipline, il existe un décalage important entre le discours officiel et la réalité du terrain, l'évaluation concerne le sens de cette activité et constitue la manière plausible d'approcher l'objectivité dans l'accompagnement des jeunes à la performance qu'ils soient spécialistes en Kata ou en Kumite.

Il est inconcevable d'approcher le Haut Niveau sans performer le physique et exercer l'évaluation et cela pour deux raisons :

- Pour les athlètes en quête de performance, dont le feedback de leurs rendements pourrait être une source de motivation et un moyen de développement.
- Pour entraîneurs en quête de performance, pour qui l'acquisition de la connaissance concernant la spécificité des épreuves et les exigences physiques relatives à chacune d'entre elles

constituent un moyen d'améliorer les performances des jeunes et d'approcher l'efficacité dans leurs préparation.

7. L'intérêt scientifique de la recherche.

Notre recherche porte sur l'acquisition de deux importants intérêts pour le Karate Do qui se résume en un intérêt scientifique et un autre pratique :

- Intérêt Scientifique : Contribuer par la présente recherche à enrichir la bibliothèque Algérienne et le Karaté par un nouveau thème.
- Intérêt Pratique : Cette recherche permet de projeter l'attention des entraîneurs sur l'intérêt du facteur physique comme composante de la performance sportive de haut niveau en karaté et de déterminer les exigences propres à chaque épreuve

8. La définition des concepts.

8.1. Le Karate Do

Le karaté est un sport de combat Olympique qui comprend deux épreuves compétitives ; le kata et le kumité. : Le kata est un enchaînement selon un schéma spatial préétabli de techniques offensives et défensives, par contre le kumité est un combat arbitré contre un adversaire réel selon des règles strictes, axé sur la touche de pieds et de poings pour marquer des points (Invernizzi et coll, 2008).

Les études scientifiques s'accordent pour classifier le Karate comme étant un sport intermittent de haute intensité alternant des périodes (courtes et intenses) d'efforts et des périodes de récupération. « Le karaté est un sport qui nécessite des techniques brèves, intenses et répétées durant plusieurs minutes, sans possibilités de récupération complète,», (Cazorla, 2000).

8.2. Le Haut Niveau :

On ne peut pas évoquer "le Haut Niveau " sans pour autant impliquer la "Performance". Une définition de deux concepts semble indispensable pour mettre le lecteur aux mêmes ondes de compréhension.

- La Performance :

Ce concept vient du mot « parformer », pris à l'anglais au 19ème siècle, signifie exécuter, accomplir.

On dit d'une performance qu'elle est sportive « quel que soit le niveau de réalisation, dès l'instant où l'action optimise le rapport entre les capacités physiques d'une personne et une tâche sportive à accomplir. » (Billât V., 2003).

Selon Platonov V N. « la performance sportive exprime les possibilités maximales d'un individu dans une discipline à un moment donné de son développement. »

La capacité de performance sportive représente le degré d'amélioration possible d'une certaine activité motrice sportive conditionnée par une pluralité de facteurs spécifiques. « Seul un développement harmonieux de tous les facteurs déterminants de la capacité de performance permet d'atteindre le niveau optimal de performance individuelle» (Weineck, 1997).

Par conséquent, La **performance sportive** peut s'exprimer sous forme d'un classement, d'une distance, d'un temps ou d'un résultat, le plus souvent lors de compétition. Elle est le résultat d'un entraînement complexe. Tous les facteurs déterminants de la performance doivent être connus et intégrés dans le processus d'entraînement pour que la performance soit maximale.

- **Le Haut Niveau :**

Le sport de **haut niveau** représente l'excellence sportive. Il définit l'athlète d'élite ou de haut niveau, comme étant tout athlète ou collectif d'athlètes ayant réalisé une performance sportive de niveau mondial et/ou international. Il **est** reconnu par différents textes législatifs et réglementaires et par la charte du sport qui consacre l'exemplarité du sportif de ce type .Le sport de haut niveau repose sur des critères bien établis qui sont :

► **La reconnaissance du caractère de haut niveau des disciplines sportives :** Les Jeux olympiques et paralympiques sont une compétition de référence indiscutable. Toutes les disciplines inscrites à leur programme seront reconnues de haut niveau.

► **Les projets de performance fédéraux :** Ce sont les compétitions officielles figurant au calendrier des fédérations sportives internationales et conduisent à l'établissement d'un classement mondial de référence.

► **Les compétitions de référence :** sont les grands rendez vous internationaux :

- les Jeux Olympiques et Paralympiques,
- les championnats du monde,
- les 1ere League,
- les championnats Continentales (Championnat d'Afrique).

► **La liste des sportifs de haut niveau :** Nul ne peut être inscrit sur les listes des sportifs reconnus par le ministère chargé des sports s'il ne pratique une discipline sportive reconnue de haut niveau.

Le décret 07-189 fixant statut de l'athlète d'élite et de haut niveau publié dans le Journal officiel vient combler un vide juridique en matière de législation régissant cette frange de sportifs. Il apporte aussi des réponses concrètes aux problèmes suivants :

- En matière de classification,
- En matière de prise en charge,
- En matière de préparation sportive pour les compétitions de haut niveau,
- En matière de rémunération, d'indemnités, des droits et devoirs,
- En matière de suspension, et de perte de qualité d'athlète d'élite ou de haut niveau,
- Etc...

Au-delà des conditions exigées pour prétendre au statut d'athlète d'élite et de haut niveau, ce nouveau décret peut être considéré comme un pilier supplémentaire dans le processus d'organisation du sport en général et de la carrière des sportifs de haut niveau en particulier, enclenché par les pouvoirs publics.

Le décret exécutif 07-189, qui vient abroger les dispositions contenues dans le décret exécutif 2000-278 du 05 octobre 2000, définit clairement l'athlète d'élite ou de haut niveau, comme étant tout athlète ou collectif d'athlètes ayant réalisé une performance sportive de niveau mondial et/ou international. Cette catégorie d'athlètes est soumise aux dispositions de ce décret ainsi qu'aux règlements et statuts édictés par la fédération sportive concernée.

8.3. L'Évaluation :

Évaluer est un « acte par lequel, à propos d'un événement, d'un individu, d'un objet, on émet un jugement en se référant à plusieurs critères » Noizet (G), (Caverni) (J.-P).

Évaluer, c'est « donner une valeur à une observation ou à une mesure portant sur un comportement, un critère, un résultat et/ou une performance, afin de prendre une décision s'inscrivant dans le contexte choisi par l'évaluateur », (Cazorla ,1999).

L'évaluation est depuis longtemps un objet de recherche très convoité qui a permis d'évoluer d'une finalité au départ sociale, largement sommative, à une finalité d'optimisation de l'apprentissage.

Évaluer, n'est pas forcément "noter" ou "mesurer", mais c'est aussi « émettre un jugement de valeur, jugement dans lequel la subjectivité de l'évaluateur est engagée ». BRAU. Antony et David. Ils ajoutent que « le jugement porté sur des faits peut prétendre à l'objectivité, à condition que ceux qui évaluent s'accordent sur les critères et les indicateurs permettant d'apprécier la prestation de l'individu » (Jacques Caroline, 2005).

En somme, l'évaluation c'est l'apport d'information en retour sur le résultat des actions passées, qui permet au sujet d'adapter la suite de ses actions par rapport à son but. (Cardinet, 1988).

8.4. Les Facteurs Physiques :

Quand on parle de **facteurs physiques de la performance sportive**, Il faut prendre en considération le côté génétique. Ainsi, on peut déceler des qualités physiques essentielles à la performance :

- Les qualités biologiques comme la VO2 max, le pourcentage de la masse grasse ;
- Les qualités énergétiques qui dépendent à de la production et de l'utilisation d'énergie ;
- Les qualités coordinatrices qui concernent la facilité que l'on peut avoir à organiser et moduler notre motricité.

Les trois orientations de l'entraînement physique sont donc :

- Développer la qualité musculaire. ==> **Puissance** : Permettre à l'athlète d'exprimer des actions d'intensité maximale qui associent la force et la vitesse.
- Développer la résistance à l'effort. ==> **Endurance** : Permettre à l'athlète de maintenir un haut niveau d'intensité pendant la plus grande durée d'activité possible.
- Développer la coordination du mouvement. ==> **Coordination** : Permettre à l'athlète de mobiliser harmonieusement toutes ses ressources en dépensant un minimum d'énergie.

Manno R. (1992), distingue trois grands types de capacités motrices :

- **Les capacités conditionnelles** : sont fondées sur l'efficacité métabolique des muscles et des appareils : la Force, l'endurance et la Vitesse.
- **Les capacités de coordination** : sont déterminées par les mécanismes Neuromusculaires permettant d'organiser et de régler le mouvement : l'Adresse.
- **Les capacités Intermédiaires** : la Souplesse, la Vitesse de réaction simple.

Weineck J. (1992), distingue deux grands types de qualités physiques :

- **Les facteurs dépendant principalement de la condition physique et du processus énergétiques** : L'Endurance, la Force et la Vitesse.
- **Les facteurs dépendant principalement du contrôle du système Nerveux** : La Souplesse et la Capacité de Coordination

Pour Carl K. (1989) : la condition physique est la somme des qualités physiques. C est un des facteurs internes directement déterminant de la performance. Weineck, J. (1997), la définit comme un facteur constitutif de la capacité de performance sportive. On parle de performance sportive

quand il s'agit de **juger, de mesurer ou d'apprécier les possibilités maximales d'un accomplissement sportif** pour un individu à un moment donné. La capacité de performance sportive représente le degré d'amélioration possible d'une certaine activité motrice sportive et elle est conditionnée par une pluralité de facteurs spécifiques. « Seul un développement harmonieux de tous les facteurs déterminants de la capacité de performance permet d'atteindre le niveau optimal de performance individuelle » (Weineck, 1997).

Dans la présente étude, nous avons procédé à l'évaluation de trois facteurs de la condition physique, à savoir : la force maximale, la puissance maximale anaérobie et la vitesse maximale aérobie

1. La Force Maximale :

C'est la force la plus élevée, que le système neuromusculaire, est capable d'exercer au cours d'une seule contraction volontaire maximale. (Cardinal, 1993).

Selon (Bompa, 2003), « Il s'agit de la charge la plus lourde qu'un sportif parvient à soulever une seule fois ». La résistance opposée au mouvement est élevée, les vitesses d'exécution sont faibles et l'intensité de l'effort peut être assimilée à la valeur de la résistance proposée. Selon Flack & Kreamer, (1989), il s'agit de mobiliser des charges quasi maximales comprises entre 85 % et 95 % de 1 RM.

On peut développer la force maximale de deux façons :

- En agrandissant la section transversale du muscle (augmentation de la masse musculaire);
- En optimisant la coordination intramusculaire (capacité d'activer en même temps un nombre important de fibres musculaires).

« La force maximale joue un rôle déterminant dans la production d'une force explosive » (Cometti, 2009). Elle dépend des facteurs suivants :

- La Section physiologique transversale du muscle,
- La Coordination intermusculaire (entre les muscles qui coopèrent à un mouvement donné).
- La Coordination intramusculaire (au sein du muscle).

On distingue la Force Maximale Statique et la Force Maximale Dynamique.

- La Force Maximale Statique est selon (Frey, 1977), la force la plus grande que le système neuromusculaire peut exercer par contraction volontaire contre une résistance insurmontable.
- La Force Maximale Dynamique est la plus grande force que le système neuromusculaire peut réaliser par contraction volontaire au sein d'un développement gestuel.

Il est à noter que la force maximale statique est toujours plus grande que la 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).

2. La vitesse maximale aérobie (VMA) :

La vitesse maximale aérobie est vitesse de déplacement (course à pied, nage) correspondant à 100% du VO₂max. Elle est exprimée en km/h ou en m/mn ou m/s obtenue quand le sujet atteint son VO₂max, (Chapitoux, 2005). la fréquence cardiaque est alors maximale.

Elle est définie comme étant la vitesse minimale qui sollicite la consommation maximale d'oxygène (Di Prampero et al, 1986 ; Lacour et al, 1991 ; Léger et Boucher, 1980 ; Péronnet et Thibault, 1987).

Le temps de maintien de cette VMA a été mesuré en laboratoire et sur le terrain dans le cadre de la modélisation de la relation vitesse-durée (Billât et al, 1995). À la VMA, un sportif peut tenir 4 à 8 minutes ; à ce rythme environ 85% de l'énergie est produite de manière aérobie et 15% provient de la filière anaérobie lactique ; c'est la production d'acide par la filière anaérobie qui diminue la capacité de contraction du muscle et produit l'épuisement, (Pallure, 2016).

C'est l'intensité de travail que l'on développe au cours d'un effort dont la dépense énergétique correspond à la consommation d'oxygène maximal ou puissance maximale aérobie (PMA), elle correspond un effort à 100 % de VO₂MAX mesuré en Watts, (Gacon, 1990). Elle correspond donc, à la vitesse que l'on obtient lorsque l'organisme est à son niveau de consommation maximale d'oxygène .Dans cette condition, tous les éléments qui interviennent dans la fourniture d'oxygène aux cellules sont à leur rendement maximal (Lacrampe, 2007). Elle résulte de l'interaction de trois facteurs : de VO₂ max, du rendement de la locomotion (course, cyclisme, natation...) encore défini comme efficacité ou économie du course, de la motivation pour pouvoir l'atteindre VO₂ max au cours d'une épreuve intense et prolongée (Cazorla, 2001).

La connaissance de cette donnée est particulièrement importante pour déterminer le travail en endurance aérobie, elle permet à l'entraîneur de cibler ses objectifs et de doser ses exercices d'entraînement (Leroux, 2006). L'appréciation de la VMA sur des bases rigoureuses précises, peut représenter une vitesse de référence supplémentaire qu'il faut utiliser en fonction des objectifs recherchés lors de la séance d'entraînement visant le développement de VO₂Max et devrait prendre en compte la variable intensité que réduit la VMA (ou un pourcentage de la VMA). Une fois la VMA déterminé, il est possible de l'exploiter afin d'élaborer les charges d'entraînements propres à la développer. Son amélioration sera envisagée uniquement d'un point de vue énergétique (donc lié au développement de la VO₂Max).

3. La puissance Anaérobie Maximale.

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

La filière anaérobie alactique entre en jeu immédiatement dès l'arrivée de l'influx nerveux grâce à l'A.T.P et la Phospho-créatine (P-C). Les réactions n'ont pas besoin d'oxygène.

Cette filière très peu importante quantitativement, est capitale car elle existe toujours, et que le stock d'A.T.P est minuscule par rapport aux besoins. Cette filière intéresse les activités sportives qui utilisent pleinement ces sources énergétiques a savoir les sports de force (Haltérophilie, Lancer, Saut..) et les sports dynamique brefs (Sprint de 10metres) (Craplet, 1986).

Les exercices de Puissance visent à augmenter l'intensité de l'effort. Ils se traduisent par la Vitesse (l'utilisation rapide d'une grande quantité d'ATP). Ces phénomènes se situent essentiellement au niveau cellulaire.

9. Analyse de l'activité Karaté.

C'est une discipline pédagogique éducatif et scientifique qui présente des caractéristiques complexes quant a sa pratique effectif, de fait quelle requiert chez le karatékas de nombreuses exigences a savoir une bonne préparation physique, un perfectionnement technique aboutissant a des automatismes et stéréotype dynamique, une réflexion tactique souple, une mobilité des processus psychique de la volonté et du courage soutenant la solidité psychologique.

Le karaté est un sport qui comprend le kata et le kumité : Deux épreuves compétitives ; complément distinctifs, dans leurs formes, leurs contenus d'entraînement et de préparation et leurs exigences athlétiques d'ou la nécessité de la spécialisation.

9.1. Le Kumité (combat libre).

Consiste en un affrontement de deux individus évoluant sur une surface limitée de 8 m². Le combat étant arrêté dès qu'un combattant sort de cette zone.

Cette confrontation repose sur un échange de coup de pieds et de poings, éventuellement avec le recours a de projections et / ou balayages.

Pour remporter la victoire, il est nécessaire d'accumuler huit points de plus que son adversaire ou d'en avoir acquis un nombre supérieur à la fin du temps réglementaire (trois minutes pour les hommes et deux minutes pour les femmes). Les ponts s'obtiennent de la manière suivante :

- Techniques qui valent 3 points (**Ippon**) : Coups de pieds à la tête, technique portées à l'adversaire au sol suite à un balayage.

- Techniques qui valent 2 points (**Wazari**) : Coups de pieds touchant le corps.
- Techniques qui valent 1 point (**Yuko**) : coups de poings effectués sur une des sept zones valables.

La notion de contrôle est une des principales caractéristiques de la pratique du combat libre en karaté. Il est autorisé de frapper l'adversaire au corps, par contre les frappes aux visages doivent être contrôlée, et ne doivent en aucun cas produire une blessure. par ailleurs, il est interdit de frapper en dessous de la ceinture ou dans les articulations ou d'utiliser une technique interdite (coup de genoux, coude, tibia..)

9.2. Le kata.

Consiste à réaliser successivement par deux adversaires, un kata devant des juges qui décident de celui qui, selon eux, est le meilleur. Le kata est un enchaînement préétabli de techniques, propres à chaque style de karaté. Les critères de notation sont :

- La qualité des postures,
- La vitesse d'exécution,
- La stabilité,
- L'énergie, intensité dégagée
- La détermination.

Le père du karaté sportif Sensei Nakayama Masatoshi a enrichi le karaté pour en faire un art martial moderne. Il a étudié de manière scientifique la façon dont on utilisait l'énergie dans les techniques, la méthodologie... Il est le précurseur du développement du karaté, par le biais de la compétition.

Depuis 1970, date de la première compétition dans l'histoire du Karate moderne, l'aspect sportif a pris énormément d'expansion à l'échelle mondiale et la population des élèves pratiquant cette discipline augmente chaque année. La majeure partie des fédérations cherche à développer le karaté en une activité sportive.

Il est important de signaler, donc, que le karaté sportif est basé dans son principe sur la compétition et il est aussi important de procéder par la par clarification des bases du Karate Do au niveau de certaines variables importantes pour la préparation physique.

L'analyse de l'activité de compétition en Karaté Do et la définition du profil physique et physiologique du Karateka représentent les dimensions essentielles dans la construction de sa forme sportive et l'obtention de la performance athlétique.

L'œil de l'entraîneur Expert en karaté Do est en mesure de déterminer les exigences athlétiques fondamentales, mais l'étude du profile physique, physiologique et psychologique nécessite certaines connaissances scientifiques relatives a la méthodologie d'entraînement, a psychologie et a la

physiologie de l'activité sportive d'où l'importance de la formation académique professionnelle et de l'expérience pratique. Ceci dans le but d'établir une démarche analogique dans la "construction" de l'athlète de Haut niveau. Il est à souligner qu'il y'a un manque pour ne pas dire absence de culture spécifique au karateka d'Elite et de Haut niveau.

La compétition reste le mode dominant de la sélection des athlètes pour l'équipe Nationale.

C'est aussi un moyen de former et de développer la maturité athlétique.

Le pratiquant du Karaté Do est l'image de la souplesse et de la vitesse au regard des gens. En karaté de performance, tout va de plus en plus "Vite", donc il faut être très Technique (affinement). Il faut s'entraîner dur pour pouvoir supporter les exigences de la haute performance. Les auteurs (Howells et al, 2005 ; Howells et Higgins, 2001-2005) ; prônent qu'il existe une relation positive entre le champion et la performance.

La littérature indique que, pour pouvoir accomplir leur rôle avec succès, les Champions doivent posséder du "Pouvoir" (Schon, 1963 ; Whitte, 1973 ; Whitte, 1977) et " le Sens de l'organisation" (Chakrabarti, 1974 ; Hauschildt & Chakrabarti, 1989).

La performance de haut niveau en Karate résulte de l'interaction harmonieuse des différents déterminants de la performance (techniques, tactiques, physiques et psychologiques).

Une analyse précise de l'activité Karate reste difficile, cependant on peut se référer a certaines études qui peuvent nous faciliter la tâche d'analyse de l'épreuve.

Les études ayant évalués l'intensité du karaté, indiquent de façon généralisée qu'il s'agit d'une activité à haute intensité (Ravier et al, 2009 ; Doria et al, 2009 ; Montassar et al, 2013). Ils ajoutent qu'une telle intensité requiert le soutien du système cardio-vasculaire de façon significative.

La capacité aérobie est nécessaire pour prévenir la fatigue lors de l'entraînement, pendant les pauses entre les combats ou bien les épisodes de kata, pour améliorer le processus de récupération entre les tours de compétition (Imamura et al, 1998 ; Beneke et al, 2004).

La puissance et la capacité aérobie sont des variables importantes pour permettre aux karatékas de maintenir l'intensité pendant l'effort de la compétition et de l'endurer, ainsi que de contribuer à une récupération plus rapide entre les combats successifs. Il a été rapporté que le VO_2max des praticiens nationaux et internationaux de karaté masculin varie de $47,8 \pm 4,4$ à $61,4 \pm 2,6$ (ml / kg / min) et de $32,75 \pm 4,1$ à $42,9 \pm 1,6$ (ml / Kg / min) pour les femmes. (Lefèvre et al, 2005 ; Langan et al, 2011).

Le VO_2max des karatekas masculins de l'équipe française au niveau national et international était supérieur à $60 \text{ mL} / \text{kg} / \text{min}$ après une période d'entraînement à intervalles de haute intensité (Yoshimura, 2010).

L'idée de considérer ce sport comme uniquement anaérobie a aujourd'hui disparu. Un consensus est désormais adopté décrivant la performance physique comme une interaction fine et harmonieuse entre vitesse, puissance, agilité et qualités aérobies (Kovacs et al, 2006).

En effet, l'analyse d'une épreuve de compétition de Karate démontre que même si les déplacements, les changements de directions et le peu de temps à disposition pour se déplacer font appel à des qualités anaérobies, la répétition de ces efforts dans le temps avec des récupérations incomplètes nécessite de grandes qualités aérobies (Konig et al, 2001)

Malgré l'importance des qualités aérobies, il faut prendre en compte le fait que les contraintes de jeu obligent l'athlète à se déplacer rapidement, à changer de direction dans différents axes, à fixer des appuis solides au sol puis à sortir rapidement de ces appuis pour se mettre en mouvement. Ces actions courtes et intenses font appel à des qualités de puissance musculaire qui est également un déterminant majeur de la performance en Karate.

10. Les études antérieures.

10.1 Etude N°1.

- **Auteur :** David Rossi.
- **Type d'étude :** Thèse de doctorat.
- **Année :** 1999.
- **Edition :** INSEP, Paris.
- **Thème :** Analyse de l'effort en karaté sportif : lactatémie, structure temporelle et fréquence cardiaque au cours de 5 combats successifs.
- **Objectif :** Elaboration d'un programme de mise en condition physique pour des karatékas.
- **Méthodologie de recherche :** Etude descriptive.

Il s'agit de réaliser 05 combats de 3 minutes d'efforts réelles pour chaque combat, séparés de 15 minutes de récupération et au cours de laquelle la fréquence cardiaque et la lactatémie étaient mesurées.

- **Population et échantillon :**

Des compétiteurs de différents niveaux athlétiques ont participé à une compétition simulée. L'auteur a entrepris d'analyser dans un premier temps, la structure temporelle de l'effort en karaté sportif (le combat) et ensuite d'évaluer son intensité à l'aide de paramètres physiologiques, afin de déterminer son profil métabolique.

- **Les résultats enregistrés :**

Pour tous les sujets, la lactatémie augmente significativement à l'issue des combats. Elle atteint une valeur maximale en 2 ou 5 minutes après l'arrêt du combat, et représente $82,41 \% \pm 19,54$ de la concentration en lactate maximale individuelle enregistrée en fin de test progressif et maximal sur tapis roulant.

Au cours des combats, la fréquence cardiaque s'élève dès la première minute d'effort jusqu'à une zone proche des valeurs maximales individuelles ($92,9 \% \pm 2,6$ de la fréquence maximale enregistrée au test d'effort sur tapis roulant).

- **Constatations :**

Une analyse vidéo des combats a permis de caractériser l'effort en karaté sportif comme un effort intermittent acyclique, où de courtes mais intenses actions offensives et/ou défensives ($2,47 \pm 1,19$ secs), entrecoupées de courtes périodes de récupération active (phase d'observation d'une durée de $4,8 \pm 4,1$ secondes) dont l'intensité moyenne est $53,13 \% \pm 3,23$ du V_{O2} Max individuel, et de phases de récupération passive (arrêts de l'arbitre d'une durée de $8,37 \pm 3,72$ secs).

L'effort semble mixte, sollicitant à la fois les voies anaérobies et le métabolisme aérobie. Les principales aptitudes bioénergétiques, dont le développement semble nécessaire pour la compétition sportive en karaté, sont à envisager.

- **Conclusion** et à l'issue de cette analyse de l'effort, il apparaît clairement que le karaté sportif est un effort intermittent acyclique "court-court", composé :
- D'une alternance d'actions sollicitant le développement d'une puissance musculaire importante : (Propulsion du corps, Brusques démarrages, Fentes avant...)
 - De périodes de plus faible intensité : (Sautillements sur la plante des pieds, Marche lente).

10.2. Etude N°2.

- **Auteur :** Chaabène H, Hachana Y, Franchini E, Mkaouer B, Chamari K.
- **Type d'étude :** Article scientifique.
- **Année :** 1er octobre 2012.
- **Edition :** Sports Médecine.
- **Thème :** Profil physique et physiologique des athlètes de karaté d'élite.
- **Objectif :** Etude des caractéristiques physiques et physiologiques les plus importantes des athlètes de karaté
- **Méthodologie de recherche :** Etude descriptive qui vise à établir les différences entre les athlètes de sexe masculin et féminin en Kata et en Kumite et entre les nationaux et les internationaux.

- Population et échantillon :

Les athlètes masculins et féminins de karaté en kata et en Kumite, de haut niveau et de niveau national.

L'auteur a entrepris d'analyser dans un premier temps la somatotypie des athlètes masculins de karaté de haut niveau. Il a été établi qu'ils ont besoin d'une condition physique très élevée, donc il a fait recours à l'évaluation physique.

- Les résultats enregistrés :

L'évaluation a porté sur un bon nombre de facteurs physiques et les résultats étaient les suivants :

La capacité aérobie : joue un rôle majeur dans les performances de karaté. Elle évite la fatigue pendant l'entraînement et assure les processus de récupération pendant les périodes de repos entre deux combats ultérieurs au sein d'une compétition et entre 02 rencontres consécutives. Cependant, aucune différence significative entre les athlètes masculins et féminins de kata et de kumite n'est soulignée en ce qui concerne les performances aérobies.

Les performances anaérobies : il existe une différence de **puissance maximale** explorée par le test de force-vitesse entre les karatékas de niveau national et international, mais pour le test de déficit en oxygène accumulé maximum, il n'y a pas de différence entre eux.

La puissance explosive musculaire : joue un rôle essentiel dans la capacité d'un karatéka à atteindre des performances de haut niveau. Cependant, il a été révélé que les performances de saut vertical, la puissance maximale et la vitesse maximale différaient entre les karatékas de niveau national et international.

Par ailleurs, il est important de signaler que les performances en karaté reposent davantage sur la puissance musculaire à de faibles charges plutôt qu'à de grandes charges.

Ainsi, les actions décisives du karaté dépendent essentiellement de la puissance explosive musculaire des membres supérieurs et inférieurs.

La force dynamique : Des recherches limitées ont été menées :

Le développé couché absolu maximal, le maximum de répétition en demi-squat et la performance des tâches isocinétique différaient considérablement entre les karatékas masculins hautement compétitifs et les novices. Les études sur les athlètes féminines de karaté n'existent pas.

La flexibilité : Importante pour l'exécution des coups de pied Jodan (hauts) à des vitesses élevées, il a été démontré que la flexion bilatérale de la hanche et du genou des athlètes de karaté sont plus importantes que celles des athlètes non karaté.

Le temps de réaction : Élément crucial en karaté car les performances de haut niveau reposent essentiellement sur des techniques explosives. Il existe une différence significative dans le temps de réaction du choix entre les karatékas de haut niveau et les karatékas novices.

- **Constataions :**

- Les athlètes masculins de Haut niveau se caractérisent par une faible masse grasse corporelle et des caractéristiques de somatotype mésomorphe-ectomorphe.
- Les études portant sur la composition corporelle et le somatotype des femmes sont rares.
- Des recherches supplémentaires sont nécessaires concernant les caractéristiques physiologiques des karatékas féminines, les différences entre les athlètes kata et kumite et les variations basées sur les catégories de poids.

- **Conclusion**

- Aucune différence significative entre les athlètes masculins et féminins de kata et de kumite n'est soulignée en ce qui concerne les performances aérobies. Par ailleurs, il existe une différence de puissance maximale explorée par le test de force-vitesse entre les karatékas de niveau national et international, mais pour le test de déficit en oxygène accumulé maximum, il n'y a pas de différence entre eux.
- Les performances du saut vertical, la puissance maximale et la vitesse maximale différaient entre les karatékas de niveau national et international.
- Les performances en karaté reposent davantage sur la puissance musculaire à de faibles charges plutôt qu'à de grandes charges.
- Les actions décisives du karaté dépendent essentiellement de la puissance explosive musculaire des membres supérieurs et inférieurs.
- Le développé couché absolu maximal, le maximum de répétition en demi-squat et la performance des tâches isocinétique différaient considérablement entre les karatékas masculins hautement compétitifs et les novices
- La flexion bilatérale de la hanche et du genou des athlètes de karaté sont plus importantes que celles des athlètes non karaté.
- Il existe une différence significative dans le temps de réaction du choix entre les karatékas de haut niveau et les karatékas novices.

10.3. Etude N°3.

- **Auteur :** Rossi D., Brus F., Bodard J., Bovet R, Marconnet P.

- **Type d'étude :** Article scientifique publié dans la rubrique Sciences et Arts Martiaux, (JORRESCAM).
- **Année :** 1992.
- **Edition :** Service Départemental de Physiologie du Sport. Hôpital Fontpre, Toulon.
- **Thème :** Vo2 max et pratique du karaté.
- **Objectif :** Evaluation de la validité du test élaboré " prototype " de la puissance maximale aérobie spécifique a l'activité, permettant de répondre aux nécessités de l'entraînement du Karate.

Méthodologie de recherche : Etude descriptive qui vise à établir deux tests :

- **Un test classique de course sur tapis** roulant selon le protocole de BRUE, 1985 dont les résultats ont servi de valeur de référence, pour les valeurs maximales des différentes variables dépendantes enregistrées (VO₂, Fc, LAs, pH, QR, et VE).
- **Le test " prototype "** au cours duquel le sujet devait réaliser une séquence gestuelle spécifique au karaté, selon un rythme progressivement croissant.

Exprimée en km/h sur tapis roulant et en nombre de coups par minute en karaté, l'intensité d'effort constituait donc la variable indépendante dans les deux tests.

- **Population et échantillon :** Cinq (05) karatékas pratiquant la compétition au niveau régional ont volontairement réalisé chacun deux tests.

La présente étude consiste à vérifier l'hypothèse suivante : « les critères d'atteinte leV02Max des 05 sujets, reflétés par les valeurs maximales des variables dépendantes, mesurées au cours du test de tapis roulant ne présenteront pas de différence significative avec ceux enregistrés lors du test spécifique karaté ».

- **Les résultats enregistrés :** n'ont montré aucunes différences significatives pour les valeurs maximales de FC et de QR.

Par ailleurs, les valeurs maximales de V02Max, lactatémie, pH, et VE présentaient des différences significatives (les sujets n'ont atteint, au test karaté, en moyenne que : 86 % du V02Max sur tapis roulant ; et 75 de la lactatémie maximale).

- **Constatations :**

- Le karaté est un sport technique par excellence, qui sollicite l'ensemble de l'organisme, que ce soit sur le plan biomécanique, cardio-respiratoire, ou neuromusculaire. Ainsi, il est indispensable. La préparation physique est très importante : elle a pour objectif principal de reculer le seuil d'apparition des diverses manifestations de la fatigue lors de la pratique, et de contribuer à l'augmentation du nombre de séances d'entraînement par une amélioration des processus de récupération.
- L'accession des jeunes talents de niveau régional à un niveau national, exige un volume d'entraînement important, mais aussi et surtout une individualisation des objectifs et des charges d'entraînements.
- Toute planification rationnelle de la préparation physique ne peut s'entreprendre sans une évaluation initiale du potentiel physique de l'athlète.

- **Conclusion :**

Même s'il est possible d'attribuer ces différences à la structure de la séquence gestuelle au cours du test karaté, quelques modifications susceptibles de diminuer les écarts constatés, doivent être envisagées avant toute conclusion

10.4. Etude N°4.

- **Auteur :** Koropanovski, N., Berjan, B., Bozic, P. R., Pazin, N., Sanader, A., Jovanovic, S., & Jaric, S.
- **Type d'étude :** Article Scientifique.
- **Année :** 2011
- **Edition :** Journal of Human Kinetics
- **Thème :** Profils de performances anthropométriques et physiques des compétiteurs de karaté d'élite de Kumite et de kata.
- **Objectif :** Cette étude tente d'évaluer les dimensions anthropométriques de base et les performances physiques de ces deux groupes de compétiteurs de karaté masculins d'élite.
- **Méthodologie de recherche :**

C'est une étude expérimentale basée sur une approche transversale essentiellement sur les caractéristiques qui pourraient différer entre deux groupes en ce qui concerne les exigences de leurs mouvements disciplinaires respectifs.

Les sujets ont reçu pour instruction d'éviter toute activité physique intense deux jours avant l'expérience afin de minimiser l'effet possible de la fatigue. L'expérience a été réalisée en une seule session de test. Il comprenait des mesures anthropométriques et un dépistage médical, suivis de tests de performance physique.

La hauteur corporelle (BH) et la masse corporelle (BM) ont été mesurées respectivement à 0,5 cm et 100 g près. Par la suite, l'indice de masse corporelle a été évalué ($IMC = BM / BH^2$). Les mesures anthropométriques ont été prises par le même expérimentateur selon les procédures standard.

Le test des performances physiques a été précédé d'un échauffement standard de 10 minutes et d'un étirement actif de 10 minutes. Après une explication détaillée et une démonstration qualifiée de chaque test, tous les sujets ont effectué un essai pratique suivi de deux essais expérimentaux consécutifs et le meilleur résultat a été utilisé pour une analyse plus approfondie. Les périodes de repos entre les essais consécutifs et entre deux tests consécutifs étaient respectivement de 2 et 5 minutes.

Les performances physiques évaluées comprenaient les tests de flexibilité, de vitesse, d'agilité, de puissance et d'endurance :

- **Population et échantillon :** Trente et un (31) athlètes seniors masculins élités membres de l'équipe nationale de karaté ont participé à cette étude. Dix-neuf d'entre eux étaient médaillés aux championnats du monde, d'Europe et des Balkans juniors (16-18 ans) et seniors. Dix-neuf d'entre eux étaient spécialisés en kumite, tandis que 12 étaient des concurrents de kata.
- Aucun d'entre eux n'a signalé de problème médical ou de blessures récentes susceptibles de compromettre les performances testées.
- **Procédure :**

La flexibilité : Le test **SdLS** (Sideward Leg Splits Test) ou **Test de fentes latérales des jambes** a été sélectionné pour l'évaluation directe de la flexibilité des membres inférieurs. Il évalue principalement la flexibilité des muscles ischio-jambiers de la jambe avant et des muscles adducteurs de la jambe arrière (Bozic, 2010). Il a été choisi parce qu'un certain nombre de techniques de karaté sont effectuées avec les articulations de la hanche exploitant toute l'amplitude des mouvements. Plus précisément, le participant se tient sur une planche lisse et se soutient des deux mains. Son pied arrière est retourné et forme un angle de 90 ° avec le pied avant. Par la suite, il écarte lentement les deux pieds. Le tronc reste droit (c'est-à-dire aligné avec une ligne verticale tracée au mur) et aucune rotation de la hanche n'est autorisée. L'examineur mesure la hauteur de la symphyse par rapport au sol (h), et les distances de la projection verticale de la symphyse au talon

du dos (a) et au talon de la jambe avant (b). Une kinanthropométrie et une règle standard ont été utilisées pour mesurer les distances. La précision de la mesure était de 0,5 cm. L'angle formé par les jambes est évalué au moyen d'une formule trigonométrique [$\alpha = \text{atan}(a/h) + \text{atan}(b/h)$] et rapporté en degrés. La jambe droite et la jambe gauche en avant ont été mesurées. Nous avons récemment trouvé une fiabilité intra-essai et test-retest élevée (**ICC > 0,9**), ainsi qu'une validité simultanée et factorielle élevée de ce **test (Bozic, 2010)**.

Accélération et vitesse : Un test de sprint de 20 m a été utilisé avec un premier et un second intervalle de 10 m chronométrés séparément pour l'évaluation de l'accélération (premier sprint de 10 m - 10S) et de la vitesse maximale sur une courte distance (départ au vol de 10 m - 10FS). Bien que le mouvement ne soit pas spécifique au karaté, la sélection du test était basée sur l'importance présumée de l'initiation rapide du mouvement et de la vitesse pour les compétiteurs de kumite d'élite (Blazevic, 2006). Les sujets ont reçu pour instruction de courir de la position debout aussi vite que possible jusqu'au dépassement de la marque des 20 m. Des portes de chronométrage électroniques ont été utilisées pour évaluer ces variables (Fitro Light Gates, Fitronic, Bratislava, Slovaquie). La précision de la mesure était de 0,001 secs. Mirkov (2008) a trouvé une haute fiabilité intra-essai d'une version similaire de ce test réalisée sur 30 m.

Agilité : Le test T (TT) a été sélectionné pour l'évaluation de l'agilité. Il a été récemment rapporté que la capacité de changer de direction pourrait être d'une grande importance pour le succès dans les arts martiaux (Mirkov, 2008 ; Blazevic, 2006).

Le parcours TT se compose de deux sections droites de 10 m formant la forme de la lettre T. Il comprend un sprint avant (10 m), un déplacement latéral vers la gauche (5 m), un déplacement latéral vers la droite (10 m), un déplacement latéral vers l'arrière à gauche (5 m), et retour colporté 10 m retour au départ. Le même équipement que dans le test précédent a été utilisé pour mesurer le temps de test. Pauole, (2000) a signalé une fiabilité intra-essai élevée du test (ICC = 0,98).

Puissance explosive : Le saut en contre-mouvement (**CMJ**) et le triple saut debout (**STJ**) ont été utilisés pour l'évaluation indirecte de la puissance explosive des extenseurs de jambe dans le plan vertical et horizontal. Les tests ont été sélectionnés en raison de leur validité présumée pour l'évaluation des performances des membres inférieurs chez les compétiteurs de karaté (Voight, 1990 ; Zehr, 1997 ; Lee, 1999). Il pourrait également être important que l'action explosive de l'extenseur de la hanche et du genou soit essentielle à la fois pour le «Steep» du karaté et pour les coups de pied de jambe. Enfin, il faut noter que les deux tests devraient fournir des indices de puissance musculaire indépendants de la taille corporelle et que, par conséquent, la normalisation des données enregistrées n'est pas nécessaire (Markovic, 2007 ; Nedeljkovic, 2009).

CMJ : Les sujets devaient sauter aussi haut que possible en effectuant un contre-mouvement précédent avec balancement des bras. Les sujets devaient également atterrir approximativement au point de décollage. Le test a été réalisé sur une plate-forme de contact (plaque de contact, Globus, Codogne, Italie ; précision $\pm 0,001$ seconde) qui enregistre le temps de vol (t). L'élévation du centre de gravité au-dessus du sol (hauteur en mètres) a été mesurée à partir du temps de vol (t ; en s) en appliquant la loi balistique : $h = \frac{1}{8} t^2 g$ ($g = 9,81 \text{ m / s}^2$). Une fiabilité intra-essai et test-retest élevée de CMJ a été rapportée (**ICC > 0,9**) (Markovic, 2004 ; Slinde, 2008).

STJ : Les sujets devaient sauter aussi loin que possible en effectuant un triple saut debout à partir d'une position debout standard. La distance entre le point de départ et le point d'atterrissage au contact du talon a été utilisée pour une analyse plus approfondie. La précision de la mesure était de 1 cm. Markovic, (2004) a trouvé une fiabilité intra-essai élevée (ICC = 0,93) et une validité factorielle de ce test ($r = 0,80$).

Endurance aérobie : Le test de course Shuttle (SR) de 20 m a été utilisé pour l'évaluation de l'endurance aérobie. À l'exception du système de notation, le protocole de test original du test de fonctionnement à plusieurs étapes de la navette a été suivi (Léger, 1988). Les sujets devaient faire des allers-retours entre des cônes espacés de 20 m. Le rythme de course était déterminé par les signaux audio émis par une cassette à bande préenregistrée. Le test a été établi pour la vitesse initiale de 8,0 km / h, augmentant de 0,5 km / h toutes les minutes. Les sujets ont été invités à effectuer autant de passages possibles. Le test se terminait lorsque le sujet n'a pas pu atteindre le cône à temps en 2 passages consécutifs, ou lorsque le sujet s'est senti incapable de continuer. Contrairement au test du protocole initial qui utilisait un système de notation de paliers (chaque palier durant environ 1 min), (Léger, 1982 ; Léger, 1988), nous avons noté le test en additionnant la distance. Léger et Lambert (1982) ont trouvé une fiabilité test-retest élevée de SR ($r = 0,98$). De plus, les mêmes auteurs ont montré une forte corrélation entre le score SR et la consommation maximale d'oxygène directement évaluée (VO_2). Il est souligné que Beneke et ses collègues (2004) ont récemment souligné l'importance des voies aérobies pour l'entraînement au karaté.

- **Les résultats enregistrés :**

Les données suggèrent une plus grande taille corporelle des athlètes de kumité, tandis que la différence de composition corporelle évaluée par l'IMC n'était pas statistiquement significative. Le test de Kolmogorov-Smirnov a révélé une violation de la distribution normale dans aucune des variables testées.

Les concurrents de kumite ont révélé une accélération initiale plus élevée (10S) et une puissance explosive plus élevée dans le test effectué dans la direction horizontale (STJ), mais pas verticale

(CMJ). Bien qu'un peu en dessous du niveau de signification statistique, les concurrents de kata ont révélé une plus grande flexibilité

Les différences restantes dans les tests de performances physiques individuels n'étaient pas statistiquement significatives.

- **Constatations :**

En raison de performances rapides et nécessaires, les concurrents de kumite affichent une vitesse de déplacement plus élevée et une plus grande puissance. À l'inverse, en raison de l'inconvénient d'une grande taille du corps lors du maintien des postures difficiles et exigeantes en force (Lohman, 1998 ; Jaric et al 2005) telles que celles requises dans un certain nombre de kata, on pourrait s'attendre à une taille corporelle plus petite et à une plus grande flexibilité du membre inférieur chez les compétiteurs de kata. Les résultats attendus pourraient être importants non seulement pour la sélection précoce et la formation en karaté, mais aussi pour la conception de batteries de tests spécifiques à une discipline pour l'évaluation des compétiteurs de kumite et de kata.

- **Conclusion :**

Pour conclure, les résultats suggèrent que les concurrents de kumite pourraient être de plus grande taille, une plus grande capacité à initier le mouvement du corps dans la direction horizontale et, peut-être, une flexibilité relativement réduite des membres inférieurs. Étant donné que seuls les compétiteurs d'élite ont été testés, les résultats pourraient être importants pour la sélection et la conception de l'entraînement des athlètes de karaté.

10.5. Etude N°5.

- **Auteur :** Doria C, Veicsteinas A, Limonta E, Maggioni MA, Aschieri P, Eusebi F, Fanò G, Pietrangelo T.
- **Type d'étude :** Article Scientifique.
- **Année :** 2009
- **Edition :** Journal européen de physiologie appliquée
- **Thème :** Énergétique du karaté (techniques kata et kumite) chez les sportifs de haut niveau.
- **Objectif :** L'étude porte sur l'évaluation des capacités physiques et physiologiques des karatekas spécialistes en kata et en kumite. L'objectif étant d'associer une évaluation métabolique avec des procédures standard, à la capacité d'atteindre le niveau de performance le plus élevé que les athlètes testés ont déjà possédés. Ainsi les résultats obtenus peuvent être proposés comme une référence pour la préparation des athlètes en karaté.
- **Méthodologie de recherche :** Utilisation de la méthode expérimentale.

Population et échantillon : Douze athlètes masculins italiens de niveau mondial, masculin et féminin ont participé à cette étude. Les athlètes de kata étaient des médaillés d'or dans la catégorie Senior, à l'exception de deux femmes dans la catégorie Junior, et les athlètes de kumite étaient des médaillés d'or, d'argent et de bronze dans la catégorie Senior, à l'exception de deux femmes dans la catégorie junior, toutes concurrentes au niveau Européen et Championnats du monde 2006-2007.

Tous les tests ont été effectués lors d'un rassemblement national d'athlètes de karaté et tous les sujets ont participé aux championnats d'Europe deux semaines avant l'étude.

- **Procédures :** Evaluation des capacités physiques et physiologiques, mesurant le VO2 max par un analyseur de gaz portatif durant des combats et des katas simulés ainsi que la prise de la lactatémie à la fin de chaque épreuve. La puissance anaérobie alactique et lactique maximale a également été évaluée.

Le VO2max a été évaluée par le test progressif sur cyclo-ergomètre, la puissance alactique par le test de saut verticale de Bosco, et l'endurance lactique par le Wingate test.

(Étude de compétition simulée).

Les athlètes ont été regroupés selon leurs spécialités et ont leurs a demandé de simuler un événement compétitif.

Kata : Les athlètes masculins spécialisés en kata ont exécuté les styles de kata fixes (Shitei) appelés **Unsu** du style Shotokan, tandis que les athlètes féminins ont exécuté les styles de kata fixes (Shitei)

nommés **Hanan** du style Shito-Ryu. La durée correspondante requise par les règles internationales est de 140 et 160 secs pour les Hommes et les Femmes, respectivement.

Kumite : Les athlètes spécialistes en kumité ont effectué des combats simulés contre des adversaires, consistant en des techniques d'attaque et de défense, sans interruption 240 secs pour Hommes et 180 secs pour Femmes. Ces temps représentaient les durées les plus longues des compétitions de championnat du monde kumite réelles.

Avant chaque compétition simulée, tous les athlètes ont effectué des exercices d'échauffement individuels égaux à ceux effectués à l'occasion de l'épreuve concurrentielle actuelle et se composent d'environ 5 mn de course, 10 mn d'étirement et 10 mn de mouvements spécifiques au Karate.

Après la compétition simulée, les athlètes sont restés en position assise pendant 30 min. La consommation d'oxygène, comme dans les tests précédents, a été mesurée en continu en utilisant le même système de télémétrie respiratoire par respiration portable en repos, pendant l'échauffement, la compétition et la récupération.

Le taux de lactate sanguin a été mesuré au repos ; Immédiatement avant l'exercice d'échauffement ; a la fin de la compétition simulée ; Et à la 5ème, 7ème et 9ème minute de récupération en position assise.

- **Les résultats enregistrés :**

Les résultats des épreuves simulées ont montré que :

1. le VO₂max et la lactatémie étaient significativement plus élevés chez les athlètes kumité.
2. Les résultats du Wingate test et le test de Bosco n'ont montré aucune différence significative entre les deux groupes kata et kumité.
3. Les deux épreuves du karaté sollicitent les trois systèmes énergétiques, cependant, le kumite semble exiger une puissance métabolique beaucoup plus élevée que le kata, étant la source d'énergie avec la contribution aérobie prédominante.

L'étude menée par Ravier et Coll, (2005) démontre la prédominance du système anaérobie en kumité.

- **Constatations :**

La vitesse maximale et la force explosive sont les facteurs musculaires les plus importants et les plus requis pour la performance du karaté. Ces paramètres sont en corrélation avec le niveau concurrentiel des athlètes.

L'utilisation des membres inférieurs diffère dans les compétitions kata et kumite, et un test spécifique à la discipline et aux épreuves n'existe pas. C'est la première tentative qui traite la force musculaire des athlètes d'élite spécialistes en kata et en kumité en utilisant le test Wingate.

Dans les deux épreuves, les femmes utilisent moins de puissance et mettent davantage l'accent sur les mouvements harmonieux, alors que les athlètes masculins utilisent une force supérieure pour effectuer des mouvements explosifs

La valeur de la puissance moyenne était plus faible chez les femmes que chez les hommes, comme indiqué précédemment (Gratas-Delamarche et al, 1994 ; Sands et al, 2004). Par ailleurs, la capacité totale de production d'énergie par les systèmes énergétiques immédiats et à court terme, était similaire chez les athlètes en kata et en kumité.

En Kata, on a utilisé deux fois plus de source alactique que chez les athlètes kumité. Cependant, les performances kumité étaient plus exigeantes en énergie aérobie lors des compétitions simulées.

La source d'énergie aérobie était prédominante dans cette étude (50 à 74% du total), avec une certaine différence chez les sexes et les épreuves, tandis que la source lactique représente les pourcentages les plus faibles (12-22%) de l'énergie utilisée et l'intermédiaire alactique (14-28%).

En comparant les deux épreuves chez les hommes, une source aérobie plus élevée chez les spécialistes en kumite (74%) que ceux en kata (50%), alors que chez les spécialistes en Kata, des sources anaérobies plus élevées ont été observées. La différence est due aux muscles sollicités et le contrôle requis dans les deux épreuves et par la durée des performances (240 sec en kumité vs 138 sec en kata).

Chez les athlètes féminines, en raison de la plus forte intensité des mouvements explosifs et de la rapidité des actions, une différence a été observée uniquement entre les sources anaérobies alactiques entre l'épreuve kata et celle du kumite (environ 30 contre 14%).

- **Conclusion :**

Les champions du monde kata et kumite ont enregistré les mêmes puissances maximales aérobies et anaérobies par unité de poids corporel lors de tests de laboratoire conventionnels.

Dans la compétition simulée, la puissance métabolique en kumite est d'environ 1,5 fois le VO_{2max} . Le coût total de l'énergie est réalisé par une composante aérobie (70%), avec l'utilisation des magasins d'énergie alactique (20%) et la production d'acide lactique (10%).

Chez les spécialistes en kata, la puissance métabolique est inférieure à VO_{2max} et les sources aérobies et anaérobies (alactique et lactique) sont presque également divisées.

Il est important de noter que le but principal de ce travail n'est pas de fournir des données précises sur le coût énergétique et les sources impliquées en karaté, car les données présentées proviennent d'un très petit échantillon d'athlètes d'élite non représentatifs de toute la population pratiquante ce sport et du nombre et de la qualité de la performance.

10.6. Etude N°6.

- **Auteur :** Stipe Blazević , Ratko Katić, Dragan Popović.
- **Type d'étude :** Article scientifique.
- **Année :** 2006
- **Edition :** **Collegium Antropologicum, Croatie.**
- **Thème :** L'effet des capacités motrices sur les performances de karaté.
- **Objectif :** L'objectif de la présente recherche étant d'identifier les structures motrices qui déterminent l'atteinte des meilleurs résultats en compétition de Karate.

- **Méthodologie de recherche :**

Étude descriptive dans laquelle Quatorze tests moteurs (9 tests moteurs **de base** et 5 tests moteurs **spécifiques**) ont été utilisés pour évaluer l'efficacité technique ; l'efficacité du combat a été estimée sur la base des résultats obtenus lors d'un certain nombre de compétitions.

- **Population et échantillon :**

L'étude a touchée un échantillon de 85 athlètes de catégorie senior de la Fédération croate de karaté âgés de 18 à 29 ans, en compétition.

- **Les résultats enregistrés :**

L'analyse factorielle de l'ensemble de base des variables motrices a indiqué la présence de trois facteurs majeurs de coordination, de force explosive et de fréquence de mouvement.

L'analyse factorielle des variables motrices de base et spécifiques mises en commun a également mis en évidence trois facteurs principaux : la vitesse (de base et spécifique), la puissance contrôlée (force explosive et agilité spécifique) et la coordination de base.

L'analyse de régression a montré les facteurs de base isolés pour déterminer de manière significative à la fois l'efficacité technique et l'efficacité du combat du karatéka, avec le rôle majeur du facteur de force explosive (puissance).

L'analyse de régression des facteurs de base et spécifiques mis en commun a révélé les facteurs de vitesse contrôlée et de puissance contrôlée pour déterminer principalement le combat de karatéka et l'efficacité technique.

- **Conclusion :**

Dans l'ensemble des tests utilisés pour évaluer les capacités motrices spécifiques du karaté, la vitesse du blocus, la vitesse de déplacement dans plusieurs directions et la fréquence des coups de pied se sont avérés être **les meilleurs prédicteurs de l'efficacité technique**, alors que la vitesse de déplacement dans plusieurs directions, la vitesse du blocus et la fréquence des coups de pied étaient **les meilleurs prédicteurs de l'efficacité du combat**, avec le rôle majeur du facteur de force explosive (puissance).

10.7. Etude N°7.

- **Auteur :** Molinaro, L., Taborri, J., Montecchiani, M., & Rossi, S.

- **Type d'étude :** Article scientifique.

- **Année :** 3 juin 2020.

- **Edition :** Bibliothèque nationale de médecine, Bethesda, Maryland, Etats Unis.

- **Thème :** Évaluation des effets des techniques de kata et de kumite sur les performances physiques des karatékas d'élite

- **Objectif :** Cette étude porte sur l'évaluation des performances physiques des karatékas d'élite et des non-karatékas.

- **Méthodologie de recherche :**

Méthode expérimentale utilisées pour traiter les effets de la technique du kumite et du kata sur la mobilité articulaire, la stabilité du corps et la capacité de saut ont été évalués.

- **Population et échantillon :**

Vingt-quatre karatékas ont participé à cette étude, les résultats obtenus ont été comparés avec 18 sujets sains non karatékas.

- **Procédés :**

Le système de capteur utilisé était composé d'un seul capteur inertiel et de barres optiques.

- **Les résultats enregistrés :**

Les karatékas sont généralement caractérisés par de meilleures performances motrices par rapport aux non karatekas, compte tenu de tous les facteurs examinés, à savoir la mobilité, la stabilité et le saut. De plus, les deux techniques conduisent à une différenciation de la mobilité articulaire ; en particulier, les athlètes de kumité se caractérisent par une plus grande extension de l'épaule et, en général, par une plus grande valeur de la vitesse préférée pour effectuer des mouvements articulaires.

Inversement, Les athlètes de kata se caractérisent par une plus grande mobilité de l'articulation de la cheville.

En se concentrant sur les compétences de saut, la technique du kata conduit à une augmentation de la phase concentrique lors de l'exécution de sauts accroupis.

Enfin, les athlètes de kata ont montré une meilleure stabilité avec les yeux fermés.

- **Conclusion :**

Les résultats rapportés peuvent être utiles pour optimiser les programmes de coaching pour les débutants et les karatékas en fonction de la technique spécifique sélectionnée.

10.8. Etude N°8.

- **Auteur :** Fabien Morand, B.Sc.

- **Type d'étude :** Fiche scientifique. Département de kinésiologie de l'Université de Montréal, Québec.

- **Année :** 2017.

- **Edition :** Etude kinésiologue. Institut National de Sport de Québec (INS),

- **Thème :** Evaluation du haut niveau en karaté.

Objectif : L'objectif de l'étude consiste à établir un degré d'intérêt de tests d'évaluation de la puissance des membres inférieurs et de vérifier s'il y a une relation entre les résultats à ces tests et les choix stratégiques effectués en combat :

1. En offensif, où l'on s'approche de l'adversaire pour le frapper rapidement,
2. En défensif, où l'on évite l'assaut pour contre-attaquer.

- **Méthodologie de recherche :**

La méthode utilisée est la méthode expérimentale qui consiste de vérifier l'existence d'une relation entre les résultats obtenus à ces tests et les choix stratégiques effectués en combat en les administrant à deux groupes de karatékas, l'un de bon niveau, l'autre de haut niveau. Les tests sélectionnés sont les tests de sauts verticaux et de puissance maximale de pédalage (ergocycle) à différentes résistances, permettant d'établir la relation « force-vitesse » de chaque sujet. Un test de relation force-vitesse sur ergocycle et des tests de sauts verticaux pourraient constituer une batterie de tests d'évaluation des déterminants de la performance en karaté de haut niveau.

Population et échantillon : Dix karatékas Juniors : 8 « attaquants » et 2 « défenseurs » de niveau international membres de l'équipe nationale française et 12 karatékas Seniors (4 « attaquants » et 8 « défenseurs ») de niveau nationales ont pris part à cette étude.

- **Les résultats enregistrés :** Les mesures de puissance de pédalage aux 3 résistances choisies ont permis de calculer :

1. La force maximale théorique,
2. La vitesse maximale théorique,
3. La puissance maximale,
4. La cadence optimale.

Ces mesures ont été comparés entre les 2 groupes d'athlètes prenant en considération leur style préférée de combat (Offensif, défensif). Comparativement aux karatékas évoluant sur la scène nationale, les karatékas juniors qui participent aux compétitions internationales avaient des mesures significativement plus grandes de vitesse maximale théorique (+ 13 %) et une meilleure performance au **Squat Jump** (+ 14,3 %), sans différence significative entre les deux groupes, en ce qui a trait à la force maximale théorique. Cela souligne que la performance en karaté dépend de la vitesse maximale et de la force explosive.

Par ailleurs, la vitesse optimale de pédalage était significativement plus grande chez les karatékas de niveau international (135,4 bpm) que chez les karatékas de niveau national (119,2 bpm). Le test **Conter Movement Jumps** semble utile pour discriminer les karatékas qui privilégient le style offensif.

- **Constatations :** La vitesse de déplacement et l'explosivité semblent être deux qualités essentielles de la performance des karatékas. Cependant, peu d'études ont traités les caractéristiques mécaniques et musculaires des karatékas jusqu'à maintenant.
- **Conclusion :** les résultats obtenus dans cette étude, permettent d'affirmer que les tests de sauts verticaux et les tests de puissance maximale sur ergocycle à différentes résistances (pour établir la relation force-vitesse) donnent des indices pertinents dans le cadre d'une évaluation fonctionnelle des karatékas de haut niveau.

10.9. Etude N°9.

- **Auteur :** Martínez Oscar Martínez de Quel, Ignacio Ara, Mikel Izquierdo, Carlos Ayán.
- **Type d'étude :** Article scientifique.
- **Année :** Octobre 2019.
- **Edition:** International Journal of Sports Physiology and Performance.
- **Thème :** La condition physique prédit-elle le succès futur du karaté ? Une étude chez les jeunes femmes karatékas.
- **Objectif :** L'objectif de cette étude est d'évaluer la capacité de discrimination de plusieurs dimensions de la condition physique et des attributs anthropométriques pour prévoir le succès en compétition chez les athlètes féminines de karaté.
- **Méthodologie de recherche :**

Cette étude se base sur une méthode descriptive pour déterminer la relation entre la condition physique et le succès futur en karaté, des modèles de régression logistique binaire ont été construits pour déterminer si l'ensemble des variables de la condition physique et anthropométriques pouvait prédire les futurs niveaux de performance sportive. À cet effet, les participants ont été classés en :

1. Elite (médaillé aux championnats du monde ou d'Europe dans la catégorie senior) ,
 2. Sous-élite (au moins médaillé aux championnats nationaux espagnols en cadet ou junior mais non inclus dans le groupe élite), selon les résultats obtenus jusqu'en 2019.
- **Population et échantillon :** Les données recueillies de la condition physique et anthropométriques de 98 karatékas juniors féminines lors des camps d'entraînement de la Fédération nationale espagnole de karaté entre 1999 et 2012 ont été utilisées.
 - **Les résultats enregistrés :** Les karatékas d'élite ont montré des différences significatives d'agilité, de puissance musculaire du haut et du bas du corps et de la condition physique générale par rapport à ceux qui ont été classés comme sous-élite dans la catégorie senior. Au total, 57 karatékas féminines juniors qui ont été classées par la suite comme élite (7) ou sous-élite (50) ont été incluses dans l'analyse de régression logistique binaire.

Les modèles résultants ont montré une capacité significative à prédire les performances de karaté.

Conclusion : L'évaluation de la condition physique chez les catégories juniors peut être une ressource utile pour déterminer le succès futur du karaté. Les entraîneurs devraient accorder une attention particulière aux niveaux de puissance musculaire et d'agilité démontrés par leurs athlètes, car les deux dimensions de la condition physique pourraient être des indicateurs de la réussite sportive future.

10.10. Etude N°10.

- **Auteur :** Chaabène, H., Franchini, E., Miarka, B., Selmi, M. A., Mkaouer, B., & Chamari, K.
- **Type d'étude :** Article scientifique.
- **Année :** 2014.
- **Edition:** International journal of sport physiology and performance.
- **Thème :** Analyse temporelle et réponses physiologiques aux séances de combat officielles de karaté.
- **Objectif :** l'Objectif Le but de cette étude est de mesurer et de comparer les variables physiologiques et temporelles pendant les combats de karaté et d'évaluer les éventuelles différences entre les gagnants et les karatékas d'élite vaincus dans un environnement écologiquement valide.

Méthodologie de recherche : La méthode utilisée est la méthode expérimentale.

Population et échantillon : Quatorze karatékas masculins d'élite qui participent régulièrement à des événements nationaux et internationaux ont pris part à une compétition au niveau national.

Les résultats enregistrés :

- Il n'y avait pas de différences significatives entre les karatékas gagnants et vaincus en ce qui concerne toutes les variables étudiées.
- Les karatékas utilisaient davantage les techniques des membres supérieurs (76,19%) que les techniques des membres inférieurs (23,80%).
- Le Kisami Zuki représentait la technique la plus fréquente, avec 29,1% de toutes les techniques utilisées.
- La durée de chaque activité de combat variait de <1 s à 5 sec, avec $83,8\% \pm 12,0\%$ des actions durant moins de 2 sec. Les karatékas ont exécutés 17 ± 7 actions de haute intensité par combat, ce qui correspond à ~ 6 actions de haute intensité par minute.
- Le rapport action-repos était d'environ 1: 1,5 et le rapport action-repos de haute intensité était d'environ 1: 10. La réponse lactate sanguine moyenne à 3 min après le combat (La post) provoquée pendant les combats de karaté était de $11,18 \pm 2,21$ mmol / L (différence entre La pré et La post = $10,01 \pm 1,81$ mmol / L).
- La fréquence cardiaque moyenne (FC) était de 177 ± 14 battements / min ($91\% \pm 5\%$ de HR peak).les Karatekas ont passés 65% du temps à faire de l'exercice à une fréquence cardiaque > 90% de la fréquence cardiaque individuelle.

Conclusion :

Les karatékas utilisent principalement des techniques des membres supérieurs.

- La nature du karaté est intermittente.
- Les activités de combat représentant ~ 6% de la durée totale du combat et ~ 84% des actions d'une durée inférieure à 2 s, avec un intervalle de temps moyen d'environ 21 s entre les deux.
- Les séances de combat de kumite ont induit une tension cardiovasculaire élevée et presque maximale.

1^{ere} Partie.

Revue de la littérature

CHAPITRE I :
Approche Technique en
Karate Do.

Préambule

Dans ce chapitre, nous présentons l'importance de la technique en Karate Do et son organisation générale. En effet, son importance reside dans l'acquisition de l'efficacité et la recherche permanente de la puissance combative.

L'efficacité sous entend le respect des principes de la rationalité technique et la détermination des facteurs de l'efficacité et de la puissance des actions combative.

Il est important de comprendre la logique des techniques sur des bases biomécaniques qui permettent la capacité d'analyse et de compréhension. L'analyse biomécanique permet la décortication des techniques dans le cadre de l'affinement et la connaissance des détails de l'exécution pour une utilisation efficace en compétition.

L'organisation générale des techniques de Karate Do est indispensable pour optimiser la préparation technique de l'athlète ; cette connaissance concerne l'arsenal technique organisé et groupé dans des familles de techniques de mains, de pieds, de positions, de postures et des esquives. Cette organisation permet de formuler un large programme moteur riche et varié.

Les Katas constituent de leurs parts une banque de techniques et de stratégies combatives indispensables à connaître et à maîtriser ; les éléments de sa réussite doivent être aussi connus et maîtriser pour aspirer a une efficacité athlétique.

Le kihon constitue un outil d'entraînement et d'apprentissage avec des objectifs varies qui peuvent être d'apprentissage, d'entraînement, de perfectionnement, de regulation ou d'évaluation. Il est le seul moyen de transmission des connaissances techniques a travers le temps.

Enfin, l'étude des assaults permet une progression logique et progressive pour la maîtrise de différents composantes indispensables à la gestion stratégique et efficace du combat libre. le passage par l'enseignement de l'assaut d'étude et d'apprentissage permet de construire les bases essentielles au combat libre a savoir les Taisabaki, le Maai, le Hyoshi, le Kime, le Kiai, le Timing, la Réaction, les niveaux d'attaques et de defense, etc... Cette procedure permet la formation des bases essentielles au combat libre ultérieur.

Ainsi, une connaissance technique généralisée permet de distinguer le fin connaisseur et spécialiste de la discipline et de garantir par conséquent, une formation technique et athlétique de qualité.

1.1. Technologie du Karaté Do.

La technique représente l'élément fondamental dans le karaté ainsi que dans toute autre discipline sportive. Selon Zech (1971), Martin (1977), Pietra et Spitz (1976), Terowansjan (1971) cités par Weineck Y., (1997), «La technique sportive, ce sont les procédés développés en général par la pratique, pour résoudre le plus rationnellement et le plus économiquement un problème gestuel déterminé ».

La technique d'une discipline sportive correspondant à une succession de coordination motrice idéale qui, tout en conservant ses caractères gestuels, peut subir des modifications qui correspondent plus à la personnalité de l'individu.

D'après Bernard Pinon, « la technique est d'un côté coercition et de l'autre une situation adaptative ». En somme, c'est l'ensemble des procédés et moyens rationnels qui servent à l'exécution correcte et efficace des gestes techniques et des actions appropriées à la discipline.

Le Karate est sans doute l'un des arts martiaux les plus pratiqués dans le monde. L'entraînement traditionnel implique des techniques de base, des katas et des activités de combat (Imamura, 1998).

Les compétitions de karaté modernes de la Fédération mondiale de karaté se composent de deux épreuves tout aussi importantes : le kumite et le kata. Kumite est synonyme de combat et consiste en l'exécution de techniques défensives et offensives librement choisies et appliquées contre un adversaire (Imamura, 2002). Il consiste en une rafale de techniques consécutives séparées par des mouvements de sauts intermittents qui permettent des changements rapides de position du corps (Iide, 2008).

La performance du kata consiste en des séquences prescrites de techniques défensives et offensives. Tout en suivant les séquences de mouvement prescrites, les techniques sont plutôt formelles, systématiques, principalement lentes et principalement exécutées dans des postures relativement basses (Imamura, 1998).

Le Karate met l'accent sur des techniques offensives et défensives utilisant presque toutes les parties du corps afin de frapper ou bloquer une attaque. La pratique du Karate Do telle qu'enseignée dans le style traditionnel Shotokan comporte trois volets. (Nakayama, 1983 ; Ratti et Westbrook, 1999) :

Le premier volet concerne l'enseignement des techniques de bases en utilisant le Kihon comme moyen d'enseignement ; il en existe quatre types :

- Les Atemi-Waza (Techniques frappantes), ou attaques avec les différentes parties du corps,

- Les Uke Waza (blocages) ou les techniques de défense qui permettent de parer les attaques,
- Les postures de base qui concernent la position du buste et des hanches en situation défensive, offensive ou mixte.
- Les Kawashi Waza (Techniques d'esquives).

Le second volet de l'apprentissage est le kata. Un moyen d'enseignement technique et des stratégies combatives.

Le troisième volet concerne les assauts. Allant de l'assaut d'étude et aboutissant à l'assaut libre, l'entraîneur devrait assurer un enseignement progressif et graduel pour permettre une formation qualitative.

Afin d'assurer une certaine sécurité lors de l'entraînement, les pratiquants apprennent à arrêter leurs coups très près du partenaire afin de ne pas le blesser (Nakayama, 1977).

On ne peut s'investir dans l'enseignement et l'entraînement du Karate sans pour autant connaître et définir son contenu technique, ainsi le Karate Do renferme :

- **160 techniques mères** : (Ex : Yoko Geri est la technique "mère", elle possède 04 techniques dérivées à savoir, le Keage, le Kekomi, le Fumikomi et le Fumikiri),
- **26 Kata** (composés de 1183 techniques variées de mains et de pied, d'attaques et de défense, de positions, etc...),
- **Les Katas Taikyoku-No -Kata** : (ce sont des Katas d'apprentissage),
- **Les Ten No Kata** (première expression de duel direct en Karate établit par G. Funakoshi) : Ils se divisent en **Kata Omote** (en solitaire) et **Kata Ura** (contre partenaire),
- **Les assauts** : (d'étude, semi conventionnels et libres).

Selon Layton, C. (1993), les 1183 Techniques que contiennent les katas se réalisent d'une façon asymétrique :

- 47% réalisées avec côté gauche
- 53% réalisées avec côté droit.

La représentation des techniques dans les katas est représentée comme suit :

- Techniques de pieds : 9%,
- Techniques de poings : 23%,
- Techniques doubles : 12 %,
- Techniques de blocages : 56 %.

Un grand pourcentage est réservé aux techniques de Blocages, ce qui exprime l'esprit d'humilité du Karate Do et l'intérêt porté à la défense (le karaté Do est l'art de la défense, puisque frapper est à la portée de n'importe qui).

1.2. Importance de la technique en karaté Do.

La technique revêt une importance capitale en Karate Do. En tant que discipline de force vitesse, et en raison de développement maximale de la force, il faut savoir faire élevé et un haut niveau de maîtrise technique.

Un karatéka performant doit présenter des capacités techniques élevées pour traiter des informations de façon juste (par rapport à l'espace) et précise (par rapport au temps). Il doit posséder un «savoir-faire» dont les conséquences des actions sont identifiables dans les actions de l'adversaire, mais aussi sur ses propres activités corporelles (Barbot, 1998).

Il a été établi qu'un même résultat peut être reproduit par des trajectoires articulaires différentes, appelées variables d'exécution. On a ainsi montré que différentes combinaisons des variables d'exécution (ex position, angle et vitesse à laquelle l'adversaire est touché) peuvent donner lieu à un résultat identique. Ces variables dépendantes qualitatives centrées uniquement sur la performance semblent donc insuffisantes

Pour rendre compte des changements de comportement lors de l'apprentissage, quelles que soient les approches théoriques, toutes s'accordent à dire que l'apprentissage est un processus, c'est-à-dire un ensemble de phénomènes dynamiques dont on peut suivre l'évolution et les étapes ou états successifs. Le regard univoque porté sur la performance ne peut donc répondre aux questions sur la nature de l'apprentissage (Teulier, 2005)

Chaque "karatéka" aspire continuellement à atteindre une rationalité et une efficacité maximale dans tous ses mouvements ; ceci ne pourra être obtenu qu'après avoir acquis une technique parfaite.

Pour Entraîner, il faut connaître le potentiel du karaté et comprendre les logiques de la technique tel que l'appui, le pivot, le statique et le dynamique, l'économie du geste, rapport fréquence -aptitude, rentabilité,...etc.

L'observation pédagogique et l'analyse scientifique servent de support pour pouvoir apporter des corrections et des recommandations utiles et constructives. On doit comprendre par rapport à un ensemble, mais aussi par rapport à la spécialité et la spécificité de chacun.

Le Karate doit garder le côté spectaculaire et émotionnel et ceci ne peut être garanti que par une technique très affinée et hautement maîtrisée.

Il y'a "Maîtrise Technique complète" quand l'athlète sera capable de respecter l'Equilibre, le Rythme et la Précision à une grande Vitesse et dans des situations différentes.

La Technique dépend de l'équilibre, C'est est le point central sur lequel il faut bâtir toute la stratégie de l'entraînement. Il constitue un facteur déterminant de la performance technique et athlétique. Le système de l'équilibration comprend :

- Les propriocepteurs : situés au niveau des muscles et des articulations,
- Les récepteurs moteurs : situés au niveau du crane et de l'oreille interne,
- La vue : affine l'équilibre et compense les défaillances du système propriocepteur.

L'équilibre dynamique est à la base de l'affinement technique en recherchant la précision. La précision nécessite la régulation des sensations. L'amélioration kinesthésique facilite l'entraînement technique ultérieur.

Le mariage de l'équilibre au rythme ou du "rythme dans le déplacement en parfait équilibre" dans la phase de propulsion est un point central sur lequel les entraîneurs devraient insister dans la formation sportive des jeunes. Un groupe musculaire est toujours engagé pour rendre l'équilibre stable.

L'enseignement Technique nécessite un savoir pédagogique (utilisation des procédés d'apprentissage et des moyens de guidage). Ceci se réalise sur la base d'une conception et d'une réflexion personnelle de la part de l'entraîneur faite à partir de l'analyse technique. Il devrait être un fin connaisseur de la technologie du Karate Do.

Pour créer de mouvements (Programme moteur), une spécification doit être réalisée sur certaines données du programme concernant les paramètres suivants :

Biomécaniques : relatifs aux muscles et articulations,

Spatiaux : relatifs à l'amplitude et la trajectoire du mouvement,

Temporels : relatifs à la durée du mouvement et aux durées relatives de chacune de ses phases,

Cinématiques : relatifs à la vitesse et à l'accélération du mouvement,

Dynamique : relatifs à l'intensité des forces de jeu.

Il faut prendre en considération les programmes moteurs généralisés qui correspondraient à toute une catégorie de mouvement assez proche, c.à.d. possédant une certaine identité de structure et créer une infinité de mouvements (Schmidt, 1982).

La formule japonaise (Shi-Ha-Ri) définit la démarche de l'apprentissage du Karate Do :

Shi : "respecter ; suivre le modèle ou la forme idéale". C'est pour cela qu'il faut commencer par apprendre parfaitement les katas.

Ha : "se libérer de l'effort d'apprendre pour dépasser cette étape tout en marchant sur le chemin tracé". L'effort est personnel ; mais continu à tendre à la perfection d'un style.

Ri : "s'écarter de la voie». Tout en respectant la forme déterminée, la pensée ne doit pas s'y enfermer comme si c'était la référence absolue (Tokitsu K.1987).

1.3. L'efficacité de la technique en karaté Do.

Le formateur et l'entraîneur se doivent d'être des stratèges. C'est dire que pour pouvoir remplir cette fonction, il faut être en possession d'un champ de connaissances suffisant : non seulement au sujet de ce qui a trait au domaine de prédilection, mais également, au sujet de ce qui a déjà été réalisé dans d'autres disciplines.

« L'efficacité dans la pratique du Karate est obtenue par la mise en œuvre des trois éléments : dans la littérature japonaise il y a ; les éléments corporels (Tai), l'aspect technique (Gi), et la composante mentale (Shin) (Habersetzer, 1996).

La question de l'efficacité de nos actions, que celle-ci concerne l'apprentissage ou que celle-ci concerne l'entraînement du sportif de plus haut niveau, ne peut être envisagée sans qu'il soit fait preuve d'une véritable culture sportive (état des connaissances théoriques issues de la recherche et des procédés de type opératoires et technologiques qui accompagnent l'évolution...).

Un des problèmes de l'acquisition d'une telle compétence dans notre domaine comme dans beaucoup d'autres d'ailleurs, est consécutif à l'hyperspécialisation et au morcellement des connaissances qui découlent de nos formations; comme l'écrit très justement A. Midol (UER-STAPS Lyon 1): «une seule science ne pouvant à elle seule résoudre les problèmes, il devient nécessaire de faire appel à toutes sans trahir aucune, mais au delà de cette recherche de connaissances et de production de connaissances nouvelles, la préoccupation constante est de les intégrer dans une vision dynamique d'ensemble et de les construire en modèle théorique d'optimisation».

1.3.1. Les principes de la rationalité de la technique de karaté Do, du point de vue de la biomécanique.

Du point de vue biomécanique, il existe deux voies de la rationalité de la technique :

- Diminuer la grandeur de la dépense d'énergie dans chaque cycle : pour en arriver là, il faut éliminer les contractions inutiles entre la force d'action et la vitesse des mouvements.
- Récupération de l'énergie : c'est le fait de transformer l'énergie cinétique en énergie potentielle de gravité et le retransformer en énergie cinétique. Il existe deux moyens :

L'énergie cinétique du mouvement peut se transformer en énergie potentielle de gravité (force de gravitation).

L'énergie cinétique du mouvement se transforme en énergie potentielle. Les muscles sont tendus et l'énergie de travail donne une vitesse au corps.

Il est à signaler que l'endurance est la plus sollicitée des qualités physiques pour l'augmentation de la rationalité de la technique.

1.3.2. Détermination de l'efficacité des actions combatives.

L'élévation de l'état de préparation technico-tactique doit se baser sur l'enregistrement des actions combatives lors d'un combat, cet état est lié à deux aspects à savoir :

- L'évaluation de la structure biomécanique des mouvements, leur orientation, leur vitesse, et l'enchaînement successif des muscles pendant l'exécution des actions d'attaques et de défense.
- Détermination du niveau de préparation technico-tactique qui permet d'évaluer le niveau de la maîtrise technico-tactique.

L'entraîneur doit corriger visuellement les actions techniques de ses élèves durant l'entraînement et la compétition.

L'évaluation de l'efficacité de la préparation technique et tactique se fait au cours des compétitions ; elle donne l'information précise et ceci, par le biais de la méthode d'observation pédagogique. C'est la méthode de Prolov : Pendant le combat, on calcul la quantité de coups effectués et on détermine le coefficient d'efficacité des actions offensives.

$$K = \frac{n}{N} = \frac{\text{nombre de coups touchés}}{\text{nombre total de coups}}$$

Ce coefficient permet de mesurer l'efficacité des actions offensives ainsi que le niveau d'efficacité de préparation générale, selon ces données, on peut facilement trouver les carences dans la préparation technique et tactique.

1.3.3. Le secret de l'efficacité de la technique de karaté Do

L'efficacité des coups des maîtres : Le secret du (Shiwari) ou le Tami Shiwari (Test de casse), représente le moyen idéal pour la détermination de la maîtrise technique et de l'efficacité des coups pour les arts martiaux.

Ces tests étaient le seul moyen pour les maîtres de faire valoir leurs techniques puisqu'ils ne touchent pas l'adversaire en assaut. On retrouvait ces tests au temps de maître Funakoshi sous l'appellation de (Kate Dameshi) et ils représentaient les seules formes d'étude avec le kihon et le kata.

Dans son livre "la vie des villages en chine" publié à la fin de 19^{ème} siècle, le révérent Smith mentionna que des chinois étaient capables de desceller d'un coup de poing une brique d'un mur.

Du côté de la physique, le travail scientifique a clarifié le Shiwari. McNair a déclaré : "les recherches sur le karaté m'ont apporté une aide considérable dans mon activité de physicien, même ce fameux lieu de la science qu'est l'institut de technologie MASSASHURT".

Dans ce dernier, les deux physiciens américains, Roland McNair et Michael Feld ont établis une recherche scientifique touchant le côté de la physique du Shiwari, d'après Feld, l'impact initial (dans le Shiwari) était dévié par rapport au centre de la cible ; ainsi on calcule qu'une énergie initiale de 6,4 joules est requise pour transmettre au bois les 5,3 joules nécessaires à la rupture, mais par contre, il faut 8,9 joules d'énergie initiale pour transmettre 1,6 joules qui briseront le ciment. Le poing ayant une masse de 0,7 kg utilisé dans le coup de marteau, doit atteindre une vitesse de 4,3 m/s pour rompre le bois, et de 5 m/s pour rompre le ciment, l'impact n'est pas instantané est dure 5 millièmes seconde. 1 mm de déflexion suffit pour provoquer la rupture qui intervient à la partie inférieure subissant l'élongation. Il suffit que le coup sur la 1^{ère} cible soit assez fort pour que les suivants se brisent, il a par conséquent, constaté qu'il est moins facile de rompre du ciment avec un coup de 50 joules que de briser du bois.

Les tests hydrauliques ont montré que le bois est assez élastique et qu'il faut une déflexion de 1 cm et une force de 500 Newtons pour le rompre. Pour le ciment, la déflexion n'est que de 1 mm mais avec une force de 2500 à 3000 Newtons.

Le geste porté lors du Shiwari doit être conforme aux régularités biomécaniques : si le coup est bien porté, l'os ne risque pas de se rompre puisqu'il est un matériau très résistant.

Selon le professeur Feld, un os cylindrique isolé, de 2 cm de diamètre et de 6 cm de longueur, soutenu à ses extrémités peut supporter en son centre une force de plus de 15000 Newtons et c'est la limite absolue. Il faut par contre 200 fois plus de force pour briser le pied en sabre que pour briser le ciment.

1.3.4. Les principaux facteurs de l'efficacité de la technique en karaté Do

La puissance mentale permet sans doute d'atteindre le niveau supérieur dans l'efficacité. Dans son livre « Le Judo, école de la vie », Jazarin Jean Lucien écrit : "aux éléments corporels, s'ajoutent les aspects techniques et spirituels", donc il faut un minimum de formation athlétique vu que sans le potentiel musculaire, le geste reste inefficace.

L'entraînement préparatoire (P.P.G.) vise à développer la force, la vitesse, la détente, la résistance. Ainsi, chaque point faible du corps doit être corrigé par une éducation physique appropriée et une étude rationnelle des éléments techniques. Certes, il existe plusieurs facteurs qui

conditionnent la réussite au combat, celui du contexte extérieur et celui du contexte intérieur de l'individu et de la façon dont ils sont intégrés par la personnalité de l'athlète.

L'efficacité des techniques en karaté dépend de plusieurs facteurs, lors de l'exécution d'un coup direct (Gyaku-Zuki) par exemple, plusieurs composantes selon Marcel Lancino, entrent en jeu, à savoir :

- Force de la jambe,
- Rotation des hanches,
- Détente du bras communiquant la force emmagasinée à la cible,
- Renvoi de la seconde onde de choc vers la cible par le Hikite,
- Volonté et puissance,
- Rapidité d'exécution,
- Kiai libérant la concentration interne.

Marcel Lancino est Cofondateur de la Fédération Française de Karaté et Arts Martiaux Affinitaires (**FFKAMA**), dont était vice-président pendant 4 ans. Arbitre mondial combat et juge mondial Kata.

Dans son travail de mémoire à l'INSEP, Francis Gottsmann a déterminé les principaux facteurs d'efficacité :

- Rotation du point à l'impact,
- Un segment de frappe tendu à l'impact,
- Rôle de la jambe arrière dans la frappe,
- Pied d'appui posé à plat au moment de la frappe,
- De la flexion de la jambe d'appui avant sur les frappes de mains (propulsion).

D'après le professeur Feld : " le secret de karaté consiste à transmettre une grande quantité d'énergie sur petite surface » : plus la surface de frappe est réduite, plus la force est pénétrante. Avec une surface d'impact réduite, la force libérée au point d'impact est plus grande ; il y a transmission de l'énergie emmagasinée à la cible : un homme de 60 kg peut obtenir plus de puissances qu'un autre de 95 kg, de là, il serait intéressant de savoir quelle est la force d'une masse en mouvement.

Pour calculer la quantité d'énergie libérée par un coup, les physiciens du mouvement ont utilisé la formule simple selon laquelle l'énergie cinétique d'un objet est égale au produit de la moitié de sa masse (kg) par le carré de sa vitesse (m/s) $E = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$ ($\text{kg} \cdot \text{m}^2 / \text{s}^2$).

Par exemple, la vitesse moyenne d'une technique d'attaque (coup de poing) soit de 2 m/s. Un karatéka de 90 kg a une puissance d'impact de $90 \times (2)^2 / 2 = 180$ kg.

Celui de 60 kg a une puissance d'impact de 120 kg. Mais ce dernier peut facilement améliorer sa vitesse jusqu'à être plus rapide que le karatéka de 90 kg. Supposons alors qu'il passe de 1 m/s à 2 à 3 m/s sur son attaque, sa puissance d'impact sera alors de 270 kg.

Cet exemple est basé sur une loi de la physique et démontre l'importance d'un gain de vitesse dans l'exécution des techniques en karaté. Le professeur Feld a estimé que la masse participante au coup est environ 1kg et l'énergie libérée est d'environ 50 joules.

La voie de perfection technique en sport est définie selon (Djakov, 1973), d'abord par le niveau initial de la technique et par les expériences motrices requises.

Au cours de la vie, non seulement la capacité d'apprentissage moteur régresse, mais aussi les capacités physiques, la diminution physiologique de la fonction neuromusculaire entraîne, selon (Smith in Hollmann, 1972), une diminution de la précision dans le traitement de l'information, dans la coordination, la concentration et les facultés de réaction, donc il faut que l'apprentissage soit le plus précoce possible.

1.3.5. La puissance des actions combattives en karaté Do

L'efficacité de la frappe dépend essentiellement de la quantité de force exprimée par l'impact, ceci dépend de la masse et de la vitesse des segments projetés et de ce qui a permis leur mise en œuvre optimum (déplacement, appui, longueur, élan, répartition du poids du corps).

Le coup de poing classique vers l'avant (type Gyaku Zuki), commence avec le poing serré, paume vers le haut, contre la poitrine. Il y a une accélération rapide au début un léger ralentissement et en fin une accélération maximale permettant d'atteindre 5,7 à 10 m/s au moment où le poing, paume vers le bas, se retrouve à quelques centimètres de sa cible et que le bras n'est pas encore en exécution complète, à partir de ce moment, l'accélération devient considérable (Walker J.D. 1975).

Au point d'impact, certains coups appuyés par le corps entier atteignent une vitesse de l'ordre de 15 m/s. un poing pesant alors 700 g peut développer au moment de l'impact une force égale à 3000 Newtons, soit 450 fois la force qui lui est transmise par la pesanteur.

La puissance d'un coup est d'autant plus grande que plusieurs parties du corps y participent pour concentrer un maximum d'énergie sur une petite surface exemple : dans le coup de poing, pendant qu'un bras se détend vers la cible, l'autre se replie vers la poitrine, appuyant le coup de poing.

Le karatéka peut également accompagner son coup par un pas en avant pour augmenter le moment et la masse qui participe au coup et sa puissance, le karatéka pousse un cri (Kiai) au moment de l'exécution du coup, par une brusque expiration «contraction subite des muscles abdominaux".

Le travail de Walker considère que la masse du poing qui attaque (M2), représente à peu près 10% de la masse corporelle (M1), soit 7 kg pour un homme de 70 kg. L'énergie développée pendant la frappe est donc, à la vitesse de 7 ms⁻¹ :

$$E = 1/2 \cdot 7 \cdot 70 \cdot 7^2 / (7 + 70) = 156 \text{ J. car } \mathbf{M1} = 70 \text{ kg, } \mathbf{M2} = 7 \text{ kg, } \mathbf{Q} = 7 \text{ m/s}$$

L'énergie développée à la fin de la technique est donc de 156 joules.

La vitesse maximum est atteinte à 70% du déplacement soit à peu près à 10-14 cm avant l'extension maximale. C'est à ce moment que l'énergie est maximum et c'est donc à ce moment que doit se situer la frappe.

Dès 1966, des scientifiques dans la revue anglaise Nature, ont examiné l'atemi chez plusieurs pratiquants en utilisant la photographie stroboscopique pour appréhender la vitesse et une jauge de contrainte pour mesurer la force. Ils ont montré que la vitesse d'un Tsuki est de l'ordre de 50 m/s, 25% plus rapide que chez un pratiquant peu entraîné (groupe de contrôle). Cette vitesse a pour conséquence de développer une force très supérieure à celle nécessaire pour casser une brique.

D'autre part les callosités des Kentos provoquées par l'usage du Makiwara, ne durcissent pas la main mais la protègent des blessures. Les auteurs concluent alors simplement qu'il n'est pas nécessaire d'utiliser une grande force mais une vitesse suffisante pour casser une brique, en plus de la volonté. Cette petite étude a été la base des travaux ultérieurs. Le premier travail d'importance date en fait de 1975, (Vos J. A. & Binkhorst R.A. 1966).

Les divers coups de pied peuvent atteindre une vitesse impressionnante. Grâce à la photographie stroboscopique, McNair et Feld ont mesuré la vitesse des mouvements typiques de 5 à 10 m/s par coup direct vers l'avant, elle atteint 14 m/s par coup de haut en bas, l'énergie libérée est de 50 Joules. Puisque l'impact sur la cible ne dure que quelques millisecondes, cette énergie représente plusieurs kilowatts de puissance développée.

D'après les expériences de l'université japonaise **Takushoku**, la vitesse maximale du débutant en Choku Zuki "coup de point vers l'avant en étant debout", est de 3 m/s, alors que celle des maîtres est de 8 m/s, pouvant développer une force de 700 kg. Ces chiffres s'entendent au moment de l'accélération maximale juste avant l'impact.

L'université de Takushoku a formé plusieurs administrateurs du Japon, et plusieurs d'entre eux qui étaient également karatéka (praticiens du karaté) ont assumé des postes administratives dans l'association japonaise de karaté (J.KA) fondée en 1949. Le club de karaté de l'université a été fondé en 1924, celui-ci a instruit beaucoup d'instructeurs et de compétiteurs de karaté.

Avec Gyaku Zuki " coup de point vers l'avant en position", la vitesse est plus grande, puisque la trajectoire est plus longue et atteint chez le débutant 7 m/s alors qu'elle atteint chez les maîtres 13 m/s. D'après (Gottsmann F. 1977), la vitesse des coups est de l'ordre de :

Tableau 1 : La vitesse des coups en Karate (Gottsmann F. 1977).

Noms des techniques	Vitesse des coups
1. Gyaku Tsuki (sur place)	3,24 m/s
2. Gyaku Tsuki (avec déplacement)	3,13 m/s
3. Oi Tsuki	2,40 m/s
4. Mae Geri	3,30 m/s
5. Yoko Geri	3,41 m/s
6. Ushiro Geri	3,75 m/s
7. Mawashi Geri	3,30 m/s

Selon le même auteur, la force de la frappe a démontré que les coups de pieds sont supérieurs à ceux des mains et surtout ceux appliqués avec le talon comme surface de frappe qui peuvent atteindre 1240 kgf. La moyenne de frappe obtenue par les différentes techniques est représentée dans le tableau suivant :

Tableau 2 : La Vitesse des coups de pieds en Karate (Gottsmann F. 1977).

Noms des techniques	Vitesse des coups
1. Yoko Geri	800 kgf
2. Ushiro Geri	700 kgf
3. Mae Geri	630 kgf
4. Mawashi Geri	450 kgf
5. Gyaku Zuki sur place	420 kgf
6. Gyaku Zuki avec déplacement	350 kgf
7. Oi Zuki	280 kgf

Gottsmann souligne que le problème articulaire qui est posé aux frappes exercées à l'aide des têtes des métacarpes et des métatarses est dépendant de la faculté à maintenir alignés dans un plan sagittal des segments osseux reliés par une articulation de frappe trochléenne (radio- carpienne et tibiaux- tarsienne) dont la fonction est d'autoriser le mouvement de flexion extension dans ce plan.

Le même auteur a défini les couples de force en ce qui suit :

- **Pour les coups de mains** : la moyenne de couple de force est de 0,85 kg/cm, et de sens négatif en général dont 15 négatifs et 3 positifs (il traduit une rotation sur l'axe de la droite vers la

gauche) ; cela semble logique car les frappes de main sont données avec une rotation de l'avant bras dans le sens supination – pronation.

- **Pour les coups de pieds**, la moyenne suivante est enregistrée :

Tableau 3 : La Force des coups de pieds en Karate (Gottsmann F. 1977).

1. Ushiro Geri	2,410 kg/cm
2. Mae Geri	2,90 kg/cm
3. Yoko Geri	1,75 kg/cm

Ici, les résultants sont obtenus avec 50% de positif et 50% de négatif, le fait d'avoir pratiquement toujours un couple de force de même sens pour les frappes de mains traduit une plus grande précision dans la frappe.

Les segments à l'impact sont équilibrés selon le même principe ; Gottsmann, a par ailleurs, étudié le temps d'application des forces qui est en moyenne de 0,05 '' pour les coups de mains, sauf pour le Mae-Geri.

Enfin, pour le bilan d'exécution des techniques, nous avons :

Tableau 4: Temps d'exécution des techniques de Karate (Gottsmann F. 1977). .

3. Gyaku Zuki sur place	0,27'
4. Ushiro Geri	0,54'
5. Gyaku Zuki avec déplacement	0,55'
6. Mawashi Geri	0,66'
7. Yoko Geri	0,71'
8. Oi Zuki	0,81'

On conclu, donc que :

- **Gyaku Zuki** est la plus rapide technique des mains et en Karate d'une façon générale ; ce n'est pas un mouvement d'attaque, mais plutôt un contre vif.
- **Mawashi Geri** est l'attaque la plus rapide des jambes.
- **Yoko Geri** est la technique la plus puissante, mais elle est lente.
- **Oi Zuki** pose le problème de son efficacité.

Par contre, au cours des techniques défensives, le karatéka fait également une utilisation optimale de son corps et profite de celui de son adversaire.

1.4. Les bases biomécaniques des techniques de karaté Do.

La méthodologie de l'école de karaté est basée sur l'enseignement des gestes techniques renfermés dans les katas et leur assimilation parfaite, du débutant au plus haut niveau.

Chacun apprend une technique et doit la perfectionner pour la rendre efficace lors d'un combat, ceci en fonction de ses particularités psychologiques, physiques et morphologiques, c'est-à-dire, que pour qu'une technique soit efficace, il faut qu'elle soit conforme aux régularités principales de la biomécanique.

Sur le plan spatio-temporel, la frappe de karaté, coup de pied ou coup de main, semble être complexe, il faut donc dégager les éléments les plus importants de la biomécanique, étudier principalement l'interaction du point de vue théorique et enfin révéler les aspects concrets qui permettent un développement harmonieux de la rapidité, ainsi que de la force du mouvement établie. Ces deux qualités (force et rapidité) dépendent de la coordination précise du mouvement.

Le coup en karaté doit débiter sans intensité tout étant relâché puis accéléré progressivement et terminé brusquement avec impact en touchant la cible. La frappe ne doit pas provoquer un déséquilibre comme c'est le cas en boxe. Dans tous les coups, il y a les régularités générales et objectives qui sont nécessaires lors du perfectionnement de la technique individuelle de combat.

Les composantes technico-tactique très compliquées lors d'un combat exigent l'analyse du mouvement combatif. L'efficacité du coup en karaté dépend d'un coté de la rapidité, de la précision, de la force et de la puissance, et de l'autre coté, du moment d'impact et de la conservation de la structure biomécanique. Le Kime (explosion musculaire finale) et le relâchement en font partie nécessairement.

Le Kime, c'est l'esprit de décision, c'est l'aboutissement du Karate, la « matérialisation d'une tension physique et mentale qui a atteint son paroxysme ». Pour Roland Habersetzer (9e dan), le Kime est l'« explosion d'énergie concentrée en un point ». Elle se manifeste dans le cri qu'est le Kiai.

Le karatéka doit se servir de son imagination et de sa clairvoyance lors d'un combat pour pouvoir choisir la distance et les mouvements qu'il juge capables d'atteindre la cible, la pratique a montré que chacun a une technique favorite, ceci veut dire qu'on peut spécialiser quelqu'un dans un nombre déterminé de techniques.

Lors de l'exécution des coups de mains directs (Oi Zuki, Gyaku Zuki, Kisami Zuki...), le mouvement de progression du coup (poignet) est déterminé d'après la formule :

$$E = \frac{m.v^2}{2}$$

E = Energie cinétique lors du mouvement.

m = Masse de frappe

v = Vitesse de progression

L'énergie cinétique lors des mouvements rotatifs des coups de main (Mawashi -Zuki, Uraken - Uchi,...) (du poignet) est déterminée par :

$$E = \frac{(m+r^2)\omega^2}{2}$$

E = Energie cinétique lors du mouvement rotatif.

m = Masse de rotation (la distance du poignet jusqu'à l'axe de rotation)

ω = Vitesse angulaire de rotation.

r = rayon par rapport à l'axe de rotation.

D'après ces formules, on voit que la grandeur de l'énergie cinétique lors du mouvement de progression du corps, dépend de la vitesse angulaire de la rotation et du rayon de rotation, cela signifie que l'augmentation de ces composantes mène à l'accroissement considérable de la force et de l'efficacité.

Ces observations montrent que l'énergie est transmise à partir des gros muscles pour arriver aux tous petits, débutant ainsi à partir du pied d'appui, montant par la jambe qui doit être tendue, puis les hanches, l'épaule, les bras et enfin le poignet, c'est tout un chaînon dans lequel chacun à son propre rôle qui est interdépendant pour l'acquisition de l'efficacité ; ainsi, et pour élever l'accélération, il faut élever la force ou le bras de force ou les deux ensembles.

Par conséquent, le coup frappé ne peut être correctement rectiligne, arqué ou même circulaire que si son passage à travers cette chaîne est réussi. Le karaté s'est développé en se basant surtout sur l'expérience pratique des vieux maîtres, ainsi que celle des chercheurs scientifiques, et il faut en profiter.

L'ignorance de la mécanique du corps humain, peut aboutir lors de l'entraînement en karaté à des complications mettant en danger les articulations et les muscles sollicités et aboutissent à des traumatismes. L'entraîneur est sensé connaître les axes des mouvements des différentes articulations, les types de contractions musculaires, les muscles sollicités lors de telle ou telle technique, ainsi que les méthodes appropriées pour la réussite de son enseignement.

Le niveau de force influence l'efficacité du processus d'entraînement à long terme soit en soutenant, soit en freinant la capacité de performance sportive, c'est pour cela qu'il faut prêter attention du développement de la force.

On constate généralement deux types de contractions : Dynamique (concentrique et excentrique) et Statique (isométrique).

L'entraînement Concentrique est d'une très grande importance dans le sports ou la force et la rapidité d'action sont associées à de très hautes exigences techniques (ex : les sauts) ; lors de cette forme de contraction, la force développée est plus importante que la résistance, par conséquent la dépense d'énergie est plus grande.

Par ailleurs, les fibres musculaires ne sont pas activées en même temps, ce qui a pour effet une progression moins significative par rapport à un travail de type excentrique.

Lors d'un travail excentrique, la force est petite que la résistance, la tension musculaire est plus grande mais la dépense d'énergie est moins significative que lors d'un travail de type concentrique

Par leur étirement, les éléments élastiques emmagasinent de l'énergie cinétique qui est restituée pour s'ajouter à la contraction concentrique.

Grâce au réflexe myotatique, à l'utilisation des composantes du muscle et aussi à la pré-innervation comme intermédiaire important, l'entraînement par la méthode pliométrique amène à une plus grande amélioration de la force qui sera mise à profit dans l'entraînement de la force spécifique ; dans cette méthode d'entraînement, il faut être très attentif aux proportions exactes entre la force de freinage et la force de propulsion ou d'accélération.

L'entraînement de la force statique de sa part, permet une amélioration de la force avec une économie de temps, un développement sélectif des muscles, et accroît la possibilité de développer la force vitesse et la force explosive. Il est aussi très efficace pour la réadaptation musculaire.

En dehors de ces avantages, lors de ce type de contractions, la tension musculaire influence négativement l'élasticité des fibres musculaires et leur capacité de relâchement et d'étirement, et aboutit généralement à une stagnation dans le développement de la force (barrière de force). Elle fatigue le S.N.C avec un effet nocif sur le système cardio-vasculaire, et aboutit à la détérioration de l'élasticité du muscle.

1.5. Organisation générale des techniques de Karaté Do.

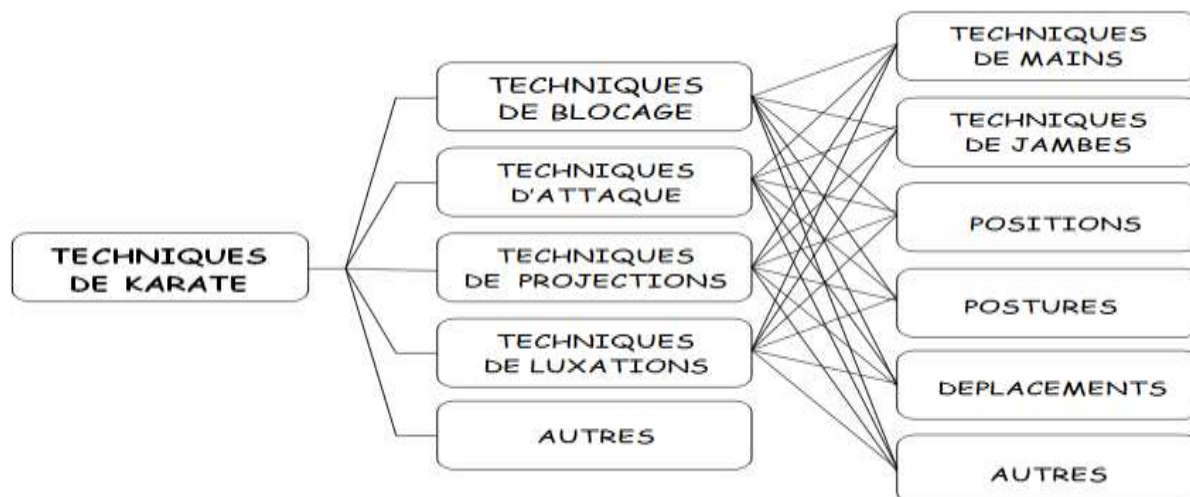
De nos jours, la pratique du karaté vise la victoire aux compétitions, et l'obtention de grande performance, et ceci fait sa « sportivité » et lui donne un caractère technique profond. Sur le plan qualitatif, le karaté renferme plus de 160 techniques mères réparties entre techniques de mains, de pieds, de postions, de déplacements, d'attaques et de défenses, de projections et de luxations. Ainsi, chaque groupe de techniques renferme une organisation particulière, ce qui fait la richesse de cette discipline. A ce stade, nous pouvons distinguer deux grands groupes fondamentaux de techniques :

1^{er} groupe : on retrouve les blocages "**Uke Waza**", les attaques "**Ate Waza**", et les contre-attaques.

2^{ème} groupe : on retrouve les luxations "**Kansetsu Waza**" et les projections "**Nage Waza**". (qu'on retrouve souvent dans la pratique martiale, militaire et de self défense ainsi que dans les exhibitions), On ne les retrouve pas dans la pratique athlétique du karaté.

De ce fait, l'étude des techniques de karaté repose sur l'utilisation fréquente et massive des différentes parties du corps, ce qui nous donne une variété indéterminée.

Tableau 5: Les techniques fondamentales du Karaté selon Maître Nishiyama.



Les deux groupes de techniques (les blocages, les attaques et les contre-attaques) et (les luxations et les projections) se réalisent en faisant appel aux groupes de techniques suivants :

1.5.1. Te Waza (Techniques de mains).

Dans l'arsenal des techniques des mains, on peut distinguer trois (3) principaux groupes :

- 1^{er} Groupe : **Tsuki Waza** (Attaques Directes),
- 2^{ème} Groupe : **Uchi Waza** (Attaques Indirectes),
- 3^{ème} Groupe : **Kake Waza** (Techniques de Crochetage).

1.5.1.1. Tsuki Waza (Attaques Directes).

Caractérisent un ensemble de techniques d'attaques et de contre attaque des membres supérieurs dont les relations réciproques peuvent se situer aux deux indices qui suivent ou l'un deux :

- **Indice Anatomique** : Utilisation des Kentos ou autres parties anatomiques
- **Indice Cinématique** : Utilisation d'une trajectoire directe

La technique fondamentale des Tsuki Waza est le **Choku Tsuki** ; c'est à partir de son analyse qu'on comprendra la classification des techniques directes. Cette analyse touche à la fois l'indice anatomique et cinématique.

Toutes techniques des membres supérieures identiques à Choku Zuki du point de vue Cinématique ou Anatomique est considérée comme étant technique faisant partie de la famille des Tsuki Waza.

Pour la conception d'un contenu d'étude des Tsuki Waza, il faut utiliser les démarches suivantes :

- a. **Analyse qualitative des Katas** : En empruntant cette démarche, nous constatons une ambiguïté dans la conception méthodologique des Katas.
- b. **Etablissement d'une classification en trois (3) groupes détaillés** :
 - 1^{er} Groupe : Seiken
 - 2^{ème} Groupe : Nukite
 - 3^{ème} Groupe : Teisho.

Donc, il s'agit de trouver dans chaque groupe la technique fondamentale dite « Mère » : c'est celle qui par ses caractéristiques structurelles, facilite et accélère l'apprentissage des autres techniques.

Les techniques fondamentales de chaque groupe sont dans l'ordre :

- 1^{er} Groupe : Seiken (Ex : Choku Zuki)
- 2^{ème} Groupe : Nukite (Ex : Yonhon Nukite)
- 3^{ème} Groupe : Teisho (Ex : Teisho Tsuki).

- c. **L'établissement d'une classification selon une difficulté croissante propre à chacun des techniques fondamentales**

Il faut tenir compte dans l'apprentissage des **Tsuki Waza**, de l'étude précise de leurs techniques fondamentales ; celles-ci constituent les facteurs de base pouvant optimiser le processus d'apprentissage.

La grande diversité des Tsuki Waza est due aux variantes et dérivées qu'elles offrent et les possibilités combinatoires qu'elles peuvent établir entre elles. Tout ceci rend la classification difficile et crée une confusion et contradiction entre les différentes documentations existantes.

1.5.1.2. **Uchi Waza (Attaques Indirectes).**

Constituent un autre principal groupe d'attaques et de contre-attaques des membres supérieurs. Leur différence avec les **Tsuki Waza** se situe au niveau de la trajectoire qui est courbée et en application latérale de la force par apport à la cible ; cette deuxième caractéristique, si elle est valable pour la majorité des Uchi Waza, ne l'est pas forcément pour quelques-unes de ses dérivées et variantes, mais malgré cela on les considère comme faisant partie de cette famille car elles découlent fondamentalement de celles-ci.

Ex : Application de la technique **Tettsui Uchi** de haut en bas ou latéralement.

La structure des Uchi Waza présente une certaine confusion lorsqu'elle inclue en elle certaines Ate Waza (Les coups du coude et du genou) ; ils ne peuvent être appelés Uchi Waza puisque la liaison n'est basée sur aucun fondement, mais pour la commodité ils seront compris dans cette catégorie. La classification des attaques indirectes prend en considération :

1. L'utilisation des quatre(4) parties anatomiques du poing, du poignet et de la main,
2. La même trajectoire est utilisée avec la même face que ce soit pour le poing, poignet ou la main,
3. Existence des formes intermédiaires entre le plan horizontal et le plan vertical,
4. Quelques mouvements classés dans les Uchi Waza ressemblent plus aux Tsuki Waza tel que le Shuto, Teisho et les 03 formes d'Empi (trajectoire directe).

Les Uchi Waza se distinguent par leur fonction tant offensive que défensive ; cette particularité nécessite une grande attention lorsqu'on aborde l'apprentissage des débutants.

Ainsi, ces derniers auront à travailler les **Uchi Waza** au cours des assauts conventionnels selon les deux variantes sus citées. **Ex :** **Tori** attaque «Uraken Uchi » **Uke** Bloque «Uraken Uke ».

En dehors de leur adaptabilité à la défense, les techniques **Uchi** peuvent avoir d'autres formes d'exécutions plus complexes notamment avec les deux membres (doubles).

L'application simultanée de ces techniques est surtout fréquente sous les formes défensives ou offensivo-défensives. Elles sont rarement utilisées sous formes offensives et peuvent être aussi combinées avec d'autres groupes de techniques.

Durant la période de formation, le débutant devra connaître un bon nombre d'Uchi Waza dont l'assimilation est facilitée par un apprentissage fondamental d'**Uraken** et de **Tettsui** (sous ses différentes formes techniques et technico-tactique).

À un niveau plus élevé de l'étude du karaté, l'éventail des techniques **Uchi** devient très large grâce à leur relation avec les **Uke Waza** (Techniques de blocages).

1.5.1.3. **Uke Waza (Techniques de Blocage).**

Caractérisent un ensemble variés de procédés techniques des membres inférieurs et supérieurs visant à rendre inefficace les attaques adverses ou à mettre hors combat un assaillant.

Les vieux maîtres rappellent toujours au cours de leurs enseignements que le Karate est l'art de se défendre, mais cette conception est loin d'être respectée de nos jours puisque le Karate n'est pas enseigné en tant qu'art martial, mais plutôt en tant que sport de compétition dont le but est souvent de gagner des médailles, des trophées, ... des titres sportifs.

Si la réussite au combat repose sur l'efficacité de l'attaque, ceci n'exclue pas l'efficacité des blocages et la nécessité d'avoir une bonne défense ; donc il y'a une complémentarité entre l'attaque et la défense. On progresse en défense au rythme duquel on progresse en attaque, d'ailleurs ces deux aspects sont étroitement liés et les bases sont communes.

Cette discipline accorde une attention particulière à la défense et par conséquent aux techniques de blocage (Uke Waza) qu'on peut repérer au niveau de deux aspects indissociables de cette forme de pratique :

1. **Aspect technique** : Tous les katas commencent et se terminent par un blocage,
2. **Aspect philosophique** : "Le Karaté n'est pas fait pour servir" ; un contenu qu'il a véhiculé à travers le temps et l'espace et que traduit Mre. Funakoshi dans un de ses principes ; "**Karate Ni Sente Nashi** "ou : " Il n'y a pas d'action offensive en Karate".

Il existe une étroite relation entre les **Uke, Uchi, Tsuki, Keri** et **Nage Waza** .On peut dénombrer trois formes de blocages qui sont les suivants :

- **Blocages avec "Force"** : Destiné spécialement à l'apprentissage dont le but est d'obtenir une bonne technique (aspect structurel).
- **Blocages avec "Souplesse"** : Destiné aux athlètes qui présentent un degré de maîtrise acceptable .c'est le type de blocage qu'on retrouve en compétition ; on a :
 - a. Blocage « balayés » avec membres inférieurs et supérieurs,
 - b. Blocages « fouettes » avec poignet,
 - c. Blocages crochétés de la main et du pied,
 - d. Esquives.
- **Blocages avec "Contrôle"** : Ce type de blocage exige de la souplesse et de la force en même temps ; il comprend les luxations et les projections.

1.5.2. **Keri Waza (Techniques de jambes et de pieds).**

Constituent l'ensemble des techniques d'attaques, de contres attaques et de défenses du pied et de la jambe. On ajoute le suffixe **Uke** pour différencier les techniques défensives des autres offensives.

Les Keri Waza utilisent les différentes parties anatomiques du pied pour les attaques en général ; Quelques parties peuvent être utilisées pour les blocages ou pour les coups d'arrêts.

Une technique Keri peut utiliser plusieurs parties anatomiques du membre en question sans grand changement de la forme du mouvement.

Par ailleurs, une même partie anatomique peut être utilisée par des techniques différentes.

Les techniques « **Tsumasaki** » ou « **Ashi Nuki** » sont très peu rencontrées surtout dans le style **Shotokan** et sont typiques de l'école **Uechi Ryu**.

Les techniques de défense Keri utilisent généralement la plante du pied (Teisoku). Ainsi, et avec l'élévation du niveau technique, l'éventail tactique des Keri Uke Waza s'élargira et sera confondu aux techniques offensives sous forme de coups d'arrêts :

1. Selon l'**impact**, les Keri Waza peuvent être classés comme suit :

Keage (Fouettés)
Kekomi (Pénétrant)
Fumikomi (Ecrasant)
Fumikiri (Coupant)

2. Selon leurs fonctions et utilisations (**caractère**), ils peuvent être classés comme suit :

Keri Uchi Waza (d'attaque)
Keri Uke Waza (de défense)
Ashi Waza (de balayages)
Tobi Keri Waza (sautés)

Chaque Keri Waza a une forme de base qui a son tour ses dérivées. Elles peuvent être utilisées pour frapper, bloquer, crocheter ou balayer l'adversaire.

Les techniques Keri les plus utilisées en compétition sont celles qui s'effectuent sur une jambe d'appui (sur place, avec sursaut, ou avec déplacement). Elles sont très puissantes et permettent une marge de sécurité puisqu'elles gardent l'adversaire à distance en raison de leur portée.

Les phases armées des Keri Waza présentent quelques différences lorsqu'il s'agit des coups pénétrants ou fouettes ; ainsi, par les coups pénétrants l'efficacité de l'impact se situe au niveau Chudan ou Gedan, le genou doit être plus haut ou au niveau du pied (sur un même plan horizontal) et ce lors de l'exécution. Par contre, lors des coups fouettes, la cible est au niveau Jodan c'est pourquoi le genou est plus bas que le pied lors de son extension.

Dans le Kekomi, l'action des hanches est dirigée vers l'avant par une poussée énergique ; par contre lorsqu'on utilise le Keage, l'action des hanches est dirigée vers le haut.

1.5.3. Dachi Waza (Techniques de Positions).

Chaque technique de karaté se réalise à partir d'une position donnée. Ces dernières peuvent être divisées en :

1. Positions naturelles (**Shizentai**) dans lesquelles les muscles sont relâchés.
2. Positions dans lesquelles les membres inférieurs sont mis sous tension localisée au niveau des genoux et qui peut avoir deux directions :
 - **Externe** : les genoux sont poussés vers l'extérieur de la base de sustentation.
 - **Interne** : les genoux sont poussés vers l'intérieur de la base de sustentation.

C'est à la base de cette distinction, que nous obtenons les différentes variétés de positions.

Les positions naturelles nous préparent à nous déplacer vers les techniques plus spécifiques, alors que les positions dans lesquelles les membres inférieurs sont sous tension nous aident à maintenir un équilibre et ajoutent de la force aussi bien pour les attaques que pour les blocages et les contre-attaques.

Les positions sont les bases sur lesquelles reposent toutes les techniques. Il en existe une vingtaine qui répondent aux diverses situations susceptibles d'être rencontrées par le pratiquant. Les positions d'attente sont des postures naturelles qui permettent de passer rapidement d'une situation de veille à une attitude de combat ou de kata. Debout, le buste droit et les jambes très légèrement fléchies, le corps est relâché à l'exception de la ceinture abdominale qui est maintenue en légère contraction. Les positions de combat ou de kata forment un compromis entre solidité et mobilité. La solidité est fondamentale, tant en attaque qu'en défense, pour le maintien de l'équilibre et la transmission des énergies. Les postures basses, jambes écartées et fléchies favorisent la stabilité. Mais la mobilité qui s'accommode mieux de positions hautes en combat, est nécessaire pour enchaîner les techniques ou ne pas rester statique face à l'adversaire.

1.5.4. Les Postures : (Repōzu).

En karaté, les postures diffèrent selon le caractère de leur utilisation et sont exprimées par la position du buste. Ainsi, on distingue quatre (4) postures.

- 1.5.4.1. **Posture de face** (offensive) : Le buste est de face, elle est utilisée en situation d'attaque, elle est idéale surtout en position Zenkutsu Dashi. La posture de face est par rapport aux hanches et non aux épaules.
- 1.5.4.2. **Posture Hanmi** (Mixte) : Le buste est de 3/4 de face vers l'extérieur, elle est utilisée en position défensive-offensive à prédominance défensive. Idéale surtout en position Kokotsu Dashi.

1.5.4.3. **Posture Gyaku Hanmi** : Le buste est de 3 /4 de face vers l'intérieur, elle est utilisée en position défensive-offensive à prédominance défensive.

1.5.4.4. **Posture de profile** (défensive) : Le buste est de profile, elle est utilisée en blocages et en esquives. Idéale surtout en position Kiba Dashi.

1.5.5. **Kawashi Waza (Les techniques d'esquives).**

Les techniques d'esquives constituent la beauté de l'expression motrice dans le jeu de combat libre de karate Do .elles sont pratiquées en situation offensive et surtout défensive. Une variété de procédés et de procédures d'esquive sont répertoriés et sauvegardés dans les katas et malheureusement elles sont ignorés par la plupart des pratiquants de cette discipline, Leurs enseignement suppose la compréhension, l'application et l'interprétation des kata étudiés ; ces dernières contiennent des secrets de combats interminables.

Les techniques d'esquives sont nombreuses et variées et se réalisent en situation statique (vers l'avant, vers l'arrière, de côté gauche ou de côté droit ou vers le bas), ou en situation dynamique en réalisant une aspiration vers l'arrière avec un déplacement qui se termine en situation statique.le rôle du buste et de la posture est très important pour leurs réussites en combat.

1.6. Les katas.

Le terme kata signifie (modèle-forme) et constitue les modèles auxquels ne se réfère dans un style donné. Il existe 24 katas antique qui datent du 19^e siècle dont l'origine est imprécise pour certains d'entre eux tous les autres sont de création récents.

La plupart des katas sont d'origine chinoise, et ont été repris par les trois (03) styles fondamentaux d'Okinawa :

1. **Naha-Te** : (Des Maîtres Higaonna, Puis Miyagi...),
2. **Shuri-Te** :(Des Maîtres Matsumora, Itosu, Azato, Nikagi, puis Funakoshi),
3. **Tomari-Te** : (Des Maîtres Matsumora et Hombu).Ce dernier style reste une tendance mineure et sera associée plus tard au Shurité.

A partir de ces styles, apparaissent deux (02) grandes tendances qui caractérisent le style dur (Shorei) et le style souple (Shorin) et qui vont être à l'origine de l'apparition du karaté moderne.

Sur la base du Naha-Te : apparaît le style Shorei, dont le maître principal est Higaonna : C'est un style qui insiste sur la puissance, la stabilité, les déplacements courts et la respiration.

Sur la base de Shuri-Te et Tomari-Te : apparaît le style Shorin dont les maitres sont Itosu et Nika gi : c'est un style qui insiste sur les déplacements long et souples, les esquives et les techniques rapides.

1.6.1. Les katas et le Budo.

« **Hito – Kata-San-Nen** », Expression employée dans le Budo, et qui signifie (3ans pour un kata) ; donc une pratique assidue et régulière qui consiste à étudier un kata durant 03 années entière pour arriver enfin a le "sentir". De plus, ou se spécialisé dans un kata donné, ou quelques katas parmi l'ensemble des kata acquis, c'est le kata spéciale, ou préféré qu'on appel en japonais « Tokui Kata » **Toku**= obtenir, **I**= soin, attention, volonté... Cela signifie le kata préféré et constamment pratiqué. Ex : le Tokui kata du maitre Funakoshi est le kata Kanku Dai par contre celui du maitre Nakayama. M_ est le kata Meikyo

1.6.2. Les Katas Shotokan Ryu.

Funakoshi N'enseignait Que 15 Katas Dont :

- Les 05 Heian (Shodan, Nidan, Sandan, Yondan, Godan),
- Les 03 Tekki (Shodan, Nidan, Sandan),
- Kanku,
- Basai,
- Jion,
- Jitte,
- Empi,
- Gangaku,
- Hangetsu.

Son style se caractérise par des techniques puissantes alliés a des postures stables exécutées avec force, vitesse, et précision ; donc un karaté physique ou toutes les fioritures étaient exclus.

Il est a noté que tous les katas du Shotokan commencent et se terminent au même endroit.

Tableau 6 : Origine des Katas du Karate.

Origine	Nom Japonais	Nom Chinois ou Okinawaïens
Naha-Te	- 3 Tekki - Hangetsu.	- Naifanchi - Seisan (Ou Seishan)
Tomari-Te	- Nijishiho - Empi - Unsu - Sochin.	- Ni Sei Shi - Wankan - Unsui.
Shuri-Te	- Kanku Dai - Kanku Sho - Bassai Dai - Bassai Sho - Wankan - Gangaku - Jitte - Jion - Gojushiho Dai - Gojushiho Sho - Meikyo - Chinte	- Koshunku Ou Kosokan - Passai - Matsukase - Chinto - Jute - Usei Shi - - Rohei
Katas Recent	- Taikyoku - Heian - Ten No Kata	- - Pinan

Ils sont en nombre de 26 : (5 Heian- 3 Tekki- 2 Kanku- 2 Basai- 2 Gojushiho-Jion- Jitte- Jiin- Empi- Nijishiho- Gangaku- Unsu- Wankan- Sochin-Meikyo- Hangetsu- Chinte).

Les Katas sont enseignés en deux catégories représentés dans le tableau suivant :

Tableau 7 : Les catégories des katas du Karate.

Catégorie 1 : Kata Kyu (Ecole) : Avant la ceinture Noire 1er Dan.		Catégorie 2 : Kata Ryu (Voie, Dan ou Niveau) : Après la ceinture Noire 1er Dan.		
Kyu Inferieur	Kyu Supérieur	Ryu Inferieur	Ryu Supérieur	
1. Heian Shodan	7. Bassai Dai	13. Tekki Nidan	18. Nijishiho	24. Gojushiho-Sho
2. Heian Nidan	8. Kanku Dai	14. Bassai-Sho	19. Chinte	25. Gojushiho-Dai
3. Heian Sandan	9. Jion	15. Kanku-Sho	20. Wankan	26. Tekki Sandan
4. Heian Yondan	10. Empi	16. Gangaku	21. Sochin	
5. Heian Godan	11. Ji 'in	17. Hangetsu	22. Meikyo	
6. Tekki Shodan	12. Jitte		23. Unsu	

Il y'a plus de mouvements lents dans les katas du groupe **Ryu** que du groupe **Kyu**.

La finalité des Katas du Shotokan consiste à enseigner "la concentration de l'esprit", puisqu'on débute par le travail rapide et on termine par les techniques lentes. Il est à noter que 26 Katas renferment moins de 30% de mouvements lents, ce qui exprime l'importance du cadre physique dans la pratique du Karate Do et le besoin de développer la capacité de concentration.

Les katas Heian renferment 124 techniques dont 84 déplacements soit 68%. Ceci vient renforcer la citation des grands experts des Arts Martiaux : " 70% de l'efficacité en combat dépend des bons Taisabaki ".

Ce sont des kata Ryu (école) inférieur par le biais desquels on enseigne tous les fondements du karaté et ils ont une orientation purement physique (seulement 10% de mouvements lents contre 90% de mouvements de vitesse, de vélocité et d'explosivité).

Ils ont aussi un caractère défensif puisque les techniques de blocage dépassent 56%, ce qui témoigne de l'humilité de notre discipline et du véritable esprit du karaté qui stipule que :

« Le karaté est l'art de se défendre puisque attaquer c'est à la portée de n'importe qui »

Pour déterminer le potentiel technique en karaté, on doit analyser chaque kata séparément pour en faire ressortir ce qui suit :

1. Le type de position,
2. Les types de déplacements (en avançant, en reculant, en pivots etc.),
3. Le sens des déplacements. (Vers l'avant, vers l'arrière, latéral, etc.),
4. Le type de techniques (d'attaques, de blocages, de pieds, de bras, simples, complexes,..)
5. La symétrie dans le travail technique,
6. Le caractère de la technique (Uchi/Uke). Ex : Shuto Uchi/ Shuto Uke,

De plus, il faut prendre en considération certaines techniques qui ne sont pas présente dans les kata et qu'il faut enseigner telle que : Mawashi Geri, Ushiro Geri, Ura Mawashi Geri, etc.

L'accroissement du degré de complexité croissant dans le travail technique assure le développement des sensations kinesthésiques nécessaires et la maîtrise des paramètres spatiaux, temporels et spatio-temporels des techniques étudiées et favorise par conséquent le développement de l'habileté ouverte.

Lors de l'apprentissage technique, il faut suivre une progression qui respecte les principes pédagogiques même si cette dernière n'est pas respectée dans le kata. Donc, il faut Suivre une logique pour assurer un enseignement de qualité :

- Du connu à l'inconnu : Il faut enseigner d'abord les positions naturelles pour enseigner les autres formes de positions.
- Du facile au difficile : Enseigner le Mae Geri avant la Yoko Geri).

L'enseignement technique doit toucher à ses variantes et aux différents niveaux d'utilisations (Gedan, Chudan et Jodan). Cette diversification doit être elle aussi progressive selon l'évolution du niveau technique de l'athlète.

Lors de l'étude kata, il faut toucher aux techniques clés, à l'interprétation (Bankai) et son application dans l'espace et le temps (variation du Shomen et du rythme).

Le « **Pas** », est l'élément essentiel du devenir technique et athlétique du Karateka. Il est indispensable pour assurer une formation de qualité. Il fait référence à une capacité Coordinative qui est l'équilibre et constitue la base des appuis, des pivots, de la structuration des déplacements et de la stratégie d'évolution dans l'espace.

L'élaboration d'un contenu pour l'évaluation technique "passage de grade" doit être étudié soigneusement et conforme à chaque niveau de pratique. L'enseignant devrait arrêter le programme technique inculqué aux élèves distribué par étapes et par niveau.

1.6.3. Les éléments d'un kata.

D'après Nakayama, M. (1966), il existe 10 éléments d'un kata dont :

1. **Yoi no Kisin** : l'attitude de l'esprit dans la préparation,
2. **Inyo** : l'actif et le passif,
3. **Waza no kan kyu** : la vitesse d'un mouvement,
4. **Chikara no kyojaku** : la façon d'utiliser la force,
5. **Ko kyu** : la respiration,
6. **Tai-no-shinshuku** : la position haute ou basse du corps,
7. **Tyakugan** : le but recherché dans chaque mouvement,
8. **Kiai** : le cri qui libère l'énergie,
9. **Keitai no hoji** : la position correcte,
10. **Zanshin** : la vigilance d'esprit.

Lors de l'étude de kata, on recherche ce qui suit :

1. La Capacité Technique.
2. La Capacité Artistique.
3. Le Niveau de maîtrise technique et le degré de maturité dans le Travail.
4. La Capacité de communiquer ses émotions à travers la pratique.

Les kata enseignent les Taisabaki et les pivots, l'attitude du corps et de l'esprit, la capacité de concentration physique et psychique, les mouvements d'attaques et de blocage, la réaction, le rythme, la cadence et l'équilibre.

Les **composantes spécifiques** revêtent une grande importance dans l'enseignement du Kata :

1. Les Taisabaki et Pivots,
2. Les postures,
3. Le Tempo,
4. Le Kimé,
5. Le Hiyoshi (le rythme),
6. Le Kiai,
7. Les niveaux.

1.7. Le Kihon.

Les éléments constitutifs du karaté (kata- kumité- kihon) étaient considérés auparavant comme étant indissociable et constituaient bien sûr le fondement d'un enseignement complet.

La fuite des exigences requises pour l'approche de certaines épreuves telle que le kata, et l'interprétation tronquée ou erronées a fait que la plupart des athlètes ont délaissés leur pratique intégrale en privilégiant généralement le kumité, « d'autres préféraient les étudiés intégralement, mais en suivant une dynamique linéaire alors qu'elle devrait être circulaire » porto carrero, ceci veut dire que ce n'est pas un aboutissement.

Il est a noté que si le kata et le kumité constituent la composition au karaté, le kihon n'est qu'un outil de leur entraînabilité.

L'étymologie du mot **Kihon** veut dire « énergie fondamentale » d'où :

- **Ki** = énergie,
- **Hon**= livre, fondement, source, origine, et peut exprimer tout élément lié a la transmission des fondements d'une connaissance.

Le kihon fut conçu par Mre Funakoshi Guichen pour remplir les lacunes de la pratique traditionnelle et de l'enseignement traditionnel du karaté qui se limitait à l'étude des katas a raison d'un katas tous les trois ans, et le durcissement des armes naturelles.

1.7.1. Les finalités du kihon.

L'enseignement par le biais du kihon a pour but de répandre aux taches suites ;

1. L'apprentissage technique et tactique
2. Le développement des qualités physiques spécifiques.
3. Le perfectionnement technico- tactique (phases des katas- enchainement tactique..)
4. Développement des sensations spécifiques a l'épreuve étudiée (Hiyoshi- Taisabaki, pivots, Tempo, Timing, Zenshin, Pivots, Maitrise de la respiration, du corps et de l'esprit)
5. Correction des anomalies rencontrées sur le plan pédagogique, méthodologique, et autre (symétrie, progression pédagogique, variation technique...)
6. Adaptation de l'organisme aux exigences physio- énergétique requises pour l'épreuve,
7. Vérification du degré d'acquisition de contenu étudié et par conséquent du niveau technique atteint (évaluation).

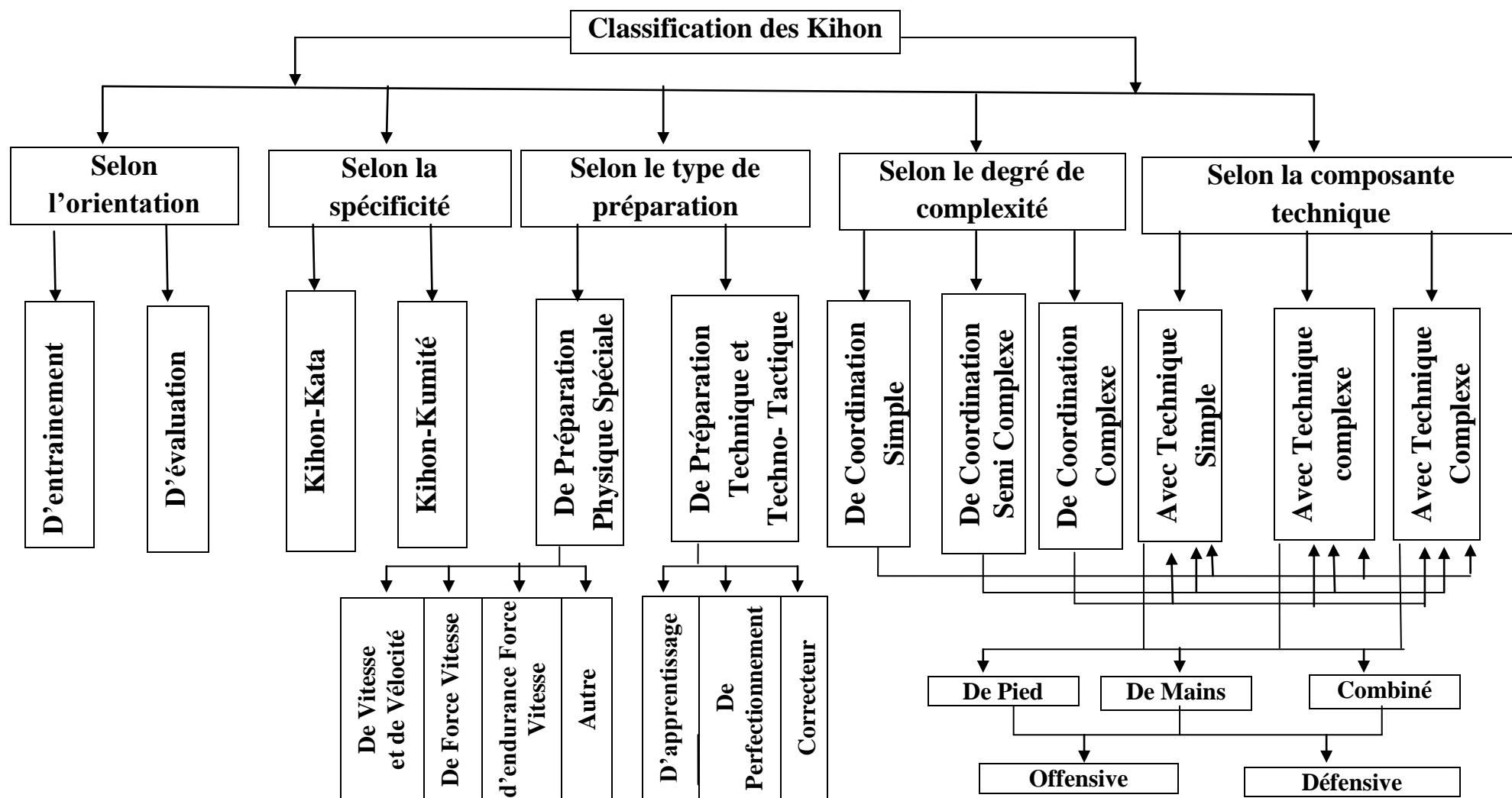
1.7.2. Organisation générale des kihon.

Le kihon comme outil d'entraînement en Karaté, peut être classé en prenant en considération plusieurs aspects :

1. Selon l'orientation, on retrouve :
 - Le kihon d'entraînement,
 - Le kihon d'évaluation (passage de grade...).
2. Selon la spécificité, on retrouve :
 - Le kihon kata,
 - Le kihon kumité.
3. Selon le type de préparation, on retrouve :
 - Le kihon de préparation physique spéciale,
 - Le kihon de préparation technique et technico- tactique.
4. Selon le degré de complexité, on retrouve :

Le Kihon de coordination souple, semi complexité et complexe.
5. Selon la composante technique : on retrouve
 - Le kihon avec techniques de mains,
 - Le kihon avec techniques de pied,
 - Le kihon avec techniques combinés,
 - Le kihon avec techniques a caractère offensifs ou défensifs,
 - Le kihon avec techniques par degrés de complexité a savoir simple, semi complexe, ou complexe.

Tableau 8 : Classification des Kihons en Karate Do.



1.8. Le Kumité.

L'étymologie du mot kumité veut dire rencontre des mains d'où **Kumi** = rencontre et **Te** = main bien qu'on utilise aussi bien les pieds que les mains. Dans le langage courant, kumité veut dire combat.

L'histoire de kumité est assez récente ; c'est en 1957 qu'allait apparaître les formes compétitives du Karaté Do. Funakoshi ne tolérait pas l'assaut libre, il avait quitté un de ses dojos en 1927 parce que trois de ses disciples avaient utilisés l'assaut libre.

La première expression de duel direct établi par Funakoshi était entre 1930 et 1940 lors de la création des Ten no kata sous l'influence de son fils yoshitaka.

L'évolution du Karaté a permis un passage progressif de l'assaut conventionnel a l'assaut libre ce qui nous facilite aujourd'hui d'établir une progression pédagogique dans leur enseignement en respectant les principes de l'entraînement sportif.

Bien que le kumité sollicite l'intérêt de nombreux adeptes, ses fondements restent jusqu'à nos jours ignorés ou plutôt mal définis, sinon « Quelles sont les caractéristiques de la garde et du déplacement spécifique en karaté ? Comment peut- on établir leur apprentissage dans le temps ? »

L'analyse de ces questions nous fait retourner au noyau de notre discipline qui est le kata ;un concept qui signifie « moule », « forme ». en terme de définition, C'est un combat imaginaire. Selon Mre Egami, « le kata suppose l'apprentissage d'une stratégie ».

Evoquer le terme de Stratégie, c'est planifier pour surmonter un obstacle :donc on parle de duel, de combat.

Ainsi, et sur la base de cette introduction, on peut conclure que le kumité n'est pas une application anarchique, mais c'est une épreuve qui devrait caractérisée la forme du Ryu (école) a laquelle on appartient puisque la finalité du karaté est le self défense.

Étymologie : Le terme kumité veut dire « rencontre des mains « d'où :

- **Kumi** = rencontre,
- **Te** = main.

Dans le langage courant kumité veut dire combat.

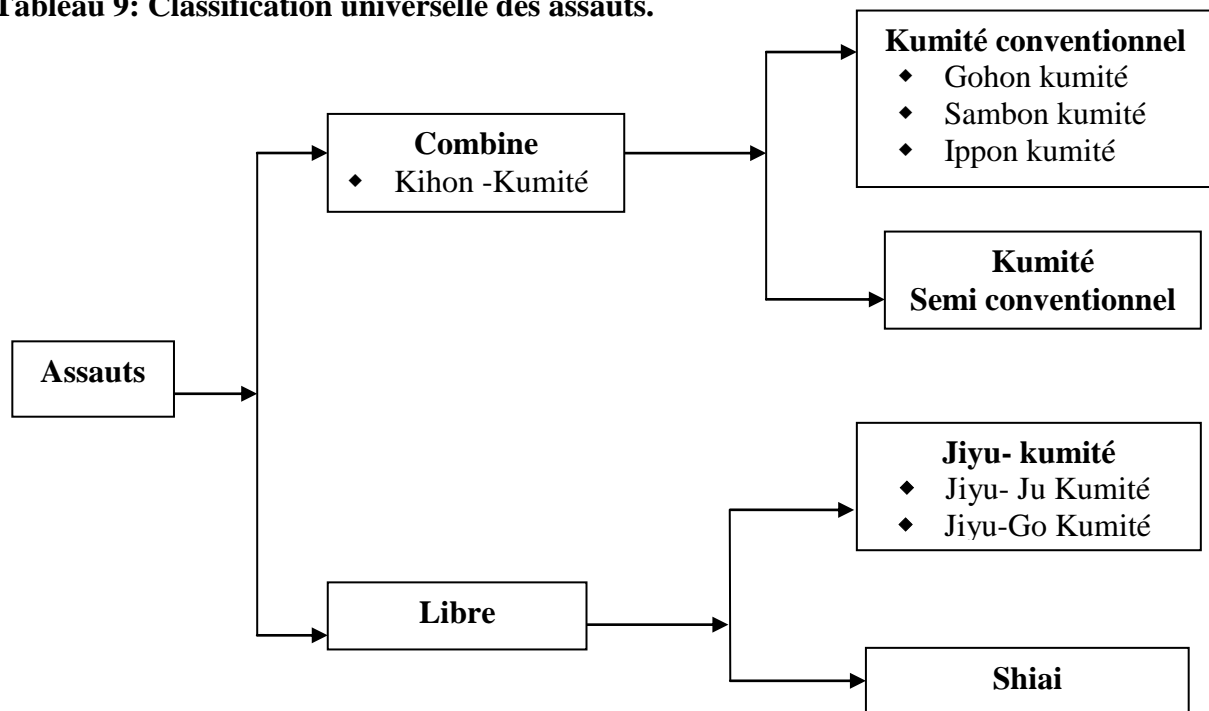
1.8.1. Classification universelle des assauts.

La progression pédagogique dans l'enseignement des assauts divise ces derniers en deux groupes distincts :

1. **Assauts combinés** : regroupent les Assauts Conventionnels ou d'étude à savoir Gohon, Sambon et ippon kumité, et les Assauts Semi Conventionnelles à savoir le keashi ippon kumité et le Jiyu Ippon Kumité.
2. **Assauts libres** : regroupent le Kumité d'essai (Jiyu kumité) a savoir le kumité souple (Jiyu Ju Kumité) et le kumité dur ou fort (Jiyu Go Kumité), et le Kumité de Compétition (Shiai).

La classification des assauts conventionnels, semi conventionnel et libres et représentée dans le tableau suivant :

Tableau 9: Classification universelle des assauts.



Une deuxième classification a été établie par Mre H. Kanazawa, où il a introduit quelques enrichissements en vue de permettre le passage du travail statique au travail dynamique, et du travail de réaction simple à l'interaction et base au travail athlétique qui répond aux exigences de l'épreuve en question.

Cette classification permet une progression pédagogique plus logique, plus rationnelle, plus efficace, progressive et efficiente, ainsi, il divise les assauts en deux parties :

Yakusuku Kumite :

Les techniques et les niveaux d'attaques et de défenses sont déterminés à l'avance. (Convention réglées au départ). Il faut chercher la forme correcte des techniques d'attaques, de défense, de positions et des déplacements ainsi que les bonnes postures et développer la sensation de l'espace (Unsoku), de la distance (Maai), du Timing, de la réaction, et du Rythme ainsi que d'autres qualités telles que la sollicitation des niveaux et des postures d'attaques et de blocages, la coordination, la concentration, ... il est à noter que le kumité est une excellente forme de l'entraînement de l'esprit. Dans le Yakusuku kumité on distingue :

- a. Les kumité axés principalement sur l'entraînement de base.
- b. Les kumité visant l'exécution correcte des techniques.
- c. Les kumité pour acquérir les éléments les plus importants du combat : (Timing, Maai, Zenshin, Taisabaki, etc...).

1.8.1.1. Jiyu Kumite :

Les attaques et les défenses s'exécutent librement pour mettre à l'épreuve l'habileté individuelle.

Tableau 10 : Progression pédagogique dans l'enseignement des assauts (Kanazawa H.).

Groupe	Types de kumite	Nature du kumite
1^{er} Groupe : Yakusuku-Kumite Les Techniques et les niveaux d'attaques et de défenses sont connus à l'avance	1. Tanren Kumite : Axés principalement sur le travail de base	1. Gohon-Kumite 2. Sambon-Kumite
	2. Kihon Kumite : Visant l'exécution correcte des techniques	1. Kihon Ippon Kumite 2. Keashi Ippon Kumite
	3. Yakusuku Jiyu Kumite : Acquérir les éléments les plus importants du combat (Timing, Zenshin, Taisabaki, Maai, Tempo...)	1. Jiyu Ippon Kumite 2. Okuri Ippon Kumite
	3. Oyo Kumite : Axés principalement sur l'auto défense	1. Happo Kumite 2. Kumite-Kata
2^e Groupe : Jiyu-Kumite Les Techniques s'exécutent rapidement pour mettre à l'épreuve l'habileté individuelle	1. Kyogi Kumite : Kumite de compétition 2. Shiai Kumite : Kumité D'essai	1. Tournois 2. Passage de grade 3. Compétition officielle

1.8.2. Les composantes spécifiques du kumite.

Le Kumite requiert des qualités athlétiques similaires au kata, mais exige en plus :

- Une motricité supérieure,
- Des déplacements très rapides,
- Une capacité d'adaptation
- Un temps de réaction supérieure afin affronter les différents adversaires avec succès.
- Une prise de décisions exceptionnelles

L'analyse des épreuves Kata ou Kumite démontre que chacune d'elles requiert des exigences spécifiques au niveau énergétique.

Le plus important dans l'enseignement des épreuves de Karate Do, c'est l'enseignement des composantes spécifiques à l'épreuve étudiée.

Pour le Kumite, on dénote :

1. Les Taisabaki et les Pivots (stratégies de déplacements et d'évolutions dans l'espace),
2. Le Timing,
3. Le Maai,
4. Le Hiyoshi (le rythme).
5. Le Zenshin,
6. La réaction,
7. Les Niveaux.

Conclusion

L'intérêt porté à l'étude technique en Karate Do résulte de son importante influence sur l'acquisition de la maîtrise technique et la réalisation de la performance athlétique.

Le domaine de la performance sportive en Karate exige une connaissance de la technique dans sa globalité (diversité et variation), et un savoir scientifique et méthodologique qui se fonde essentiellement sur la biomécanique pour pouvoir observer et analyser.

Les connaissances relatives à l'organisation générale des techniques de Karate, ainsi qu'aux Katas et kumite sont indispensables pour assurer une formation de qualité et un suivi des performances à haut niveau.

Le Karate met l'accent sur des techniques offensives et défensives utilisant presque toutes les parties du corps afin de frapper ou bloquer ou contre attaquer.

La pratique du Karate Do comporte trois volets interdépendant et indispensable à la formation technique qualitative :

2. Le premier volet concerne l'enseignement des techniques fondamentales avec comme moyen d'enseignement le Kihon ; il en existe :
 - Les Taisabaki et les déplacements,
 - Les Atemi-Waza (Les attaques avec les différentes parties du corps),
 - Les Uke Waza (Les techniques de défense qui permettent de parer les attaques),
 - Repōzu (les postures de base),
 - Les Kawashi Waza (Les esquives).
3. Le deuxième volet concerne le kata. Un moyen d'enseignement technique et des stratégies de combat à ne pas négliger.
4. le troisième volet concerne les assauts, commençant par l'assaut d'étude et arrivant à l'assaut libre. Une progression graduelle doit être assurée pour permettre un niveau technique et athlétique de qualité.

La recherche de l'efficacité technique et de la puissance combative nécessite un haut niveau de maîtrise technique aboutissant des automatismes et des stéréotypes dynamiques d'où la nécessité d'un bon enseignement technique à la base.

CHAPITRE II :

Approche Athlétique en Karate Do.

Préambule

Dans ce chapitre, nous présentons la performance sportive et les exigences de la préparation athlétique en karate Do.

En effet, le Karate Do est une activité très complexe du point de vue Coordinatif qui nécessite des habiletés techniques fondamentales et des situations d'interactions incessantes.

L'efficacité de la pratique des arts martiaux est obtenue par la mise en œuvre de trois éléments : (Habersetzer, 1996).

1. L'aspect corporel (Tai),
2. L'aspect technique (Ghi),
3. L'aspect mental (Shi).

Par contre, les éléments de la performance sportive en Karate Do sont de deux aspects : (Dexter Shim, 2012).

1. L'aspect physique,
2. L'aspect mental.

La capacité de performance sportive représente le degré d'amélioration possible d'une certaine activité motrice sportive conditionnée par une pluralité de facteurs spécifiques.

L'atteinte de l'exploit et de l'excellence en Karate de haut niveau requiert un certains nombres d'exigences résumées en ce qui suit :

1. Exigences techniques,
2. Exigences tactiques,
3. Exigences physiques,
4. Exigences morphologiques,
5. Exigences physiologiques,
6. Exigences psychologiques.

« Seul un développement harmonieux de tous les facteurs déterminants de la capacité de performance permet d'atteindre le niveau optimal de performance individuelle » (Weineck, 1997).

2.1. Les exigences de la performance athlétique en Karaté.

2.1.1. Définition de la performance :

Pour éviter toutes formes de confusion entre performance musculaire et performance sportive, Il est nécessaire, voire indispensable de la clarifier avec précision. En effet, ce concept vient du mot « performer », pris à l'anglais au 19ème siècle, signifie exécuter, accomplir.

On dit d'une performance qu'elle est sportive « quel que soit le niveau de réalisation, dès l'instant où l'action optimise le rapport entre les capacités physiques d'une personne et une tâche sportive à accomplir. » (Billât V. 2003).

La capacité de performance sportive représente le degré d'amélioration possible d'une certaine activité motrice sportive conditionnée par une pluralité de facteurs spécifiques. « Seul un développement harmonieux de tous les facteurs déterminants de la capacité de performance permet d'atteindre le niveau optimal de performance individuelle », (Weineck, 1997).

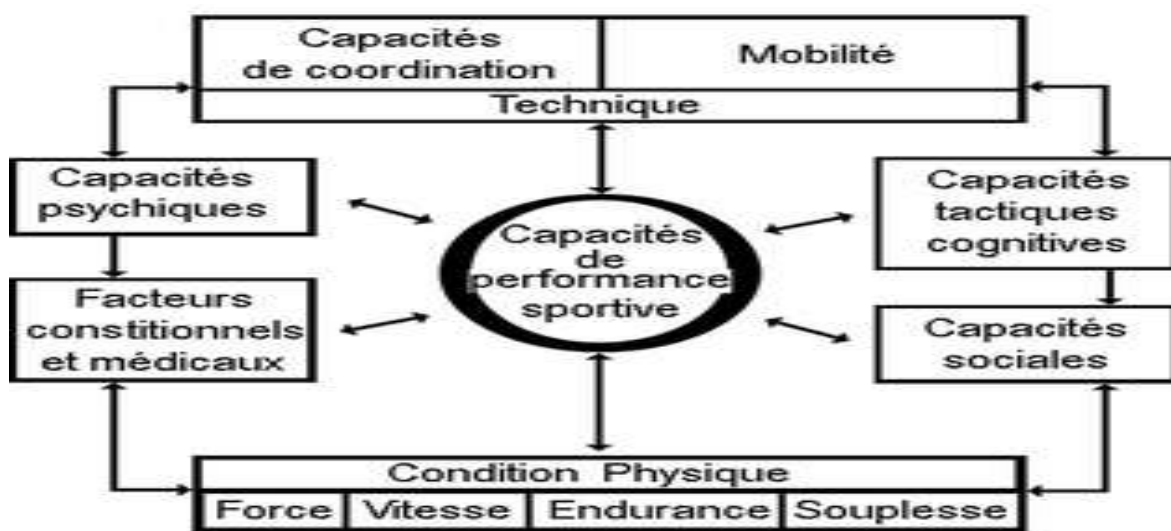


Figure 1: Facteurs constitutifs de la capacité de performance sportive d'après Weineck, (1997).

La performance doit être conçue comme l'aboutissement d'une série d'actions appelée la préparation sportive. En effet, la préparation sportive est un processus d'utilisation rationnelle de l'ensemble des facteurs et conditions permettant d'exercer un impact orienté vers le développement des karatékas pour l'obtention d'une performance sportive (Paillard, 2010). Cette dernière, résultant d'une particularité de facteurs, son entraînement est complexe. Seul un développement harmonieux de tous les facteurs dominant de la performance permet d'atteindre un niveau optimal de performance individuelle. Le modèle de la performance de

(Paillard, 2010) nous présente quatre types de facteurs : psychologique, physique, moteur et technique.

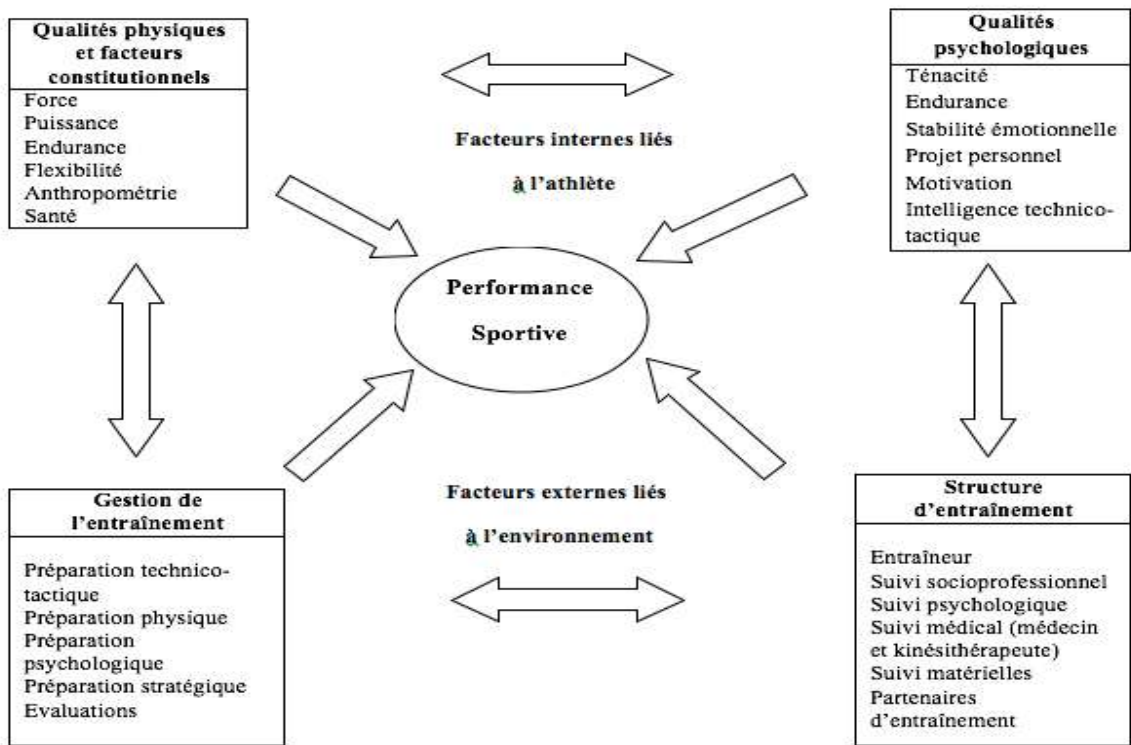


Figure 2 : La performance sportive en karaté vue comme le résultat d'un ensemble d'éléments en interaction (Paillard, 2010).

Selon Frigout (2017), de nombreux paramètres et autres facteurs de la performance influencent les pratiques. :

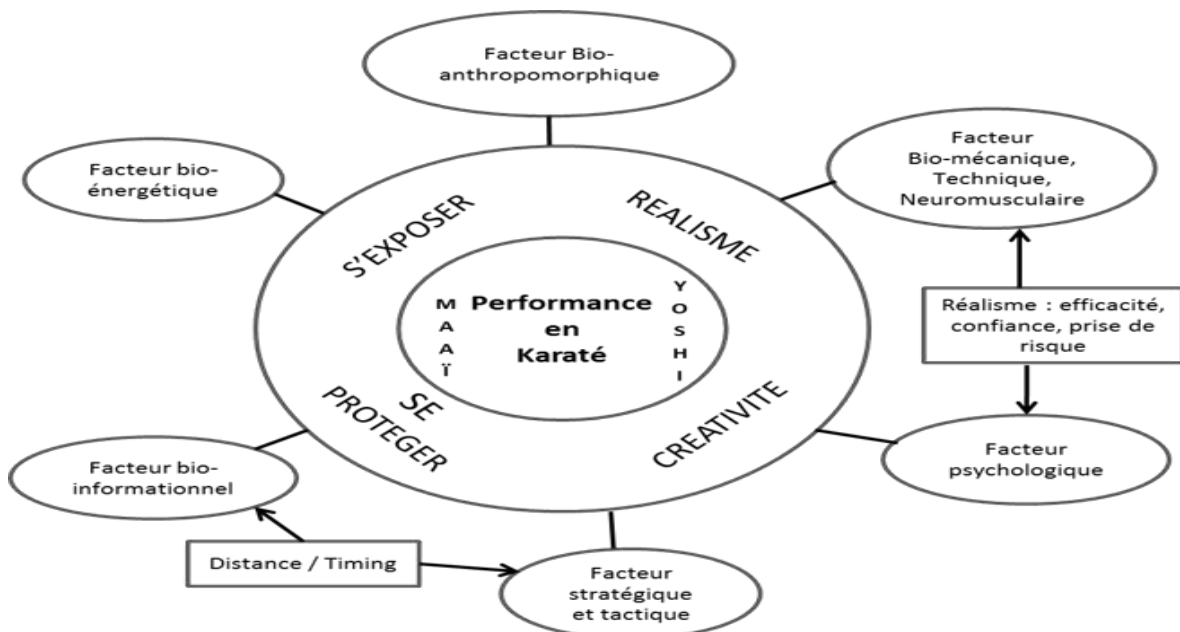


Figure 3 : Le modèle de performance (Frigout, 2017).

Le processus d'entraînement doit s'articuler avec cette complexité des échanges de la plus rationnelle possible des forces en présence. Il doit développer l'ensemble des qualités énergétiques, musculaires, proprioceptives nécessaires pour atteindre l'état de la haute performance. Il doit contribuer à élever le niveau de jeu en karaté. Devenir excellent en karaté, c'est aussi avoir la volonté de transférer toutes les améliorations du potentiel physique et mental vers cette élaboration de solutions pour résoudre les situations problèmes posés par les adversaires. Cette problématique doit être le centre du système. Elle maintient sa cohérence et assure la spécificité de l'entraînement.

Le processus de la formation d'un karatéka est à la fois un concept et une construction méthodique qui s'appuyant sur une analyse précise de la performance et de l'activité, permettra à l'entraîneur de gérer différents secteurs d'intervention dont les interactions complexes devront être prises en compte. Cette conception systémique de l'entraînement permet de prendre en compte une multitude de facteurs.

Le karaté est une activité très complexe du point de vue de la coordination. C'est une logique de mouvement dans un rapport de duel avec l'autre qui peut être tantôt un partenaire, tantôt un adversaire. Comme tout système complexe les apprentissages suivent un processus de construction. Notre démarche, procède d'un va et vient incessant entre les Hâbiletés Techniques Fondamentales (bases techniques) et les situations d'interactions.

Les notions de Maai (Hall, 1971) et de Hyoshi (Tokitsu, 1979) ; bien connues des pratiquants de karaté, signifient distance spatiale séparant ou reliant deux karatékas, et rythme de travail. La notion de Maai n'intervient pas en Kata, mais celle de Hyoshi intervient dans toutes les formes de pratique.

« Nous voulons mieux comprendre comment, au fil des ans, les savoir-faire se sont constitués. Nous cherchons à identifier les trajectoires de ces techniques, les logiques d'innovation, les voies de progrès choisies, les éléments sur quoi porte la nouveauté, les transformations des logiques d'action des athlètes. Nous cherchons à débusquer les ruptures dans l'évolution, véritables recompositions matérielles et symboliques des situations techniques» Goirand P&Metzler J, 1996.

Une rétrospective est nécessaire, voire indispensable pour bien situer et comprendre l'évolution de la performance en Karate Do. Ce dernier est passé du stade d'art martial qui avait pour objectif de sauvegarder la vie de celui qui le pratique en portant atteinte à celle d'autrui, au stade de sport de compétition qui a pour objectif de démontrer la supériorité en reportant des victoires, et ceci lui a fait perdre un très grand nombre de techniques déclarées dangereuses. L'esprit Budo (guerrier) va être remplacé par l'esprit sportif, et l'efficacité au

sens propre du terme ne va plus être celle de tuer ou de briser, mais, celle de marquer et de gagner, ainsi la pratique martiale va pencher vers une orientation purement sportive d'où la nécessité de la maîtrise de la méthodologie d'entraînement et la connaissance des facteurs qui conditionnent la performance sportive à savoir morphologique, , physiologiques, psychologiques, biomécaniques, physiques, techniques, tactiques et autres.

En tant que discipline sportive, il doit entreprendre une démarche méthodologique et scientifique pour permettre à ses pratiquants d'exploiter leurs potentiels et toutes leurs capacités de façon optimale, afin de viser la victoire ou réaliser les meilleures performances possibles. Il importe de s'inspirer des athlètes internationaux pour élaborer des processus efficaces et efficients pour le développement de la discipline à titre de Sport de Haut Niveau. L'efficacité dans la pratique des arts martiaux est obtenue par la mise en œuvre de trois éléments :

1. L'élément corporel (Tai),
2. L'aspect technique (Gi),
3. La composante mentale (Shin), (Habersetzer R., 1996).

Pour (Dexter-Shim 2012, 03), les éléments de la forme physique et de la performance sportive en karaté Do sont de deux aspects :

- 1- **L'aspect physique** : qui comprend la force, la vitesse, la puissance, l'agilité, l'équilibre, la souplesse l'endurance et la coordination.
- 2- **L'aspect mental** : qui comprend l'attitude, la motivation, les objectifs, les compétences humaines, le dialogue interne et imagerie mentale, la gestion de l'angoisse, des émotions et la concentration.

Tableau 11: Éléments de la forme physique et de la performance. (Dexter Shim,W. 2012).

1. Aspect Mental :	2. Aspect physique :
1.1. Attitude,	2.1. Force,
1.2. Motivation,	2.2. Vitesse-Puissance,
1.3. Objectifs,	2.3. Agilité,
1.4. Compétences humaines,	2.4. Equilibre,
1.5. Dialogue Interne et Imageries mentales,	2.5. Souplesse,
1.6. Gestion de l'angoisse, des émotions,	2.6. Endurance,
1.7. Concentration.	2.7. Coordination.

Jusqu'à nos jours, peu d'études qui ont traitées ce domaine, les penchants étaient plus orientés plus vers la technique au point de la sacraliser, et l'aspect curatif vu la fréquence des accidents ce qui a fait la complexité de notre tâche.

Le Karaté aux Jeux Olympiques : "Une reconnaissance !", une décision attendue et saluée unanimement ... Cette décision ne donnera pas plus grande visibilité de karaté dans les médias seulement, mais aussi un grand intérêt scientifique, car ce célèbre sport souffre d'une pénurie dans le domaine scientifique (DLTA, 2014)

Les Compétitions de karaté sont divisées en katas (formes) et kumite (Jeu). Les Kata se caractérisent par des compétitions individuelles et d'équipe (trois athlètes), tandis que le kumite est une forme libre de sparring contre un adversaire se caractérise par des épisodes de 3 minutes d'activité d'intensité élevée impliquant des coups de pied, des coups de poing et des déplacements horizontaux rapides (WKF, 2009).

Les qualités physiques nécessaires à la réalisation d'un **Kata de Haut Niveau** requièrent :

1. Une grande capacité de stabilisation des positions,
2. Des postures très fortes (Tonus musculaire des cuisses et de la ceinture pelvienne très développé).
3. Une grande puissance musculaire qui permet de réaliser des déplacements rapides et des arrêts brusques.
4. Une grande endurance musculaire et une grande endurance aérobie spécifique qui provient d'un volume d'entraînement très élevé.
5. Les spécialistes en kata sont très rapides.

Le Kumite de Haut Niveau requiert des qualités athlétiques similaires au kata, mais d'autres exigences en plus les sont propres :

1. Des déplacements très rapides,
2. Une motricité supérieure,
3. Une prise de décisions exceptionnelles,
4. Une capacité d'adaptation
5. Un temps de réaction supérieure pour pouvoir affronter les différents adversaires avec succès.

Une étude portant sur l'analyse temporelle et les réponses physiologiques aux séances de combat officielles de karaté effectuée sur des karatekas d'élite qui participent régulièrement à des événements nationaux et internationaux au cours d'une compétition nationale, a donné comme conclusion ce qui suit : (Chaabène H., Franchini E., Miarka B., Selmi MA, Mkaouer B., & Chamari K. 2014).

- Les karatekas utilisent principalement les techniques des membres supérieurs (76,19%). Le Kisami-Zuki est la technique la plus fréquente, avec 29,1% de toutes les techniques utilisées.
- La nature du jeu de combat en karaté est intermittente,
- Les activités de combat représentant environ **6%** de la durée totale du combat et **84%** des actions de moins de 2 s, avec un intervalle moyen de 21 secondes entre les deux.
- Les combats de Karate induisaient une haute tension cardiovasculaire et une tension cardiovasculaire presque maximale. Les Karatekas réalisent 17 ± 7 actions de haute intensité par combat, ce qui correspond à ~ 6 actions de haute intensité par min.

Les caractéristiques des meilleurs combattants du monde se résument en ce qui suit :

1. Un Taux de Réussites élevé,
2. Peu d'actions pour un maximum de résultats,
3. Gèrent bien la distance,
4. Ont une défense exceptionnelle,
5. Font peu d'erreurs qui mènent aux pénalités,
6. Possèdent une spécialité dans laquelle ils excellent,
7. Le nombre d'échange de coups en combat de 3mn se situe entre 15 et 30 (soit 01 action / 6 a 12 secs),
8. Les échanges de moins de 2 secs dépassent les 90% du temps global,
9. Les échanges entre 3 à 5 secs atteignent 08%,
10. Les échanges de plus de 5 secs atteignent 02%
11. Le nombre de combats par compétition est égale en moyenne de 5 a 6 combats.

Tableau 12: Caractéristiques générales des combats du championnat du monde de Tokyo, 2008.

Paramètres	Hommes	Femmes
Durée effective du combat	3 mn	2 mn
Durée réelle du combat	3 mn 30 sec. à 5 mn	2 mn 20 sec. à 3 min. 50 sec.
Nombre d'échanges	12 à 30	8 à 20
% d'échanges de moins de 2 secondes	90%	90%
% d'échanges de 3 à 5 secondes	8%	8%
% d'échanges de plus de 5 secondes	2%	2%
Nombre de combat	5 à 6	5 à 6

Les recherches scientifiques et les connaissances spécifiques en Karate commencent à être mieux comprises pour la préparation des athlètes et jouent un rôle croissant dans leurs avenir.

En Kumite : 60% des 937 participants avaient moins 24ans soit 566 athlètes.60% des médaillés avaient moins de 24 ans soit 24 athlètes et aux environs de 24 % avaient +24 ans soit 16 athlètes.

En Kata : 25% des médaillés avaient moins 24 ans soit 02 athlètes et 75% avaient + 25 ans soit 06 athlètes. Il est a noté que la moyenne d'âge en kata est supérieure à celle du Kumite.

Donc, en se rapprochant du principe de 10 ans nécessaire pour l'atteinte des plus hauts sommets, l'âge de 13, 14 ans constituent une période appropriée pour les athlètes pour entreprendre une démarche athlétique plus significative au niveau compétitif

Comme tous les sports de compétition, notre sport favori a traversé des périodes de développement ou ses méthodes d'entraînement ont été révolutionnées permettant ainsi aux athlètes de développer davantage leurs capacités. Ainsi et pour pouvoir s'investir profondément dans la préparation des athlètes, il est nécessaire de déterminer avec précision les exigences de la performance athlétique en Karate :

2.2. Les exigences techniques.

La technique ne revêt pas la même importance dans toutes les disciplines.....dans des disciplines de force-vitesse, en raison du développement maximal de la force, il faut un savoir-faire technique élevé. Dans les sports de combat et les sports collectifs, la technique est l'un des facteurs déterminants du choix des déférentes solutions répondant à la complexité des situations d'affrontement ou de jeu....dans les sports d'endurance, la technique intervient avant tout pour permettre une économie d'énergie motrice.

La préparation technique revêt une importance capitale vue que le karaté est un sport technique par excellence. Il peut être classé parmi les sports poly structuraux puisqu'on a le kata, le kumité et leurs dérivés, c'est pour cela, que le karatéka doit apprendre le plus grand nombre possible de qualités technique pour former un large programme moteur riche et varié, s'il est spécialisé dans une épreuve donnée, il sera confronté à la complexité de créer une fois arriver à un stade de performance élevée : Évaluation de la technique du point de vue de sa fiabilité, et de son efficacité.

Selon (Weineck, 1997). Le développement des facultés techniques est important pour tous les sports, et spécialement pour les sports de combat.

Une karateka performant sur le plan technique présente des capacités élevées pour traiter des informations de façon juste (par rapport à l'espace) et précise (par rapport au temps). Le karatéka possède un « savoir-faire » dont les conséquences des actions sont identifiables dans les actions de l'adversaire mais aussi sur ses propres activités corporelles (Barbot, 1998).

Il a été établi qu'un même résultat peut être reproduit par des trajectoires articulaires différentes, appelées variables d'exécution. On a ainsi montré que différentes combinaisons des variables d'exécution (ex. position, angle et vitesse à laquelle l'adversaire est touché) peuvent donner lieu à un résultat identique. Ces variables dépendantes quantitatives centrées uniquement sur la performance semblent donc insuffisantes pour rendre compte des changements de comportement lors de l'apprentissage. Quelles que soient les approches théoriques, toutes s'accordent à dire que l'apprentissage est un processus, c'est-à-dire un ensemble de phénomènes dynamiques dont on peut suivre l'évolution et les étapes ou états successifs. Le regard univoque porté sur la performance ne peut donc répondre aux questions sur la nature de l'apprentissage (Teulier, 2005).

La préparation technique concerne l'enseignement des actions nécessaires et indispensables lors de la compétition. Elle débute par l'apprentissage et recherche la maîtrise. Elle vise à assurer la formation des savoirs faire des habitudes techniques et des connaissances relatives aux actions compétitives, ceci exige un travail régulier en vue du perfectionnement de la maîtrise technique, ce qui suppose :

3. Un travail théorique de base,
4. Une mise au point de schémas techniques individuels qui correspondent aux possibilités du sujet,
5. La formation de qualités d'adresse et d'habitude susceptibles de garantir le succès dans les compétitions,

6. La modification et la restructuration de schémas de travail lorsque le niveau s'améliore,
7. La capacité de créer de nouvelles variantes pour surpasser le niveau atteint.

La pratique compétitive systématique est utilisée pour le perfectionnement des formes nouvelles de la technique après avoir assuré leur stabilité primaire. Le processus de perfectionnement technique passe par la pratique d'exercices très variés dont l'acquisition sollicite les qualités de perception, d'analyse et de réflexion des athlètes ainsi que leur capacité à combinés de mouvements simples et des actions motrices beaucoup plus complexe.

« Le sportif d'élite a tellement affiné sa technique que souvent, on ne peut obtenir d'amélioration de la performance que par une orientation strictement individuelle de son développement technique, et non en se basant sur des caractéristiques individuelles inconnues comme étant des déterminants de la technique par comparaison avec d'autres athlètes d'élites ». (Reider, 1979). Une information supplémentaire est assurée par les explications et les démonstrations qui facilitent la représentation du mouvement à exécuter, indique les erreurs possibles, et permettent d'apprécier la différence entre le mouvement prévu et celui qui a été réellement exécuté. Le champion détient la technique la plus efficace, il est celui qui utilise le mieux l'ensemble de ses moyens dans une situation donnée : " le Seul déjà semble fait révéler ce qui est à faire".

La consolidation de l'habitude motrice implique l'exécution d'une grande quantité d'actions dans des conditions variées qui assurera un perfectionnement technique multiforme adapté aux exigences de la compétition. Ce travail se réalise soit quand l'organisme est dans des états fonctionnels divers, y compris l'état de fatigue pour atteindre à l'assurance d'une exécution parfaite.

La pratique à montrer que la technique est souvent négligée au dépend de la condition physique ou le contraire. Il est important d'assurer l'union de la préparation technique et de la préparation physique pour la formation d'un rythme de réalisation des habitudes motrices qui sera efficace en compétition.

Le rythme est l'aspect technique le plus complexe d'une action intégrale ; En relation avec le développement de la coordination, de la précision gestuelle dans l'espace et dans le temps, la régulation de la contraction et du relâchement.

La souplesse des qualités motrices ne peut être utile que lorsqu'elle permet de préserver au maximum l'efficacité d'une action en cas de modification des conditions de compétitions sans toucher aux paramètres qui sont indispensables à la performance.

Le perfectionnement de la maîtrise technique fait intervenir les récepteurs musculaires, tendineux et articulaires qui renseignent sur la longueur et la tension du muscle. Ces informations permettent d'apprécier la direction et la rapidité des mouvements ainsi que l'emplacement des différents segments dans l'espace.

L'aptitude à percevoir et à réguler les mouvements et les actions (sensation musculaire, perception de la vitesse, sens du rythme ...), contribuent à l'amélioration de la coordination et de tout ce qui concourt à la fiabilité technique

Le kata exige un maximum de perfection technique, car ce dernier est le facteur déterminant la cotation de la performance, et la bonne capacité d'adaptation des qualités techniques aux exigences physiques. Le karatéka nécessite un large éventail de techniques opératives vu que les situations de compétition sont codifiées.

Selon (Fauchard, 2002), le kata veut dire forme, moule ou modèle ; c'est un combat imaginaire contre plusieurs adversaires imaginaires. Il est aussi la mémoire du Karaté-Do, en effet pendant de nombreuses années il fut, et, est encore actuellement, un moyen de transmission des techniques de combat entre les générations.

Le kata est un catalogue d'un nombre important d'enchaînements de techniques de défense et d'attaque. Il introduit la difficulté dans la pratique, de par sa variété technique, ses changements de positions, ses transferts du centre de gravité. Il contraint à la recherche personnelle : recherche quotidienne de la perfection pratique, d'une application réaliste et d'une recherche du rythme. Devant l'ampleur de la tâche dont vous venez peu à peu prendre conscience, il vous apprend l'humilité, la patience et vous permet d'acquérir la rigueur intellectuelle, la volonté et la persévérance nécessaire pour une progression efficace. Le kata donne accès à un autre degré de compréhension du Karaté Do : compréhension de détails techniques, d'une logique et d'une stratégie de combat, de la nécessité du perfectionnement technique et de la maîtrise de soi.

La maîtrise technique en kumité se manifeste grâce à l'amélioration de ses éléments : au développement des qualités physiques, à la stratégie, à la tactique du combat et à l'amélioration potentiel psychique, ainsi que l'amélioration des paramètres d'espace, du temps et de leurs exécutions à savoir la cadence, la vitesse, l'accélération, l'équilibre corporel. En raison du développement rapide de l'action et au développement de la force maximale des membres en kumité, il faut un savoir-faire technique élevé.

Lors de l'entraînement technique, il s'agit de « faire passer un niveau donné d'habileté à un niveau supérieur » (Reider, 1979 ; Martin, 1977).

2.3. Les exigences tactiques.

La préparation tactique revêt une place importante dans le karaté athlétique ; ses principes et ses fondements restent toujours confuses de la part de nombreux entraîneurs.

Selon Bogdanov, « l'élévation du niveau est en corrélation avec les exigences croissantes imposées aux sportifs en matière de préparation tactique ».

Racinowski, voit de sa part que : « La tactique enrichie la lutte sportive d'un certain apport intellectuel et conduit incomparablement mieux à la victoire que la simple lutte des éléments ».

La tactique vise à surmonter toutes sortes de difficultés éventuelles connues ou inconnues.

Le karaté renferme deux principales épreuves : le kata et le kumité dont la préparation tactique varie.

En kata, il y a lieu de réguler les paramètres cinématiques et dynamique des mouvements. Le recours à un changement partiel du programme libre, peut se révéler utile en cas de concurrence serrée avec un adversaire qui a précédé.

En kumité, il y a lieu de réguler les variations des actions avec choix de la décision à apporter à la solution des problèmes tactiques.

Ce qui caractérise le kumité sportif avec ses différentes formes, c'est l'apparition des catégories de poids et d'âge (Fourré, 2003).

Lors de cette épreuve, le duel est directe, la tactique paraît très fluctuante et complexe en raison des paramètres tactiques utilisées durant la compétition. Ceci implique de la part des athlètes, l'aptitude à réagir instantanément aux réactions de l'adversaire et de les anticiper.

Les combinaisons tactiques sont construites sur la base des réactions de l'adversaire provoquées par une feinte ou une attaque préparatoire pour qu'il n'y ait pas application de la combinaison mise en place, ceci nécessite une amélioration de l'habitude technique, stimulation de la pensée tactique et l'augmentation objective de la préparation technico-tactique.

Bogdanov ajoute : « Dans un combat sportif où les concurrents sont de force égale, la victoire revient à celui qui exécute mieux et avec plus de souplesse et de créativité le plan tactique préparé à l'avance, et qui évalue mieux la situation et sait choisir et appliquer plus rapidement la solution adéquate ».

Les capacités psychiques, cognitives et tactiques constituent un système de commande et de guidage qui exerce une influence décisive sur la qualité de la performance sportive (Weineck, 2003). Le facteur technico-tactique englobe :

- La capacité d'analyse en temps réel d'une situation,
- la capacité à mettre en place une stratégie ou une réponse,
- la capacité de gestion du combat (gestion du temps, du score,)
- la connaissance pointue du règlement,
- la connaissance de l'adversaire. (Verneret, 2011).

Tous ces éléments doivent être mis en place d'une façon optimale afin de pouvoir gérer la performance visée positivement. Dans les disciplines où le comportement tactique s'avère déterminant dans la réalisation de la performance (jeux et disciplines de combats). Il est indispensable de veiller à ce que l'entraînement tactique soit intégré dès le début (Weineck, 2003).

La tactique est un comportement rationnel qui est indissociable de la technique réglée sur la propre capacité de performance du sportif ; sur celle de l'adversaire, ainsi sur les conditions extérieures dans une rencontre sportive individuelle par équipe. (Weineck. J.1992.19)

Selon Antonio Oliva Seba (Entraîneur International de Karate, 8^{me} Dan, Expert International de la FMK (WKF) et un leader dans l'étude et l'enseignement des stratégies et de tactiques en combat), les habiletés technico-tactique suivantes sont développées et maîtrisées chez l'athlète de haut niveau (Observations des compétitions au plus haut niveau) :

- Un excellent Gyaku-Zuki,
- Une spécialisation développée,
- Un excellent système défensif,
- Une bonne gestion des distances,
- Une bonne gestion de l'environnement de compétition,
- Une exceptionnelle prise de décision.

2.3.1. Analyse posturale des karatékas en situation de combat

Lors d'une rencontre de deux combattants, l'exécution d'une technique spécifique doit essentiellement se réaliser par deux ajustement (Cardière et trille, 1998) :

- Un ajustement postural : Chaque karatéka doit adopter une attitude particulière lui secondant l'accomplissement de ses techniques favorites.

- Un ajustement positionnel : Il s'agit de trouver une excellente position (angle, distance, inclinaison) à partir de laquelle le karatéka peut entamer son attaque en fonction de l'opposition de son adversaire.

La réalisation d'une technique en total trois intervalles d'actions dans le temps (la pré-action, le déclenchement et la conduite). Néanmoins, ici le seul aspect uniquement gestuel ou moteur de l'exécution technique est pris en compte puisque l'accomplissement d'une technique spéciale est toujours préparé au préalable par les centres supérieurs.

L'opportunité ou l'occasion favorable à l'application d'une technique d'attaque. Comme pour tous les sports d'opposition, créer ou saisir l'opportunité semble bien être la clé de la réussite en combat. Cependant, l'étude des éléments qui participent à la création d'une situation favorable à l'action expose la difficulté de ce concept d'opportunité. Lorsque dans le couple les deux adversaires ont réussi à organiser leur système de garde respectif ils se neutralisent, la somme des forces d'action (la résultante) et de réaction devient nulle, on peut dire qu'il n'y a pas opportunité c'est donc agir dans le couple pour être en position favorable (Roux, 2002). L'efficacité dans l'utilisation de l'opportunité créée dépendra donc aussi de la précision et de la vitesse de l'attaque qui suivra la réaction. Placer le mouvement dans un timing du déséquilibre avec force et vitesse requiert aussi une grande maîtrise des bases techniques.

Dans ce cas de figure les postures et actions respectives semblent en phase presque synchrones. Le but de ces deux stratégies est la création d'une rupture de cet état d'équilibre du couple, un écart, une désynchronisation du rythme des mouvements ou de positions (Cadière et Trille, 1998).

2.4. Les exigences physiques.

La préparation physique crée la base pour l'obtention des performances, on ne peut obtenir de grandes et stables performances que si on atteint la forme sportive ; cette dernière ne peut être obtenue que si l'athlète a subit au préalable une bonne préparation physique. L'organisme devenant plus fort, assimile mieux les charges d'entraînement et s'adapte plus vite et est capable de conserver plus longtemps l'état d'entraînement.

La préparation physique apparaît comme un élément déterminant du processus d'entraînement permettant de réaliser lors des compétitions la performance souhaitée.

2.4.1. L'histoire de la préparation physique en Karate Do.

La notion de la préparation physique a toujours existé en karaté depuis sa création jusqu'à nos jours. Les méthodes de préparation physique des karatekas à Okinawa karaté comprenaient le développement de la souplesse pour gagner une grande amplitude articulaire, les exercices qui visent le renforcement musculaire, et les méthodes de renforcement et de durcissement du corps pour les os et les articulations par le biais du Makiwara pour consolider les zones de frappes (poings, phalanges, talons, coudes, etc...).

Jadis, les anciens maîtres construisaient leurs Dojos au sommet des montagnes, ce qui oblige les disciples de grimper la cote pour arriver au lieu d'entraînement, ceci leur permettait le développement de l'endurance aérobie. Il est évident donc que les Maîtres avaient totalement conscience de l'importance de l'altitude dans la préparation physique.

La résistance constitue la deuxième qualité à développer chez les pratiquants dans le but de forger un corps solide en empruntant les exercices de renforcement par les moyens de l'époque pour être prêt à supporter les coups adverses dans un combat réel.

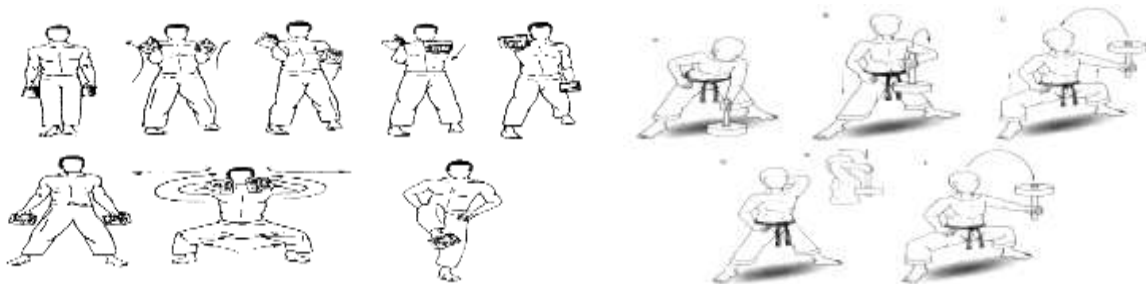


Figure 4 : Quelques exercices traditionnels de renforcement musculaire en karaté

« De nombreux pratiquants de Karaté et d'arts martiaux viennent au dojo en pensant faire quelque chose rien qu'en répétant les techniques. Mais ceci relève du mythe ! Le rêve du karateka qui répète 10.000 fois sa technique ou qui passe son temps à se concentrer doit être dépassé ! Pour parvenir à un niveau correct il faut s'en donner les moyens ». (Tijigaya, 2009). La **musculature** est utilisée depuis la nuit des temps dans le domaine des arts martiaux. Des **appareils traditionnels d'Okinawa** sont utilisés et sont très intéressants pour deux principales raisons :

- Ils font travailler de **grandes chaînes musculaires** au lieu d'isoler le muscle, ce qui est plus bénéfique pour les disciplines martiales,
- N'étant pas guidés et fixés, ils permettent de développer un meilleur **équilibre** et un **ancrage** plus puissant au sol.

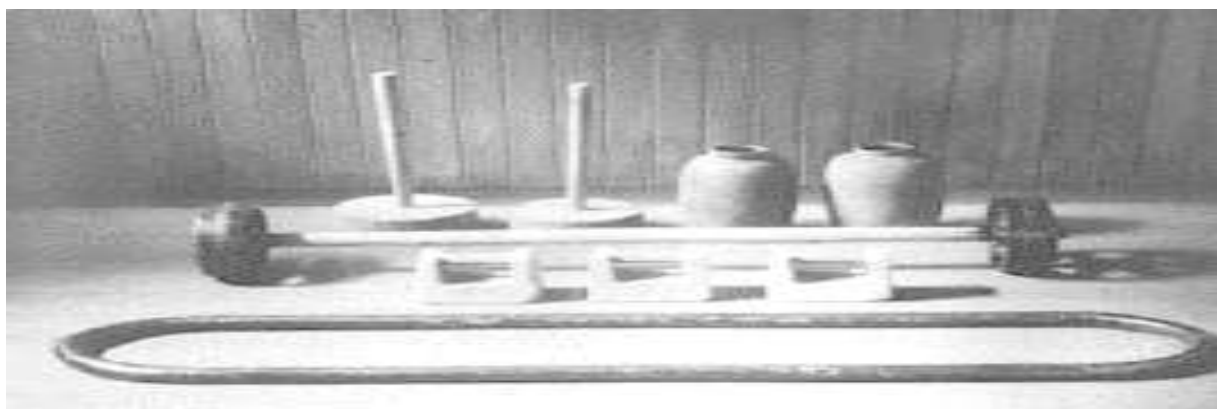


Figure 5 : Quelques appareils traditionnels : Chi'ishi (cadenas en pierre), Game (pots de préhension), Tan (barre d'haltère chinoise), Ishi Sashi (cadenas en pierre), Kongo Ken (poids en métal ovale),

« **Hojo undo** » signifie littéralement « formation complémentaire ». Ce sont des exercices qui doivent être pratiqués aussi souvent que possible afin d'obtenir des techniques efficaces et de préparer le corps (et l'esprit) aux situations de combat. C'est l'une des choses qui caractérise le karaté traditionnel du karaté sportif, de sorte que les techniques peuvent être appliquées avec une efficacité dévastatrice sans causer de dommages au karatéka tout en rendant l'agresseur incapable de poursuivre son attaque.



The various training equipment used at the Karate Kenkyukai Dojo (c.1942)



Miyagi Chojun overseeing hojo undo training at the Kenkyukai Dojo (c.1928)

Figure 6 : Kigu (équipement) utilisé dans l'ancien Karate Do Goju-Ryu d'Okinawa.

« **Hojo Undo** » se traduit par « exercices supplémentaires » : C'est l'étude et la pratique de l'ancien **Kigu** (équipement) utilisé dans le Karate Do Goju-Ryu d'Okinawa. La plupart de ces équipements à l'exception de l'Okinawa Makiwara et du Kongo Ken, ont été amenés à Okinawa par Maître **Kanryo Higaonna** à son retour de Foochow, en Chine.

Ces exercices renforcent et endurent le corps, développent le Qi Gong (pratique de l'énergie universelle interne et externe) et le Ko kyu-Ho (méthode de respiration inspirer/expirer).

Les anciens outils sont le Makiwara (poste de frappe), Chi'ishi (poids du levier en pierre), Nigiri Game (pots de préhension), Ishi Sashi (cadenas en pierre), Tan (barre d'haltère chinoise), Tetsuarei (haltères), Kongo Ken (poids en métal ovale), Sashi Ishi (pierre lourde), Tou (faisceau de bambou), Tetsuwa (anneaux de fer) et Makiagi Kigu (rouleau de poignet).

Le kakiya ou Kakatebiki (mannequin de bois) d'origine chinoise, est un instrument très utilisé au 19e siècle et très peu connu de nos jours. (Mario McKenna). Il se présente comme un poteau de bois avec un bras articulé lesté d'un côté, ce qui permet un travail de la saisie en musculation.

Seul le Toon-Ryü semble l'utiliser encore. il en est fait référence dans les livres de Kenwa Mabuni et de Genwa Nakasone .

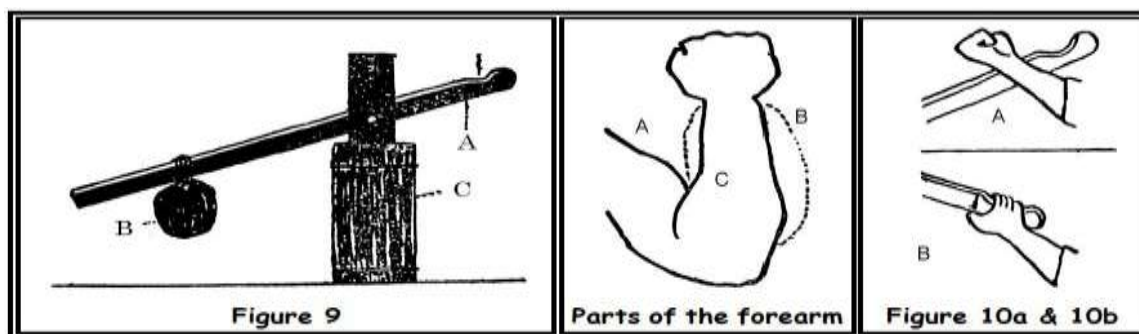


Figure 7 : Présentation du kakiya (mannequin de bois) et conseils d'utilisation, extrait du livre de Kenwa Mabuni

Le Goju-Ryü et l'Uechi-Ryü ont développé à fond ces exercices de musculation qui permettent de mieux résister à la violence d'un affrontement. Jadis, la première phase d'apprentissage des arts martiaux consistait à répéter des exercices qui visaient à développer assez de robustesse pour pouvoir endurer un rude entraînement.

2.4.2. L'intérêt de la préparation physique en Karate de compétition.

La préparation physique en Karate Do a évolué avec l'évolution de la discipline et les exigences de la pratique sur le plan physique et physiologique. Au Cours des années 1980, les combats en compétition deviennent plus long, plus disputés et avec un panel technique enrichi sollicitant fortement le cadre cardio-vasculaire, et délaissant ainsi la dureté et la force des

coups portés à mains nues dans les combats anciens ; l'arrivée des protections par la suite, a joué un rôle déterminant dans ce développement.

La préparation physique en karaté va s'inspirer de la boxe anglaise ou encore des méthodes d'entraînements de l'athlétisme. Le footing va être très sollicité et constitue avec le renforcement musculaire traditionnel, l'essentiel de la préparation physique en karaté et ce, jusqu'au début des années 1990.

N'ayant pas subi de préparation physique, il est impossible dans les conditions de compétition, de manifester d'une manière efficace et à long terme, les acquis technique et tactique.

Ainsi, la préparation physique constitue le fondement de tout le système de préparation. La pratique a montré que la sous-estimation de la diversité et de la variation des exercices dans la préparation amène au résultat sportif instable et freine parfois la croissance de la maîtrise technique.

L'entraîneur devrait mettre l'accent sur l'atteinte d'un haut niveau de préparation physique durant toutes les périodes et les étapes du processus d'entraînement.

La préparation physique doit devenir spécialisée au fur et à mesure de l'amélioration de la maîtrise technique, ainsi, l'éducation des qualités physiques doit correspondre aux exigences de la spécificité du karaté.

Par ailleurs, la préparation physique devient très importante si elle est liée au processus de perfectionnement des éléments techniques et tactiques.

Les exercices de préparation physique spéciale contribuent au développement de la coordination, de la vitesse, des qualités de force-vitesse, de l'habileté et du sens de l'orientation, et au perfectionnement de la technique et de la tactique.

Le travail intensif et prolongé, les sauts, les mouvements variés et de haute coordination, le changement rapide de direction et de technique, lié à une accélération brusque et à sa rupture, exigent un haut niveau de développement de la vitesse, de l'endurance, de la force, de l'habileté, de la mobilité des articulations et de l'élasticité des tendons.

Le développement des acquis spéciaux comme les sauts (kata), le démarrage rapide, le changement rapide de direction ... nécessitent un haut niveau de préparation physique spéciale qui a pour base la préparation physique générale.

Les différentes composantes des habiletés de la performance pour les compétiteurs de Haut Niveau en Karate regroupent les composantes de la condition physique telle que l'endurance cardio-vasculaire, la force musculaire, l'endurance musculaire, la flexibilité et la composition corporelle. (Chaabène et al., 2012).

De l'autre cote, les composantes reliées aux habiletés de l'athlète incluent la vitesse, l'agilité, la puissance, l'équilibre et le temps de réaction.

Barkley et al, 2006 : « la plupart des sports de combats requièrent un mélange de techniques, de force, de capacités aérobies, de puissance et de vitesse.

Ainsi, la préparation physique représente un processus complexe visant à augmenter les possibilités fonctionnelles de l'athlète. Pour sa réalisation, il faut tenir compte de trois facteurs :

1. Corrélacion des moyens d'entraînement.
2. Période ou étape d'entraînement.
3. Tâche de la préparation physique.

En général, la sélection des athlètes devrait être principalement basée sur les capacités et les habiletés qui ont une influence cruciale sur les performances sportives, où les facteurs génétiques pourraient être d'une importance considérable (Vaeyens, 2008).

Compte tenu des différences évidentes concernant les exigences techniques en kata et en kumite, il semble surprenant que les différences de caractéristiques anthropométriques et de capacités physiques aient été rarement étudiées. En dépit de l'importance générale des capacités physiques et des caractéristiques anthropométriques aux fins de la sélection sportive et de l'évaluation du processus d'entraînement (McDougall, 1991 ; Sterkowicz, 2009)), il y a un manque apparent de données concernant les différences entre les concurrents de kumite et de kata. Dans le cadre d'une étude menée par ces auteurs, les dimensions anthropométriques de base et les performances physiques de deux groupes de compétiteurs de karaté masculins d'élite ont été évalué. Bien que le manque de recherches antérieures ne permette pas de formuler une hypothèse spécifique, il a été attendu que des différences éventuelles reflètent les différences essentielles dans les techniques de compétition entre le kumite et le kata. Plus précisément, on pourrait s'attendre à ce qu'en raison de performances rapides apparemment nécessaires, les concurrents de kumite puissent révéler une vitesse de déplacement plus élevée et une plus grande puissance. À l'inverse, en raison de l'inconvénient d'une grande taille de corps lors du maintien de postures difficiles et exigeantes en force (Lohman, 1998 ; Jaric et al, 2005) telles que celles requises dans un certain nombre de techniques de kata, on pourrait s'attendre à une taille corporelle plus petite et à une plus grande flexibilité du membre inférieur chez les compétiteurs de kata. Les résultats attendus pourraient être importants non seulement pour la sélection précoce et la formation en karaté, mais aussi pour la conception de batteries de tests spécifiques à une discipline pour l'évaluation des compétiteurs de kumite et de kata.

Ravier, 2006 a étudié la relation entre diverses performances de mouvement de test et les marqueurs sanguins du métabolisme anaérobie dans deux catégories différentes de concurrents de kumite afin de proposer une batterie de test valide spécifique au kumite. Ils ont constaté que la puissance, la vitesse, ainsi que l'accumulation d'ammoniac et de lactate, pouvaient être suffisamment sensibles pour détecter la différence de niveau de performance.

Blazevic (2006) a tenté d'identifier les «structures motrices» qui sont pertinentes pour le succès de la compétition en kumite et a constaté que la vitesse et la puissance étaient les capacités les plus importantes.

Il a été révélé que la performance de saut vertical, la puissance maximale et la vitesse maximale différaient entre les karatekas de niveau national et international. Les principaux critères de marquer les points dans un combat, est l'application vigoureuse des coups de pied et de poing effectués aussi rapide et puissant que possible (WKF, 2009).

Les katas sont des combats imaginaires contre plusieurs adversaires, ce qui explique leur évolution compliquée dans l'espace et la diversité et la complexité des techniques utilisées. L'étude des kata suppose l'apprentissage d'une stratégie (Kenji-Tokitsu). C'est un ensemble de mouvements soigneusement codifiés, préalablement établis suivant un plan déterminé et qui s'exécutent toujours de la même façon. Le style Shotokan : (le style dominant en Algérie) renferme 26 katas dont le temps d'exécution varie de 20'' à 120'' ; on y retrouve des mouvements statiques, lents, balistiques, balistiques répétitifs, explosifs, de démarrage rapide, et de changements rapides de directions. La quantification de type de mouvements va nous orienter vers la source énergétique dominante et par conséquent les qualités physiques requises. On ne peut parfaire l'exécution d'un kata donné que si on a développé au préalable les sensations spécifiques (ces sensations doivent être développées à l'âge enfantin). De là, il s'avère nécessaire pour déterminer la prédominance des filières énergétiques, de distinguer deux groupes de kata (selon le temps d'exécution) :

a. Groupes de kata dont le temps varie de 20'' à 50'' :

Ce qui caractérise ces katas c'est le nombre élevé de mouvements de démarrage rapide, de changement brusque de direction, de mouvements explosifs, de vitesse de réalisation du mouvement isolé, ou de série de mouvement d'une intensité élevée et un temps d'exécution court.

b. Le deuxième groupe dont le temps d'exécution varie de +50'' à 120'' :

Ici, on remarque la prédominance de la phase active des mouvements, alliée à d'autres mouvements lents, de concentration et statique. La part de l'aérobic concerne la reconstitution du stock d'énergie ATP-CP puisée lors des différentes actions du kata et de l'oxydation du lactate produit durant le travail.

Le kumité veut dire rencontre des mains d'où **Kumi** = rencontre et **Te** = main bien qu'on utilise aussi bien les pieds que les mains. Dans le langage courant, kumité veut dire combat. Ce qui caractérise le kumité sportif du kumité traditionnel c'est l'apparition de catégorie d'âge et de poids et la durée qui limitée entre 2' et 3' et est en général 3'. En kumité, on ne retrouve pas de mouvements lents comme c'est le cas pour le kata, mais plutôt des mouvements de vitesse, de vélocité, de démarrage rapide, et dans certains cas de saut et enfin un déplacement continu.

Ce qui caractérise l'épreuve du kumité traditionnel, c'est qu'il n'est pas limité par une durée, à l'absence de catégories de poids et la grande vitesse de réaction et d'exécution. On distingue :

- **Open Shobbu Ippon** : marquage avec un point, le premier qui marque est le vainqueur (axe sur la vitesse de réaction et la vitesse d'exécution) ;
- **Open Shobbu Sambon** : marquage avec 3 points (une chance supplémentaire, mais toujours la vitesse qui prédomine l'activité).

On remarque que ces kumité axent sur la vitesse, le plus rapide sera sans doute la vainqueur. Ceux qui les ont conçus ont gradés les traces de l'esprit Budo : (tuer ou être tuer) et ceci même dans leur préparation des adeptes empruntant des tactiques qui sollicitent la vitesse et qui reste toujours opérationnel dans la préparation des athlètes savoir :

1. **Sen** : Prise d'une initiative, (être très rapide) : Vitesse de perception,
2. **Sen No Sen** : devancer une initiative,(être plus rapide que l'adversaire) : Vitesse d'anticipation,
3. **Tai No Sen** : le contre d'une initiative ou Diai, (Si on ne peut pas être plus rapide que l'adversaire, alors il faut être a vitesse égale) : Vitesse de réaction,
4. **Go No Sen** : remise après une initiative : (Si on ne peut pas surprendre l'adversaire, alors il faut bloquer et riposter aussitôt que possible) : Vitesse de prise de décision.

La prédominance des filières énergétiques en kumité de compétition dépend de l'athlète et de la nature des techniques adoptées. Ainsi, les actions décisives dépendent essentiellement de la force musculaire explosive dans les deux membres supérieurs et inférieurs.

Les caractéristiques des actions motrices en Kumité nécessitent une évaluation de la Force qui peut être en mesure de classer les athlètes à des niveaux concurrentiels distincts.

Zehr et al, 1997, a observé des valeurs plus élevées de la Contraction Isométrique Maximale et de la Vitesse de l'extension du coude déchargé par rapport aux karatékas novices (soit 10%). Ainsi, il est possible que la performance en Kumite soit plus dépendante de la Puissance Vitesse (puissance musculaire à faible charge).

En comparant des vainqueurs et des perdants lors de compétition internationales, Roschel (2009) a pu établir une relation démontrant que le karaté dépend davantage de la puissance musculaire à faible charge (30% 1RM vs 60% 1RM) plutôt qu'avec des charges élevées lors des résultats avec le développé couché et des exercices de flexion des jambes en position debout (squat). Il ajoute avoir obtenu des résultats avec une forte corrélation indiquant que la force maximale dynamique (1RM) n'était pas un facteur critique pour la performance en karaté. Plutôt, il a observé que les karatékas ayant participé au projet d'étude (membres de l'équipe nationale brésilienne) et ayant remporté leurs matchs disposaient d'une plus grande puissance musculaire des membres supérieurs et inférieurs par rapport aux perdants.

La puissance musculaire explosive joue un rôle majeur pour accomplir des performances de karaté de haut niveau (Ravier et al, 2003 ; Blazevic et al, 2006 ; Katic et al, 2010). Considérant l'importance de cette qualité musculaire, plusieurs auteurs s'y sont intéressés à cette composante. De leur côté, Ravier et al. (2004) & Roschel et al, (2009) considèrent que la vitesse maximum et la force explosive représentent les principaux déterminants des capacités mécaniques musculaires pour la performance en karaté.

Au moment présent, les études comparant les performances des athlètes en kata et en kumite, sont équivoques quant à la puissance nécessaire pour chacun d'eux. D'autres recherches sont nécessaires pour mieux évaluer les athlètes dans chacune de ces épreuves.

Par les résultats disponibles à ce jour dans la littérature scientifique, il est possible de conclure que les actions décisives durant les épreuves de kumite, autant les coups de poings que les coups de pieds, sont principalement dépendantes de la puissance explosive musculaire. Aussi, les performances des combats de karaté sont influencées exclusivement par la production de puissance-vitesse de niveau supérieur des bras autant que des jambes (Chaabène et al, 2012).

Il a été largement établi que la puissance musculaire est la clé de l'atteinte de la plus haute performance en karaté. (Ravier et al, 2003 ; Blazevic et al, 2006 ; Katic et al, 2010). Le résultat final d'un combat de karaté est, essentiellement, tributaire de la vitesse et de la puissance des actions des karatékas (WKF, 2013). Il a été prouvé que les karatékas du niveau international présentent une plus grande puissance musculaire, explorée via le test de détente

verticale, par rapport à ceux de niveau national (Ravier et al, 2004) (tableau). De plus, les mêmes chercheurs ont prouvé que les karatékas de niveau international sont dotés d'une puissance et d'une vitesse maximale plus élevées sur bicyclette ergométrique en les comparant à leurs homologues de niveau national. Ainsi, on peut dire que le niveau de performance en karaté dépend majoritairement de la vitesse gestuelle plutôt que de la force musculaire (Ravier et al, 2004). De ce fait, la vitesse maximale, ainsi que, la force explosive représentent les principaux déterminants impliqués dans l'atteinte de la plus haute performance en karaté (Ravier et al, 2004 ; Roschel et al, 2009).

Dans cette même optique, il a été démontré que la performance des karatékas dépend de la puissance-vitesse plutôt que de la puissance-force (Roschel et al, 2009). Toutefois, une comparaison entre les karatékas perdants et gagnants a révélé qu'il n'y a pas de différence entre eux en termes de puissance musculaire à charge élevée (60% de la charge maximale soulevé [1RM]). En revanche, à une charge faible qui correspond à 30% 1RM, les résultats enregistrés étaient différents entre les deux groupes, au niveau de la puissance musculaire explorée via le squat et le développé couché en faveur des gagnants. A l'encontre des résultats précités, les gagnants et les perdants n'ont pas présenté de différence au niveau du test de détente verticale (Roschel et al, 2009). Dans une comparaison entre les spécialistes kata et kumité, Doria et al, (2009) ont montré que les valeurs de la force explosive des membres inférieurs "Squat Jump" (SJ) et "Counter Movement Jump" (CMJ) ne diffèrent pas entre les femmes et entre les hommes. Les travaux de recherches de Korapanovski et al, (2011) avec l'élite Serbe corroborent les résultats de Doria et al. (2009). Cependant, ils ont montré qu'il n'y a pas de différence significative au niveau des valeurs de performances en CMJ entre les hommes spécialistes kata et kumité (tableau 2). En revanche, les karatékas spécialistes kumité ont présenté plus de capacité d'accélération par rapport à ceux spécialistes kata (Korapanovski et al, 2011).

Les mêmes chercheurs ont conclu que la différence observée semble être due à la divergence des demandes qu'exige chaque spécialité. Les travaux de recherches de Zehr et al, (1997) ont montré que la vitesse pic d'extension du coude sans charge ou avec 10% de la charge maximale isométrique, a été plus élevée chez des karatékas experts par rapport à celle des novices. Dans une comparaison en vue de la puissance musculaire des membres inférieurs, entre des karatékas adoptant le style offensif et défensif durant le combat, Ravier et al, (2004) ont montré que les karatékas défensifs ont présenté plus de puissance musculaire en CMJ (+15%) et en SJ (+18%).

Tableau 13: Performance des karatékas dans les épreuves de détente verticale

<i>Caractéristiques de l'échantillon</i>	<i>Performance (cm) ($\bar{x} \pm \sigma$)</i>	<i>Références bibliographiques</i>
Homme Français Junior de niveau international (n=10)	CMJ=44,9 ± 5,9 SJ=42,3 ± 4,8 CMJ=40 ± 3,8	Ravier et al. (2004)
Junior de niveau national (n=12)	SJ=37 ± 3,6	
Homme Brésilien élite (n=14) Gagnants Perdants	CMJ=48,8 ± 3,4 CMJ=50,8 ± 2,6	Roschel et al. (2009)
Homme Italien élite spécialité <i>kumité</i> (n=3)	SJ=40,1 ± 3,2 CMJ=42,8 ± 4,2	Doria et al. (2009)
Elite homme spécialité <i>kata</i> (n=3)	SJ=38,9 ± 1,1 CMJ=42,7 ± 4,4	
Elite femme spécialité <i>kumité</i> (n=3)	SJ=37 ± 1,1 CMJ=39,2 ± 2,4	
Elite femme spécialité <i>kata</i> (n=3)	SJ=36,9 ± 1,5 CMJ=38,3 ± 1	
Elite homme Serbe <i>Kumité</i> (n=19) <i>Kata</i> (n=12)	CMJ=46,1 ± 4,4 CMJ=48,6 ± 8,1	Koropanovski et al. (2011)

(x) Moyenne ; (σ) Ecart type ; (SJ) Squat Jump ; (CMJ) Conter Mouvement Jump

Pozo et al, (2011) ont étudié le temps d'exécution, les paramètres cinétiques et cinématiques de la technique de jambe "Mawashi". Ils ont prouvé que les karatékas de niveau international sont plus rapides que ceux de niveau national dans toutes les phases d'exécution de la "Mawashi". Concernant la force d'impact, ils n'ont pas enregistré de différence entre les deux groupes. Ce dernier résultat semble être dû, selon les mêmes auteurs, du fait que le règlement de karaté style Shotokan exige le contrôle absolu de la force des techniques appliquées dans le but d'éviter tout risque d'accident durant la rencontre (WKF, 2013).

Dans ce contexte, le respect de ces règlements paraît être à l'origine de la similarité au niveau de la force d'impact entre les deux groupes de karatékas (Pozo et al, 2011 ; Sabriccoli et al, 2010). Sur la base de tous les résultats présentés ci-dessus, il est clair que les actions décisives durant un combat de karaté (c.à.d. coup de poing ou coup de pied) dépendent principalement de la force musculaire explosive. Il est évident, par ailleurs, de dire que le résultat final d'un combat de karaté est essentiellement influencé par la puissance et la vitesse des membres inférieurs et supérieurs.

Le temps de réaction ou, la vitesse avec laquelle une personne réagit en réponse à un stimulus est un élément important en karaté puisqu'il s'agit d'un sport basé sur la mise en action de techniques explosives (Chaabène et al, 2012).

Cependant, peu de recherches ont abordé ce sujet et les différentes études répertoriées n'ont démontré que des résultats non concluants. Des recherches plus précises doivent être effectuées sur le temps de réaction entre des athlètes ayant obtenus du succès en comparaison avec des athlètes ayant moins de succès.

2.4.3. Résultats de recherches spécifiques aux performances Physiques en Karate de Compétition.

Les protocoles de recherches les plus spécifiques aux performances physiques en karaté devraient être abordés. Certaines informations préliminaires nous permettent de disposer d'informations générales quant aux qualités physiques et physiologiques des athlètes de haut niveau.

La mise en place d'évaluations scientifiques auprès des athlètes servira à spécifier les exigences de chacune des composantes. Ceci aura un impact important sur les protocoles d'entraînement afin d'optimiser la préparation physique et mieux répondre aux exigences de chaque épreuve et en fonction de leur niveau de compétition.

Le temps de réaction :

Le temps de réaction ou la vitesse avec laquelle une personne réagisse en déplacement suite à un stimulus, est un élément clé dans la plupart des disciplines sportives, plus particulièrement en karaté. Ce dernier est l'exemple de sport où la compétition présente des contraintes spatiales et temporelles importantes, ce qui nécessite des temps de réactions rapides (Mori et al, 2002).

Toutefois, les études traitant le temps de réaction en sport de combat sont limitées.

Cependant, les données disponibles concernant le temps de réaction simple ainsi que le temps de réaction de choix dans divers type de sport de combat sont contradictoires. Les travaux de recherches de Layton (1993) ont montré qu'il n'y avait pas de différence en temps de réaction simple entre des karatékas experts de différent niveau de compétitivité.

A l'encontre de ces résultats, Fontani et al, (2006) ont prouvé que les karatékas gradés 3^{ème} et 4^{ème} Dan réagissent plus rapidement par rapport aux gradés 1^{er} et 2^{ème} Dan. De plus, alors que Layton (1993) a montré que les karatékas gradés 1^{er} Dan réagissent plus vite en temps de réaction simple par comparaison aux novices, Williams et Elliot (1999) et Mori et al,(2002) ont montré qu'il n'y avait pas de différence au niveau du temps de réaction simple entre des karatékas de haut niveau par rapport aux novices.

Récemment, les travaux de recherche de Neto et al, (2009) chez des athlètes pratiquant le kung-fu corroborent les résultats auprès des karatékas. Ils ont prouvé qu'il n'y avait pas de différence en temps de réaction simple entre les athlètes de haut niveau par rapport à ceux de niveau moyen. Lee et al, (1999) ont montré que le temps de réaction est significativement plus bref chez les karatékas par rapport à des sujets sédentaires. En ce qui concerne le temps de réaction de choix, qui peut être considéré le plus influant sur la performance des karatékas, Mori et al, (2002) ont établi que les élites réagissent plus rapidement par rapport aux novices.

La Vitesse :

Il faut une grande rapidité de déplacement du corps et des membres supérieurs et inférieurs pour marquer un point en combat ou exécuter une série de mouvements en kata. Selon certains auteurs, « la vitesse d'un mouvement est en corrélation étroite avec la force maximale » (Weineck, 1983).

L'Endurance de vitesse :

Lors d'un combat, chaque attaque doit être rapide. Les attaques sont intercalées de déplacements, de feintes et de pauses de courte durée. Le travail de l'endurance de vitesse en karaté ne se travaille pas à vitesse sous-maximale en continu, mais plutôt à effort maximal en travail fractionné.

La Force maximale :

Elle est sollicitée pour fournir une base au travail de puissance.

L'Hypertrophie musculaire : Il faut l'approcher avec précaution vu le danger de prise de masse (sport a catégorie de poids).

La Force-vitesse a faible résistance : Elle est surtout nécessaire pour le travail des bras, qui doivent être très rapides.

La Force-vitesse a moyenne résistance-Puissance : Elle est critique dans les déplacements.

La force maximale dynamique : La méthode traditionnelle d'évaluation de la force maximale est la détermination de la charge maximale que peut soulever un individu (c.à.d. 1-RM) (Fry et Newton, 2002). Toutefois, les recherches scientifiques dans ce sens chez les karatékas sont relativement limitées (tableau 6).

La force maximale absolue en développé couché et en demi-squat diffère significativement entre les karatékas de haut niveau par rapport aux novices (Imamura et al, 1998). A la lumière

de ces résultats, Imamura et al. (1998) on conclu que le développé couché, ainsi que, le demi squat peuvent refléter le niveau de compétitivité du karatéka.

Toutefois, l'étude de Roschel et al, (2009) comparant des karatékas gagnants et perdants, a montré que les deux groupes ont eu des performances similaires concernant le 1-RM en développé couché et en squat. Dans cette même perspective, Toskovic et al, (2004) ont enregistré des résultats similaires avec des pratiquants experts et novices de taekwondo. Par ailleurs, ces résultats suggèrent que la force maximale dynamique ne constitue pas un facteur décisif au cours d'un combat de karaté et par la suite autres facteurs tel que la vitesse de contraction musculaire, semble être plus déterminant (Roschel et al. 2009). Malheureusement, nous n'avons pas trouvé d'étude traitant les athlètes de sexe féminin, comparant la spécialité kata et kumité et la différence entre les catégories de poids.

Tableau 14: Performance des karatékas dans le test de charge maximale en 1-RM

Référence de l'étude	Caractéristiques des participants	Exercice	1-RM (kg) ($\bar{x} \pm \sigma$)
Roschel et al. (2009)	Equipe nationale Brésilienne Homme (n=14)	développé couché (Gagnants)	76,3 ± 16,8
		Squat (Gagnants)	113,3 ± 15,1
		développé couché(Perdants)	70,3 ± 11,5
		Squat (Perdants)	128,6 ± 20,5
Imamura et al. (1998)	Homme Japonais de haut niveau (n=7)	Développé couché	87,1 ± 12,5
		Squat	137,5 ± 12,5
	Homme débutant (n=9)	développé couché	74,4 ± 7,3
		Squat	120 ± 13,2

Cependant, il a été démontré que les karatékas experts possèdent une plus importante force au niveau des muscles fléchisseurs des membres inférieurs que les karatékas amateurs (Sabriccoli et al, 2010). Dans ce même contexte, les karatékas de haut niveau possèdent une vitesse de conduction nerveuse plus élevée au niveau du muscle biceps fémoral et c'est sur toutes les vitesses angulaires. Dans l'autre sens, il n'y a pas de différence significative entre les deux groupes concernant la force musculaire des extenseurs sur appareil isocinétique.

Le même résultat a été observé au niveau de la vitesse de conduction nerveuse du muscle vaste externe (Sabriccoli et al, 2010). Les mêmes auteurs ont montré une activation faible des muscles antagonistes (c.à.d. biceps fémoral et vaste externe) et c'est sur toutes les vitesses angulaires chez les karatékas élités durant un exercice de type isocinétique. Dans une autre étude comparant la force des extenseurs et des fléchisseurs du genou sur un appareil isocinétique entre des karatékas et un groupe de sédentaire, Probst et al, (2007) ont montré

que les karatékas ont été dotés d'une plus importante force musculaire isocinétique à 60°/s et 180°/s des ischio-jambiers par comparaison au groupe de contrôle.

La souplesse :

La souplesse est, sans doute, l'une des caractéristiques physiques de base dans divers disciplines sportives y compris le karaté (Fleissman, 1964 ; Pate et Shephard, 1989).

Une bonne flexibilité et une amplitude articulaire au niveau des hanches sont importantes pour les coups de pied au visage, les positions dans les katas ainsi que pour diminuer les risques de blessures. Elle demeure importante voire indispensable pour l'exécution des coups de pied Jodan et une gamme adéquate d'actions à des vitesses élevées. Dans le cas où un accroissement important de la masse musculaire surviendrait (hypertrophie), il pourrait en découler une limitation gestuelle pour la discipline sportive.

Actuellement, les études traitant cette caractéristique physique chez les karatékas sont limitées. La souplesse se distingue par l'amplitude du mouvement dans une articulation bien déterminée ou dans un ensemble d'articulation. Mise à part qu'elle assure l'aisance et la beauté de l'action, elle participe à la prévention des blessures (McHugh et Nesse, 2008 ; Smith, 1994).

L'augmentation de la souplesse et par conséquent de l'amplitude articulaire est extrêmement importante en pratique de sport de combat, particulièrement chez les karatékas de très haut niveau. La souplesse est importante pour les karatékas afin d'exécuter les gestes techniques (surtout les techniques de coups de pied) avec un maximum d'amplitude ainsi que de vitesse.

Les recherches de Probst et al, (2007) montrent que les karatékas avaient une plus grande flexibilité au niveau de l'articulation de la hanche gauche et de la hanche droite et ils disposent d'une flexibilité significativement plus grande au niveau de la flexion du genou comparativement au groupe contrôle. Shirely (1992) a suggéré que la plus importante amplitude articulaire au niveau de l'articulation de la hanche chez les karatékas semble être due à la pratique fréquente des techniques sollicitant les membres inférieurs.

Etant considéré comme des résultats étonnants, Probst et al, (2007) n'ont pas établi de différence entre le groupe pratiquant le karaté et le groupe de contrôle dans tous les autres tests de mesure de la souplesse, particulièrement celui des ischio-jambiers. D'autre part, Violan et al, (1997) ont étudié l'effet de six mois d'entraînement à base d'exercices spécifiques de karaté sur la souplesse des enfants âgés entre 8 à 13 ans (non pratiquant des sports de combat) par rapport à un groupe pratiquant le sport de loisir. Ces auteurs ont

démontré que les enfants qui suivent un entraînement de karaté ont significativement augmenté leur souplesse statique, particulièrement celle du muscle quadriceps (Ely test) (Anderson et Burk, 1991) par comparaison au groupe de contrôle. Koropanovski et al. (2011) n'ont pas trouvé de différence au niveau du test grand écart facial entre des karatékas spécialistes kata et kumité. Des travaux de recherches comparant le niveau de souplesse selon le résultat final du combat (c.à.d. gagnants vs perdants) chez des karatékas de deux sexes devraient être menés.

De son côté, Koropanovski et al. (2011) n'a observé aucune différence significative quant à la flexibilité entre les athlètes de kata et de kumite de même qu'entre les karatékas ayant obtenus du succès par rapport à ceux ayant moins de succès.

De plus, une distinction doit être effectuée entre la flexibilité statique et la flexibilité dynamique. Selon les caractéristiques du karaté, il semble qu'il soit beaucoup plus important de disposer d'une bonne flexibilité dynamique plutôt qu'une flexibilité statique bien qu'il soit plus facile d'évaluer la flexibilité statique (Chaabène, 2012).

Ainsi, des études futures devraient cerner l'amplitude articulaire susceptible d'assurer le succès en karaté.

Acte moteur et Coordination :

On définit l'acte moteur comme une partie de l'activité motrice qui se déroule sur la base d'une anticipation et d'un choix conscient, à travers un processus de contrôle et de régulation analytico-synthétique. Il a pour finalité un objectif concret, et se présente dans son ensemble, comme une succession de mesures visant à réaliser cet objectif de la façon la plus efficace. Ceci revient à la sélection et à la préparation d'un programme comprenant le déroulement d'un mouvement, même en l'absence d'information de retour. Il est sélectionné par les mécanismes de décision, et organise, de manière hiérarchisée et séquentielle, la transformation en actes d'une série de commandement plus courts et fixes. Ce programme qui doit être réalisé de la façon la plus fidèle par rapport au modèle proposé, conduit à une réalisation qui vise à adapter le plan aux conditions présentes. On distingue la « valeur désirée » qui est ce que l'on souhaite réaliser de la « valeur réelle » qui est ce que l'on réussit concrètement à faire. Ces deux valeurs tendent à coïncider lorsque les systèmes d'information et de « feedback » signalent les variations qui se produisent, et indiquent si le programme préparé est suffisamment clair. Le sujet qui ne possède pas une image assez nette de l'acte

moteur qu'il accomplit, manque de précision dans son exécution, qui varie d'une répétition à l'autre par défaut d'automatisation (Manno, 1992).

Les capacités de coordination permettent de faire correspondre, autant que possible, la valeur réelle et la valeur désirée. C'est le cas lorsque l'ensemble des processus d'organisation et de contrôle du mouvement possède l'efficacité nécessaire. Une trop faible concordance entre le programme prévu et sa réalisation pour être due également à des carences de caractère conditionnel telles une insuffisance de force dans la phase initiale d'une technique, ou un manque de résistance qui empêche de s'opposer à la fatigue dans la phase terminale d'une prestation ou d'une compétition. Une bonne coordination – condition nécessaire à l'exécution la plus fidèle possible du modèle moteur décidé – dépend de la précision des informations en provenance des analyseurs qui peuvent être de type visuel, vestibulaire, auditif, kinesthésique ou tactile (Weineck, 1997).

L'analyseur visuel est basé sur les yeux qui informent sur les mouvements du sujet et sur ceux d'autrui (vision centrale et vision périphérique). Il représente en quelque sorte la commande visuelle de l'exécution du mouvement.

L'analyseur vestibulaire se situe dans le vestibule de l'oreille interne et fournit des informations sur la position et le déplacement de la tête, c'est l'organe principal de l'équilibre. L'analyseur auditif permet de percevoir les sons, qui peuvent être produits par un adversaire, par le rebond d'un ballon ou d'une balle. Cet analyseur joue en général un rôle de second plan, car les signaux auditifs reçus durant le déroulement du mouvement sont relativement limités.

L'analyseur kinesthésique fournit l'information sur le degré de tension des muscles. Il est à la base des sensations motrices de tous les segments corporels et la spécificité des informations qu'il fournit est élevée. Il a été rapporté que beaucoup d'athlètes n'ont une sensibilité développée que dans les segments corporels sollicités par le sport qu'ils pratiquent. De même, il a été montré que la différenciation kinesthésique varie avec la forme sportive : une technique d'exécution meilleure implique une différenciation kinesthésique plus fine.

L'analyseur tactile avec ses récepteurs situés dans la peau, fournit des informations sur la forme et la surface des objets que l'on touche. Cet analyseur qui informe sur les pressions subies par les différentes parties du corps est relayé par l'analyseur kinesthésique pour les informations relatives au mouvement.

En ce qui concerne la capacité à percevoir le temps, les sources de perception sont de nature si variée qu'il est impossible d'identifier un analyseur sensoriel du temps comme il en existe pour les perceptions acoustiques, visuelles et motrices. Il a été néanmoins montré qu'il existe un lien étroit entre technique et perception du temps, que cette dernière aurait une grande

valeur sélective chez les athlètes et que les athlètes mono-spécialistes auraient une sensibilité au temps inférieure à celle des athlètes spécialisés dans les épreuves multiples.

La coordination est importante afin de pouvoir exécuter les combinaisons complexes lors des katas. De la même façon, elle sera aussi très utile pour exécuter les manœuvres de combat en tenant compte des mouvements de l'adversaire. En fait la coordination est un pré-requis essentiel pour atteindre des performances de haut niveau.

L'Équilibre :

Très importante pour maintenir des positions sur un seul pied, pour avancer à pleine vitesse, arrêter brusquement et changer de directions lors des katas. L'équilibre permet aussi une grande stabilité lors de coups de pieds et lorsque l'adversaire nous tient.

Selon Hotz, A., « l'équilibre est, avec le rythme, l'orientation, la réaction et la différenciation, une des cinq qualités fondamentales de la coordination ». Il est le résultat d'un travail de musculation bien construit, c'est-à-dire d'un travail qui développe efficacement les forces agonistes et antagonistes mises en jeu. Ceci, dans le but d'éviter des « dysbalances » qui peuvent avoir des répercussions négatives aussi bien sur l'appareil locomoteur passif que sur les aptitudes motrices ultérieures. » (Jean-Pierre Egger).

Cette philosophie, couplée à des constatations physiologiques a permis de développer 4 principes complémentaires :

1. Développer les muscles agonistes et antagonistes
2. Pas de renforcement musculaire sans étirement
3. Un muscle pré fatigué s'étire mieux qu'un muscle qui n'a pas travaillé
4. L'étirement de l'antagoniste favorise le renforcement de l'agoniste.

L'étirement est un facteur d'équilibre.

2.4.4. Les qualités physiques du karateka de Haut Niveau

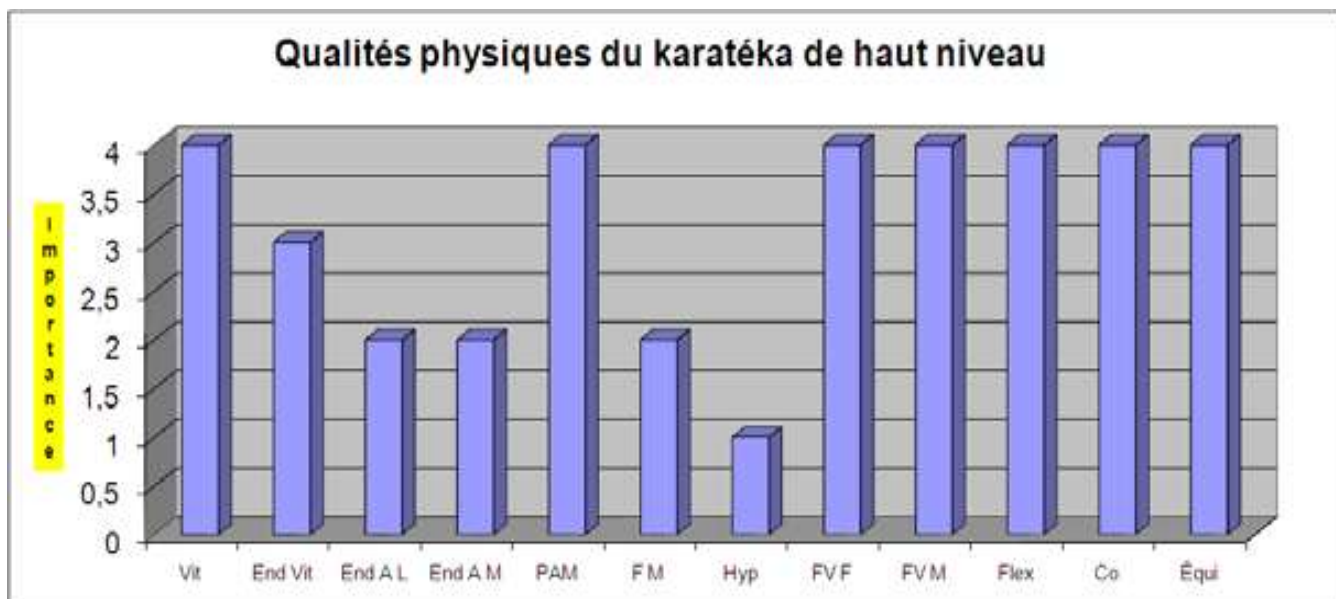


Figure 8: Qualités physiques et physiologiques du karaté de haut niveau

Légende :

- (Vit) 4 : Vitesse,
- (End Vit) 3 : Endurance de vitesse,
- (End A L) 2 : Endurance aérobie longue,
- (End A M) 2 : Endurance aérobie moyenne,
- (PAM) 4 : Puissance aérobie maximale,
- (F M) 2 : Force maximale,
- (Hyp) 1 : Hypertrophie,
- (FV F) 4 : Force-vitesse faible résistance,
- (FV M) 4 : Force-vitesse moyenne résistance,
- (Flex) : Flexibilité,
- (Co) 4 : Coordination,
- (Equi) 4 : Équilibre.

Une transition doit être effectuée entre la pratique traditionnelle et la pratique sportive du Karate à des fins compétitives. Non pas l'un au détriment de l'autre mais pour répondre à des exigences particulières de chacune de ses réalités existantes. Il s'agit donc d'édifier les bases conceptuelles et opérationnelles de cette composante dans l'entraînement sportif.

Ainsi, divers tests ont été utilisés pour mesurer des composantes comme l'agilité, la puissance musculaire, l'endurance musculaire, le VO₂max de même que la vitesse des bras et des

jambes. D'autres tests pourraient aussi être ajoutés pour évaluer la capacité anaérobie, la flexibilité et la composition corporelle.

Des démarches sont aussi en cours pour identifier des tests d'évaluation spécifiques au karaté pour déterminer les capacités et les exigences physiques des athlètes afin de comparer l'efficacité de tests spécifiques et établir une corrélation entre les résultats des athlètes aux tests et de la prédictibilité de la performance des compétiteurs, on cite :

- Saut en hauteur,
- Test d'échelle plyométriques,
- Test d'agilité en T,
- Enchaînement de 5 bonds consécutifs,
- Vitesse des poings,
- Vitesse des coups de pieds,
- Test navette Léger-Boucher,
- Planche (gainage),
- Test de puissance de haut de corps.

Les données recueillies permettront la mise en place de programme d'entraînement pour favoriser l'atteinte de normes de la condition spécifique au karatéka. Ceci servira de guide pour l'établissement de normes autant pour les athlètes participant aux compétitions nationales qu'internationales que pour les athlètes en devenir souhaitant atteindre ces niveaux de performance supérieurs.

2.5. Les exigences morphologiques.

Les indices morphologiques sont très importants dans l'orientation sportive et la sélection des athlètes, et permettent de constituer un système efficace de la gestion du processus d'entraînement. Les facteurs anthropométriques et notamment certains rapports entre les parties du corps devaient présenter un des facteurs les plus importants de la réussite. (Thomas R, 1975,145.)

La morphologie d'un karatéka conditionnera la portée de sa technique. Un pratiquant de taille moyenne et de forte carrure bénéficiera d'une allonge relative de ses membres et se montrera meilleur en défense qu'en attaque, et un karatéka plus grand et mince, agira en attaquant son adversaire avec des techniques fouettées et très rapides. Paradoxalement, un pratiquant de grande taille peut se caractériser par des coups très puissants, mais sa mobilité d'action et ses techniques offensives sont beaucoup plus lentes. Le karateka idéal aura une cuisse puissante et un mollet fin. Des mollets particulièrement développés chez le karateka vont développer sa

vitesse de frappe de pied et rendre le contrôle des techniques plus difficile et par conséquent, la frappe plus dangereuse (Tisal H, 1997).

Fritzsche et coll, (2007) ont évalués le profil morphologique des karatékas spécialistes en kata et en kumité pour examiner l'influence de la spécialisation sur leur composition corporelle. Les résultats de cette étude ont montrés qu'il y a une différence entre le somatotype des karatékas. Les spécialistes en kata sont plus endomorphes par rapport aux karatékas spécialistes en kumité qui sont plus ectomorphes.

2.5.1. Les composantes de la condition physique :(Chabane et all, 2012).

2.5.1.1. La composition corporelle :

La composition corporelle des athlètes en karaté, prend en considération le pourcentage de gras. À cet effet, la littérature scientifique n'a pas réussi à tracer un profil clair du karatéka type. Les nombreuses études rapportées par Chaabène et al, (2012) faisant état de cette donnée montrent des variations significatives entre les athlètes de même niveau de compétition. Pour les hommes, les valeurs observées indiquent des données variant de 7,5% à 16,8% de gras (ou tissus adipeux). Du côté féminin, aucune donnée n'a été trouvée. Selon les données disponibles, les auteurs mentionnent qu'il n'est pas possible de tirer une conclusion sur cet unique paramètre, pour l'instant.

De son côté, Roschel et al, (2009) suggère qu'une masse adipeuse plus faible est une caractéristique anthropométrique souhaitable, puisqu'elle constitue une masse non-productive, et disposer d'un poids de corps plus léger à déplacer et donc de permettre l'obtention d'une plus grande vitesse de déplacement.

Imamura et al, (1998), a observé une différence significative entre des karatékas novices et des athlètes de haut niveau où la masse maigre de ces derniers était beaucoup plus élevée que pour le premier groupe de sujets.

2.5.1.2. Somatotype :

Quelques recherches se sont intéressées au type morphologique du karatéka de haut niveau (Giampietro et al, 2003 ; Katic et al, 2005 ; Pieter & Bercades, 2009 ; Fritzchel & Raschka, 2007). Ces études montrent que les Karatekas Masculins disposent principalement d'un profile de type mésomorphe- ectomorphe et de moindre importance endomorphe signifiant que ce sont des athlètes disposent d'une certaine musculation tout en étant de taille plus au moins élance (haut et mince).

Fritschel, (2007) a exploré les différences anthropométriques entre les athlètes d'élite de kumite et de kata. Ils ont constaté que les concurrents de kumite et de kata pourraient être relativement plus endomorphes et ectomorphes,

Le profil de type endomorphe (plus grande quantité de tissus adipeux) est désavantageux pour la performance dans un sport comme le Karate où le corps doit être projeté à travers l'espace le plus vite possible (Giampietro et al, 2003 ; Kratic et al, 2005 ; Sinning, 1985).

Les études ayant utilisées des sujets féminins (Amusa & Onyewadume, 2001 ; Pieter & Bercades, 2009 ; Fritschel & Raschka, 2007) ont rapporté des données similaires l'une à l'autre quant au profil morphologique de ces athlètes. Celles-ci disposaient d'un profil morphologique de type mésomorphe-endomorphe indiquant que les athlètes féminins disposent de plus de tissus adipeux en comparaison aux athlètes masculins.

Aucune donnée n'a été rapportée quant aux différences pouvant exister entre les athlètes spécialisées en kata et en kumite. Il est donc raisonnable de prétendre que le genre de somatotype dont disposent les karatékas de haut niveau a un impact sur la performance globale en karaté.

Face au manque de références bibliographiques traitant l'aspect morphologique chez les karatékas, on ne peut pas se prononcer d'une manière assez précise sur son profil morphologique.

2.5.1.3. Densité minérale osseuse :

Un certain nombre d'études (Andreoli et al, 2000 ; Drozdowska et al, 2011 ; Prouteau et al, 2006), ont évalué la densité minérale osseuse de karatékas et des athlètes d'autres sports de combat. Ces études ont démontré une différence significative entre des athlètes de haut niveau et les pratiquants de niveau moins avancé. Les pratiquants plus entraînés disposaient d'une densité minérale osseuse plus importante que les sujets moins entraînés. Les auteurs suggèrent que la pratique de sport de combat peut aider à accroître la densité minérale osseuse. De plus, la densité minérale osseuse et la composition corporelle peuvent contribuer au maintien des habiletés de performance de l'athlète lors d'entraînements ou de compétitions lorsque celui-ci peut se retrouver dans des positions compromettantes et donc diminuer le risque d'incidence de blessures.

2.6. Les exigences physiologiques.

Jusqu'à nos jours, rares sont les études qui ont traitées ce domaine, les penchants étaient plus orientés vers la technique au point de la sacraliser, et l'aspect curatif vu la fréquence des accidents ce qui a fait la complexité de notre tâche dans le traitement physiologique du karaté. Les notions scientifiques en physiologie connues en karaté, sont relativement limitées (Chaabène et al, 2012). Toutefois, certains éléments de réponse commencent à apparaître sur la base des études réalisées à ce jour en karaté par la communauté scientifique.

Plusieurs recherches sont encore nécessaires pour disposer d'un cadre conceptuel théorique plus élaboré afin d'assurer un meilleur encadrement pour le développement des karatékas.

Les informations disponibles actuellement ne permettent pas toujours d'apporter un éclairage spécifique au kata et au kumite qui sont les épreuves reconnues dans le réseau de compétition de Karaté.

Dans le passé, les exigences des compétitions de karaté étaient similaires pour les deux disciplines, ainsi que pour les programmes d'entraînement standard. En conséquence, les participants avaient souvent l'habitude de concourir avec succès à la fois dans le kata et le kumite. Cependant, l'alternance des règles de compétition (par exemple en restreignant les contacts, en passant d'un point à un système à scores multiples, ou en permettant un score plus élevé des techniques de jambe) a rendu les compétitions de kumite à la fois plus dynamiques et plus attrayantes (Macan, 2006). La compétition de kata n'a pas beaucoup évolué puisque les exigences de base sont restées pratiquement inchangées. En conséquence, une spécialisation des compétiteurs de karaté d'élite pour le kata et le kumite est devenue plus importante. Actuellement, le kumite est presque complètement séparé des techniques de kata et, par conséquent, un nombre très limité d'athlètes concourent dans les deux épreuves.

Le karaté d'aujourd'hui est un sport de compétition et par conséquent il doit répondre aux exigences de la performance athlétique qui restent jusqu'à nos jours indéterminés. Le passage forcé (de l'art au sport) n'a pas bénéficié d'une démarche logique ou analogique qui lui permet d'établir une stratégie concernant l'orientation vers une voie déterminée à savoir celle du Budoka ou celle de l'athlète. Cependant, le mode entrepris dans l'enseignement et la gestion de cette discipline sans pour autant définir la conception moderne de la pratique ainsi que sa finalité, a résulté un nombre d'imperfections qui nous empêchent d'approcher l'objectivité. Selon maître Egami : « La compétition a permis l'essor du karaté mais elle a détruit son profond ». Elle est l'élément qui a fait sa sportivité, elle renferme deux épreuves complètement distinctes dont les caractéristiques spécifiques diffèrent,

Pour ce qui est des exigences physiologique la prédominance des filières énergétiques en karaté dépend des qualités physiques et de la nature des techniques utilisées et surtout de la tactique adaptée.

Le profil métabolique d'une activité physique et sportive dépend de la structure temporelle de l'effort qu'elle suscite et de son intensité (Handsuh et al, 1991).

Les épreuves de karaté, comme bon nombre de sport, ne présentent pas une intensité constante irrégulière mais renferment des accélérations et des variations de rythmes.

« Le karaté est un sport à exercice intermittent courts, intenses et répétés dans des intervalles courts sur une période prolongée. La durée de chaque séquence (exercice – récupération relative) nous permet de le classer comme un sport à efforts intermittents de durés à 5-6 sec, donc il fait principalement appel au système anaérobie alactique et aérobie » (Cazorla, 2000).

« L'effort en karaté semble mixte, sollicitant à la fois le métabolisme anaérobie alactique et lactique et le métabolisme aérobie » (Rossi, 1999).

« La pratique du karaté nécessite d'une part une puissance et endurance anaérobie pour enchaîner des actions brèves et intenses dans des intervalles courts. D'autre part, la puissance et l'endurance aérobie sont également essentielles pour maintenir un niveau d'intensité élevé et constant, puisque les efforts sont courts, intenses et répétés durant plusieurs minutes, sans possibilités de récupération complète » (Nunan, 2006).

Le kata se caractérise par une série prédéterminée de techniques explosives exécutées en anaérobie (10 a 41%). Ces études montrent une variation des réponses physiologiques selon la durée du kata, la nature et le nombre de techniques qui le compose, la condition physique du karatéka et sa capacité de récupération entre les katas. Leurs résultats montrent que le métabolisme anaérobie lactique et aérobie n'occupe pas une place prépondérante dans l'exécution du kata, et mettent en évidence la prédominance du métabolisme anaérobie alactique.

Francescato et coll, (1990), ont rapporté une lactatémie de 5.8 mmol/l, l'intervention des systèmes énergétiques été de (46 % anaérobie alactique, 41 % anaérobie lactique, 13 % aérobie) pour le kata de longue durée de 80 s. Pour le kata de courte durée de 10 s, l'intervention des systèmes énergétiques été de (90 % anaérobie alactique, 00 % anaérobie lactique étant négligeable, 10% système aérobie).

Le kata a fait l'objet de quelques études physiologiques pour déterminer le profil métabolique de l'activité de compétition. Il contient vingt à cinquante mouvements, sa réalisation varie entre 30 et 60 secondes selon la nature et le nombre de mouvements qui le compose (Sullivan,

1992). Les résultats de cette étude montrent que la source d'énergie principale est le système des phosphagènes (46-90%), le reste venant de la glycolyse lactique (13%) et la glycolyse aérobie.

Sullivan et Coll, (1992) ont évalué la fréquence cardiaque et la lactatémie des karatekas, qui ont exécuté le kata Heian Shodan trois fois à intensité maximale, séparés par deux minutes de repos entre chaque kata. Ils ont enregistré un temps d'exécution du kata de 28 ± 3.6 s, une fréquence cardiaque qui a augmenté de 83 bat/min à 156 bat/min et une lactatémie qui a augmenté de 1.2 mmol/l au repos à 4.9 mmol/l après le troisième kata.

D'après Chaabène et al, (2015), la fraction d'intervention des différentes filières énergétiques dépend de la durée d'exécution du kata, cependant, le système (ATP-PCr) prédomine avec une intervention de plus en plus importante de la filière aérobie qui va de paire avec l'augmentation de la durée du kata.

Le Kumite ou combat libre est une activité à caractère intermittent c'est-à-dire consistant en une alternance d'efforts de faible intensité voire arrêts complets et d'action de haute intensité. La durée de l'affrontement peut aller jusqu'à 2 ou 3 minutes en fonction des catégories.

Le combat repose sur des périodes d'affrontement effectif entrecoupées par les arrêts de l'arbitre et appelées assauts. Ces assauts sont eux-mêmes composés de phases de déplacement de faible intensité sous forme de sautilllements, qui correspondent à un temps d'observation et de placement et de phases d'action comprenant des initiations offensives ou défensives de haute intensité.

Une investigation sur la dépense énergétique enregistrée chez les karatékas performants .durant des combats simulés de deux minutes (2mn) a montré une valeur moyenne de 16.35 Kcal/mn. (Baker J, 2002)

Le karaté se caractérise par des techniques courtes, intenses et répétées durant plusieurs minutes, sans possibilités de récupération complète. C'est un effort intermittent acyclique (court – court), où de **courtes mais intenses actions offensives et/ou défensives** ($2,47 \pm 1,19$ secondes) dont l'intensité moyenne est de $53,13 \% \pm 3,23$ du VO_2 max, et de phases de récupération passive (arrêts de l'arbitre d'une durée de $8,37 \pm 3,23$ secondes) (Rossi, 1996).

Après chaque action courte (<6 sec) et intense qui dépend de la dégradation des phosphagènes (ATP-PCr), la reconstitution de ces réserves devient prioritaire pour répondre aux besoins des actions intenses suivantes. Cette récupération nécessite la présence d'oxygène et la vitesse de resynthèse de la PCr dépend de la quantité d'oxygène que le muscle peut utiliser. Comme l'ont montré les travaux de (Quirstorff et al, 1992 ; Trump et al ., 1996 Bogdanis et al, 1996),

il est possible d'améliorer la vitesse de resynthèse de la PCr entre plusieurs exercices courts et intenses grâce à un bon développement préalable de la capacité oxydative (capacité à utiliser l'oxygène) des muscles sollicités., tout indique qu'un bon développement de la capacité aérobie (Endurance et Puissance Aérobie Maximale) s'avère indispensable avant d'entreprendre le développement de la vitesse et de la puissance musculaire : deux des qualités physiques principales dans la pratique du karaté.

Les délais de reconstitution de la totalité des réserves en phosphagènes de l'organisme sont très courts, de l'ordre de 6 à 8 minutes (70 % en 30 s, 84 % en 2 min, 89 % en 4 min, 97 % à 100 % en 6 à 8 min). Comme les actions très courtes du karaté n'utilisent que de façon limitée ces réserves, un délai nettement inférieur (de l'ordre de 1 à 2 min) serait suffisant pour les reconstituer. Notons que les réserves en O₂ immédiatement disponibles (O₂ lié à la Myoglobine et à l'hémoglobine) peuvent aussi y contribuer dans les exercices intermittents courts et intenses. Cependant, la répétition de ce type d'actions peut non seulement progressivement épuiser ces réserves mais aussi enclencher très tôt la glycolyse lactique comme source énergétique additionnelle.

Les travaux de Saltin et Essen, (1977), ont montré que la répétition d'exercices intermittents courts (10 sec) et intenses dans des intervalles courts (récupération courte de 20 sec : insuffisante pour reconstituer PCr mais suffisante pour reconstituer les réserves en O₂) sollicite dans les 6 ou 7 premières min le catabolisme de la phosphocréatine et ensuite du glycogène mais de façon oxydative.

Une étude (Dzurenkova et coll, 2000) réalisé en situation de compétition à permet d'enregistré des références cardiaques entre 180 et 200 bat/mn avec un taux de lactate qui varie entre 5.8 et 12.5 mmol/l.

Comme témoignent les concentrations du lactate sanguin (5.8-12.mmol/l) prélevées à la fin des combats (Dzurenkova et coll, 2000), la répétition d'actions intenses entraîne une mise en jeu de la glycolyse lactique relativement importante. Notons que muscle bien oxygéné métabolise plus vite l'acide lactique produit.

La dégradation et la resynthèse de la phosphocréatine (PCr) dépend de la capacité oxydative des muscles au cours de la récupération entre les actions courtes et intenses. La glycolyse aérobie est de plus en plus utilisée à mesure qu'on augmente le nombre de répétitions d'actions courtes et intenses. La glycolyse anaérobie est de moins en moins sollicitée ce qui

diminue la production de lactate et augmente l'oxydation du lactate produit (Cazorla et Léger, 2004).

L'analyse des épreuves Kata ou Kumite démontre que chacune d'elles requiert des exigences spécifiques au niveau énergétique.

En comparant l'étude menée par Beneke et coll, (2004) sur des combats simulés de 3min et celle menée par Francescato et coll, (1990) sur des katas simulés de longue durée de 80 sec, on remarque la prédominance du système aérobie en kumité. Alors qu'en kata, c'est le système anaérobie alactique et lactique) qui prédomine.

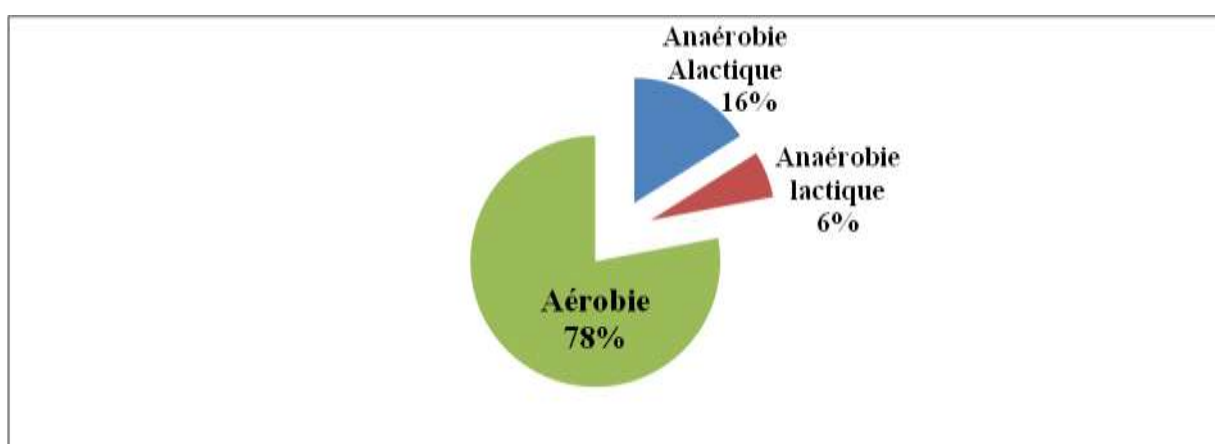


Figure 9 : contribution relative des systèmes énergétiques à la fourniture d'énergie pour le combat de 3 min (Beneke et coll, 2004).

Les athlètes spécialistes en Kumite exécutent une moyenne de $16,3 \pm 5,1$ des actions décisives pendant tout le combat résultant un temps total d'action de haute intensité de $19,4 \pm 5,5$ s en 3 min. Bien que les coups de pied simples et de poings sollicitent la filière anaérobie alactique et dépendent de la puissance musculaire, la répétition de ces actions motrices tourne autour de la voie aérobie, principal contributeur ($77,8\% \pm 5,8\%$) de l'énergie totale produite au cours d'un combat de Karate (Beneke et al, 2004).

Beneke et al, 2004, a également signalé que la contribution anaérobie alactique (16,6%) représente le pourcentage des actions de haute intensité (16%) lors d'un combat entier. Cependant, la récupération de ces actions de haute intensité est primaire basée sur le métabolisme aérobie, ce qui explique la grande contribution des voies d'énergie aérobie pour l'énergie totale utilisée.

En outre, le métabolisme anaérobie lactique peut également contribuer à l'énergie totale au cours de combat de Karate. Cette contribution peut être estimée par l'évaluation de lactate dans le sang (La) avant et après le déroulement du combat.

Beneke et al, 2004, a montré que La augmenté de $5,9 \pm 1,6 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ après un combat unique (1,7 à $7,6 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$). Lehmann, 1997 a rapporté la même correspondance et les mêmes valeurs. Ces augmentations suggèrent une certaine contribution du métabolisme glycolytique à la dépense énergétique totale.

Malgré les caractéristiques métaboliques de karaté, les principaux critères de marquer les poings est l'application vigoureuse des coups de pied et coups de poing (WKF, 2009). Les deux types d'actions sont effectuées sans charges externes et, en général, aussi rapide et puissant que possible.

Il est spéculé que le métabolisme anaérobie est la principale source d'énergie dans le combat de karaté.

Des fractions d'aérobie, anaérobie alactique et des sources d'énergie lactique étaient dans l'ordre de 77,8 (5,8)%, 16,0 (4,6)% et 6,2 (2,4)%, respectivement. Les résultats indiquent un taux métabolique élevé dans le kumité. Cependant, le profil d'activité acyclique implique que le métabolisme aérobie est la principale source d'énergie et il y a une supplémentation anaérobie, principalement par des phosphates à haute énergie.

En conclusion, les trois métabolismes interviennent lors d'un combat en situation de compétition. Nous leur attribuons les rôles suivants : le processus anaérobie alactique répond à la nécessité de produire des mouvements à vitesse maximale ; le processus aérobie couvre les dépenses énergétiques des exercices de faible intensité et restitue , lors des phases de récupération ou la dépense énergétique est suffisamment faible, les réserves d' énergie du métabolisme anaérobie alactique ; enfin, le processus anaérobie lactique prend le relais du précédent pour couvrir les besoins énergétiques des actions de haute intensité, lorsque ses possibilités ne permettent plus de soutenir l' effort , lorsque le temps nécessaire à la récupération est insuffisant ou que les aptitudes aérobies du sportif sont trop faibles. (Mathieu&Fourré, 2003).

L'intensité et la durée de l'effort déterminent les filières énergétiques impliquées et leurs mises a contribution pour la pratique du Karate au plus Haut Niveau de Compétition.

Plus les réserves des filières énergétiques sont développées, plus elles disposent d'une grande capacité et d'une grande Puissance, plus l'endurance combinée des filières énergétiques sera

importante. Il est à noter qu'un karatéka possédant une bonne puissance aérobie maximale pourra récupérer de ses efforts plus rapidement.

L'ensemble des filières énergétiques et leurs capacités respectives est ce que Weineck (1983) définit comme l'endurance générale ou la capacité psycho-physique de résistance à la fatigue du sportif. Plus les réserves des filières énergétiques sont développées, plus elles disposent d'une grande capacité et d'une grande puissance, donc plus l'endurance combinée des filières énergétiques sera importante.

Capacité anaérobie :

Certaines études ont évalué divers paramètres pour mieux comprendre la contribution de la capacité anaérobie dans la performance des athlètes de haut niveau. Les études ayant évalué l'intensité du karaté, indiquent de façon généralisée qu'il s'agit d'une activité à haute intensité (Ravier et al, 2009 ; Doria et al, 2009 ; Montassar et al, 2013). À cet égard, Montassar et al, (2013), ont enregistré les fréquences cardiaques d'athlètes de niveau international suite à des combats de 3 minutes pour les hommes et 2 minutes pour les femmes durant une compétition officielle. La fréquence cardiaque (Fc) moyenne de ces athlètes a atteint une valeur de 183 ± 8 battements/ minute (b/min). Sur la base de la fréquence cardiaque maximale moyenne des sujets (femmes : 200 ± 7 b/min ; hommes : 201 ± 5 b/min), ils ont ainsi évalué que leur intensité représentait une valeur approximative de $91 \pm 3\%$ Fc maximal. Ils ajoutent qu'une telle intensité requiert le soutien du système cardio-vasculaire de façon significative.

Une autre façon permettant d'évaluer la contribution du système anaérobie, donc d'estimer l'intensité de l'effort auprès d'athlètes de haut niveau, est par l'entremise de la méthode du déficit d'oxygène maximal accumulé (DOMA) (Medbo et al, 1988). Par cette méthode, il est possible de noter la présence de lactate (La) et d'ion hydrogène (H⁺) dans le plasma sanguin. La présence de ces éléments représente des indicateurs bien connus de l'activité anaérobie se produisant dans un muscle actif (Medbo & Burgers, 1990 ; Tabata et al, 1996 ; Jacobs et al. 1987 ; Zouhal et al, 2001).

Ravier et al, (2009) ont regroupés dix-sept athlètes de l'équipe de France de karaté pour évaluer l'efficacité d'un entraînement spécifique visant à accroître leur capacité anaérobie. Les sujets ont été séparés en deux groupes. Le premier groupe, le groupe contrôle, poursuivra l'entraînement régulier de l'équipe nationale incluant 4 à 5 séances de karaté par semaine en plus d'une séance d'aérobie et une autre de musculation. L'autre groupe effectua le même entraînement mais ajouta deux séances d'entraînements intermittents à haute intensité

(environ 140% du VO₂max) par semaine. Chacun des groupes poursuivi ce régime pour une durée de 7 semaines.

À la fin de la période de 7 semaines, les auteurs ont observés un accroissement considérable du VO₂max, de même que de la capacité anaérobie, des athlètes ayant effectués les entraînements intermittents supplémentaires. Ces changements se sont produits malgré le fait qu'il s'agissait déjà d'athlètes de très haut niveau. Les auteurs concluent que bien que cet entraînement pourrait être amélioré pour inclure des exercices pour le haut du corps, il est suggéré que des karatékas pourraient organisés leurs entraînements en incluant des exercices courts intermittents à haute intensité et aussi de différents groupes musculaires.

Une autre étude réalisée par Beneke et al, (2004) a mesuré les périodes d'effort et de repos des karatéés lors de combat de compétition. Leurs observations ont permis de déduire que le ratio exercice : repos était de 2 : 1 où les périodes actives étaient de 18 secondes et celles de repos de 9 secondes, en moyenne. Ils ajoutent que ces périodes d'activités incluent, en moyenne, 16,3 actions de haute intensité par combat dont la durée varie de 1 à 3 secondes.

Une autre analyse de combat (Iide et al, 20 08) a permis d'identifier que les actions défensives et offensives lors d'un combat de 3 minutes totalisaient approximativement une durée de 19,4 secondes.

Dans une étude récente, Chaabène et al, (2014) ont enregistré des résultats similaires au niveau du nombre et des durées des périodes d'efforts en combat mais indique que les activités de combat représentent environ 6% du temps total de la durée d'un combat et qu'environ 84% de ces actions durent moins de 2 secondes.

Capacité aérobie :

Un déterminant important de la performance des athlètes en karaté de compétition, est la capacité aérobie. Elle se divise essentiellement en puissance aérobie maximale et en endurance aérobie. La puissance aérobie maximale (PAM ou VO₂max) représente le système disposant de la plus grande source d'énergie du corps humain lors d'efforts physiques et repose sur la capacité de l'organisme à utiliser l'oxygène pour la transmettre aux muscles afin de réaliser un effort de longue durée. De son côté, l'endurance cardio-vasculaire représente la capacité de l'organisme de l'athlète à maintenir un certain pourcentage d'intensité de sa capacité cardio-vasculaire (PAM ou VO₂max) sur une période de temps donné.

Ces deux processus requièrent un type d'entraînement spécifique pour en optimiser leur potentiel énergétique et les rendre plus performant et efficace. On peut ajouter que l'entraînement devra être adapté aux exigences du karaté pour chacune des épreuves, soit le kata ou le kumite. L'unité de mesure la plus couramment utilisée pour mesurer le VO₂max se décrit en millilitres/kilogramme de poids corporel/minute d'efforts physique (ml/kg/min).

Les diverses études ayant utilisées des athlètes masculins élite ou de haut niveau en karaté ont démontré que ces derniers disposaient d'un VO₂max variant entre 48,5±6 à 61,4±2,6 ml/kg/min (Imamura et al, 1997, Imamura et al, 1998 ; Ravier et al, 2004 ; Doria et al, 2009 ; Ravier et al, 2009). Les variations relativement importantes entre les valeurs minimales et maximales indiquées peuvent s'expliquer par la diversité des capacités physiques des athlètes sélectionnés de même que par les tests préconisés pour évaluer cette composante. Pour le karaté, la capacité aérobie est nécessaire pour prévenir la fatigue durant les entraînements, durant les pauses entre les échanges d'un combat ou lors de combats consécutifs ainsi qu'entre chaque ronde de combat (Beneke et al, 2004).

De leur côté, Doria et al, (2009) et Imamura et al, (2003) indiquent que la puissance métabolique aérobie pour des athlètes féminins a obtenus des données similaires soit entre de 42,4±1 à 42,9±1,6 ml/kg/min dans leur étude respective. Cependant, de plus amples recherches avec des athlètes féminins de haut niveau sont nécessaires pour disposer d'informations plus représentatives pour ces athlètes et préparer ces dernières plus adéquatement à affronter les exigences de la compétition au plus haut niveau.

Doria et Coll, (2007) ont conclu que les deux épreuves du karaté sollicitent les trois systèmes énergétiques, avec une prédominance du système aérobie en kumité. De plus l'étude menée par Beneke et Coll, (2004) démontre la prédominance du système aérobie en kumité

Le tableau suivant donne les valeurs de VMA et VO₂ max des karatekas :

Tableau 15: l'aptitude aérobie des athlètes de karaté Chaabane et al, 2009)**Table III.** Aerobic fitness of karate athletes

Study	Sample characteristics (n)	Ergometer	$\dot{V}O_{2max}$ (mL/kg/min) [mean \pm SD]
Francescato et al. ^[12]	Amateur level male (8)	Cycle ergometer	36.83 \pm 5.35
Imamura et al. ^[14]	Japanese male: Elite level (6) University level (8)	Treadmill	59 \pm 6.6 57.5 \pm 5.2
Imamura et al. ^[19]	Japanese male: Elite level (7) Novice level (9)	Treadmill	57.5 \pm 5.2 57.2 \pm 4.9
Imamura et al. ^[42]	Practitioners (9)	Treadmill	58.6 \pm 6.8
Imamura et al. ^[43]	Japanese female: University level (6)	Treadmill	42.7 \pm 5.1
Ravier et al. ^[10]	French males: International level (10) National level (12)	NR	57.2 \pm 4.1 58.5 \pm 3
Doria et al. ^[44]	Italian males: Elite kata (3) Elite kumite (3) Italian female: Elite kata (3) Elite kumite (3)	Cycle ergometer	47.8 \pm 4.4 48.5 \pm 6 42.4 \pm 1 42.9 \pm 1.6
Ravier et al. ^[45]	French national- and international-level males (17: EG = 9; CG = 8) [$\dot{V}O_{2max}$ here measured before and after a high-intensity intermittent running training (20 sec/15 sec; 7–9 sets; 140% $\dot{V}O_{2max}$)]	Treadmill	EG before: 58.7 \pm 3.1 EG after: 61.4 \pm 2.6 CG before: 58.2 \pm 3.1 CG after: 58.1 \pm 4.4
Yoshimura and Imamura ^[46]	Japanese female: Collegiate level (15)	Treadmill	32.75 \pm 4.1
Shaw and Deutsch ^[27]	American male practitioners: (9: 4 white belts; 2 blue belts; 2 brown belts and 1 black belt)	Treadmill	56.1 \pm 5.4
Zehr and Sale ^[47]	Practitioners (4 black belt [one 1st dan, two 2nd dan, one 5th dan])	Cycle ergometer	45.5 \pm 5.0
Iide et al. ^[48]	Japanese male: Black belt karatekas with more than 2 years' experience (12)	Treadmill	51.2 \pm 4.3

CG = control group; EG = experimental group; NR = not reported; SD = standard deviation; $\dot{V}O_{2max}$ = maximal oxygen uptake.

2.7. Les exigences psychologiques.

La pratique du Karate Do en tant qu'art martial a eu la prétention d'améliorer l'individu tant au plan physique que psychologique. Les maîtres indiquent dans leurs écrits que par un entraînement assidu dans les disciplines martiales, des effets psychologiques apparaissent avec le temps (Funakoshi, 1972 & Otake, 2001).

Certaines recherches, encore peu nombreuses, démontrent néanmoins des relations entre la pratique d'un art martial et des effets psychologiques ; par exemple, l'entraînement aux arts martiaux modifierait l'expérience du contrôle et de la vulnérabilité (Madden, 1990), l'estime

de soi (Richman & Rehberg, 1986), le concept de soi (Finkenberg, 1990), la santé physique, la confiance et la relaxation (Konzak & Klavora, 1984).

Les maîtres de ces disciplines évoquent souvent un objectif de transformation de l'individu à plusieurs niveaux grâce à l'entraînement aux arts martiaux (Funakoshi, 1972 ; Hayes, 1991 ; Lowry, 1986 ; Musashi, 2001 ; Nakayama, 1977 ; Otake, 1978).

La pratique de ces arts apporterait, selon ces mêmes auteurs, des changements psychologiques bénéfiques tels que le calme, la détermination, la compassion et la paix intérieure.

Le Karate n'est pas différent des autres arts martiaux en ce qui concerne le développement des traits tels que le courage, l'intégrité, l'humilité et le contrôle de soi, par ceux qui ont trouvé son essence (Funakoshi, 1972).

Aujourd'hui, les sports sont largement pratiqués et sont excellents pour la forme physique. Les guerriers, eux aussi, entraînent leur corps, mais ils utilisent cet entraînement de leur corps comme un moyen d'affermir leurs facultés mentales, trouver la paix intérieure et découvrir ce qui est bon et ce qui est beau, toutes dimensions que le sport n'envisage pas. L'entraînement dans le Budo éveille le sens du courage, de la sincérité, de la fidélité, du beau et du bon, aussi bien qu'il permet au corps de devenir fort et sain. (Ueshiba, 1938).

La préparation psychologique revêt une importance capitale en Karate de performance caractérisé par un haut niveau de stress. L'objectif n'est pas d'éliminer le stress, ce qui est impossible, mais d'apprendre à le gérer. Il en est de même pour la peur. Le courage ne réside pas dans le fait de ne pas avoir peur, mais de la contrôler. La maîtrise des émotions est un facteur essentiel de la performance.

Pour devenir un champion, il faut être capable d'assumer et d'affirmer sa personnalité. Une des caractéristiques premières des grands champions, c'est d'avoir un mental fort, capable de résister au stress et de fournir une grande. L'aspect psycho-social se révèle lui aussi être un élément fondamental de la performance.

La préparation mentale est l'aspect psychologique de la préparation de l'athlète. Elle représente une composante essentielle de la préparation du compétiteur en karaté sportif. Le karatéka disposera des atouts nécessaires par la combinaison de plusieurs composantes par un entraînement structuré et progressif. Le versant psycho-affectif est investi à l'entraînement,

pour préparer l'athlète à mieux aborder la compétition, à mieux gérer le stress et à utiliser préférentiellement ses propres atouts en fonction du contexte et de l'adversité.

L'objet de la préparation mentale à la performance est de permettre au sujet de contrôler ses pensées, ses attitudes, ses actions, afin de les optimiser. Sachant que la force mentale peut être développée par certaines méthodes.

Cependant, chaque compétiteur présente des caractéristiques psychologiques différentes et atypiques, il est donc impossible d'établir des généralités et des dogmes dans ce domaine.

Le but ultime étant l'amélioration des performances sportives lors des compétitions, on peut cependant identifier d'autres objectifs visés par la préparation mentale :

- Augmenter la volonté,
- Optimiser la motivation,
- Améliorer la gestion du stress,
- Améliorer la résistance à l'effort,
- Apprendre à aborder les événements positivement,
- Développer l'estime de soi,
- Stimuler la capacité de concentration,
- Améliorer la faculté d'adaptation,

La formation d'un karatéka complet, doit intégrer le volet psychologique dans sa préparation annuelle, qui est considéré comme l'un des facteurs de prévision de la performance, de ce fait, l'attitude du combattant, doit être orienté vers la victoire. Ceci est acquis par la motivation du sujet, son désir de supériorité, sa volonté de dominer l'autre, (avoir l'esprit de compétition). L'intelligence est aussi l'une des qualités indispensable pour la pratique du karaté. Ces qualités psychologiques jouent un rôle primordiale pour permettre la mobilisation de toutes les ressources au jour « J ». (Tisal, 1979).

L'envie de gagner et l'enthousiasme peuvent faire la différence. Comme l'affirme Mike Tyson, champion du Monde de boxe anglaise : « Il n'y a rien de plus dangereux qu'un boxeur heureux de boxer. ». Ainsi, la volonté de vaincre doit faire partie intégrante des séances d'entraînement, elle relève, d'un processus de développement.

L'athlète compétitif fait intervenir non seulement ses muscles, son intelligence mais aussi ses émotions.

Pour assurer la réussite de l'entraînement et l'efficacité de la préparation mentale du karatéka, il est nécessaire de connaître les exigences psychologiques déterminantes à la réussite dans la compétition à savoir : la perception, l'attention, l'imagination, les émotions, les qualités morales et volitives. « Il faut du stress en compétition mais du stress positif, c'est le stress qui permet de rester engagé, de se motiver et de surpasser, il faut utiliser du stress pour gagner » (Malguy, F. et Contard, E. 2012).

Combien de combattant n'atteint jamais le haut niveau en raison d'une insuffisance de motivation, de concentration, de maîtrise de soi ou même de confiance en soi.

La confiance en soi est une caractéristique importante et primordiale pour l'obtention de meilleurs résultats sportifs, elle est tributaire d'une combinaison et une complémentarité entre les autres traits de la personnalité.

Vu l'évolution permanente qui résulte des changements et de l'évolution du règlement de la technique, de la tactique et l'engagement physique des athlètes, le karaté exige une préparation psychologique bien étudiée en fonction des niveaux des compétitions et des qualités de chaque athlète tel que la personnalité et le niveau affectif, et intellectuel.

Le karatéka de haut niveau doit être émotivement stable pour résister à la douleur, et bien gérer le stress et se concentrer sur la tâche à accomplir. Il doit rester disponible mentalement afin de pouvoir s'adapter et réagir rapidement, utiliser les bonnes stratégies et appliquer les bonnes tactiques en compétition.

Cette préparation psychologique s'inscrit dans le perfectionnement sportif global et va de pair avec la préparation physique, technique et tactique. Elle est orientée à la résolution des tâches psychologiques, que pose le perfectionnement des qualités de la personnalité de l'athlète et ses processus psychologique ainsi que sa mobilisation pour une participation efficace en compétition.

2.7.1. L'état de « flow » :

L'objectif ultime pour l'athlète est d'atteindre un état de flow ou de fonctionnement optimal. (Sikszénmihályi, 1990), a observé que cet état est souvent associé aux meilleures performances d'un athlète.

Oulette, 2002 ; Jackson, 1992 ; « La confiance est un facteur important pour obtenir le flow ».

Les composantes du Flow, selon Sikszénmihályi, 1975, 1990, 1993. Sont :

1. la perception d'une personne concernant ses compétences et le défi à relever : lorsqu'il y a équilibre entre ces deux dimensions, l'état de flow est possible,
2. La conscience et l'action sont unies, l'engagement dans l'activité favorise l'automatisme,
3. Les objectifs et les étapes d'accomplissement de la tâche sont clairs,
4. La rétroaction est continue et claire,
5. La concentration est totale sur la tâche,
6. Sentiment de contrôle
7. Absence de conscience de soi,
8. La perception du temps est transformé (rapide ou lent),
9. Expérience autotélique (du grec auto, soi et telos, but), pratique l'activité pour le plaisir.

L'entraîneur devrait tenir compte du développement physique, mental, cognitif, et émotionnel des athlètes qu'il encadre quand il planifie l'entraînement et la récupération.

L'obtention d'un état mental optimal survient par une préparation bien élaborée et structurée. Orlick et Partington, (1998) mentionnent dans leur étude avec les athlètes canadiens ayant participé aux Jeux olympiques d'été et d'hiver de 1984, ont utilisés des plans de pré-exécution sur leur façon de se comporter avant l'épreuve, durant l'épreuve et des plans de rechange pour faire face aux distractions et aux imprévus.

Dans le même sens, Sarrazin, (2002) ajoute que le concept de base pour l'établissement d'un programme de préparation mentale repose sur trois composantes soit :

1. Isoler les paramètres psychologiques les plus importants pour les athlètes,
2. Identifier les techniques et les outils psychologiques les plus susceptibles de développer, améliorer ou ajuster au besoin ces paramètres,
3. Doser le travail psychologique à réaliser en matière de volume et d'intensité.

Le principe fondamental consiste à favoriser l'évolution optimale de l'athlète de manière à lui permettre de connaître son rendement maximal au moment des compétitions les plus importants préalablement sélectionnés (Sarrazin, 2002).

2.7.2. Les types de Personnalité du combattant :

Une approche basée sur les types de personnalité du combattant a été développée par **Antonio Oliva Seba**. Après plusieurs années d'observation et d'analyses, Seba a élaboré son modèle en identifiant trois personnalités différentes chez le combattant en karaté : le type émotionnel, intellectuel et athlétique. Chaque personnalité du combattant est constituée de caractéristiques techniques, tactiques, physiques et psychologiques.

Tableau 16: Les types de Personnalités du combattant (Oliva Seba).

Combattant émotionnel	Combattant intellectuel	Combattant athlétique
<ul style="list-style-type: none"> • Agressif, intuitif et spontané, • Offensif et à courte distance • Aime attaquer Jodan, • Garde haute et aime les combinaisons, • Aime agir vers l'avant, • Aime mettre de la pression et travailler de façon linéaire et directe, • Très actif au début du match, • Aime marquer le premier, • Ne tient pas vraiment compte des règles et des arbitres, • A de la difficulté à communiquer avec son entraîneur. 	<ul style="list-style-type: none"> • Peut combattre de façon circulaire, contre-attaquer ou encore utiliser l'anticipation, • Très tactique, rationnel et intellectuel, • Aime contrôler le match (temps, rythme, distance, arbitres et ring) • Très bon défensivement, • Très bon dans les combats serrés, • Ne fait pas beaucoup d'attaques, mais a beaucoup de succès, • Actif dans la dernière partie du match, • A une grande connaissance des règles, • Aime combattre à distance éloignée et faire des attaques Chudan, • A de très bons déplacements. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aime attaquer Jodan et Chudan avec les mains ou les jambes, • Se déplace très bien, • Démontre beaucoup de confiance, • Combat à distance moyenne avec une garde moyenne, • Bon attaquant et bon défensivement, • Actif dans le milieu du match, • Démontre beaucoup de contrôle, • Aime combattre au centre, • Peut combattre en exécutant, beaucoup d'actions vers l'avant, en mettant un peu de pression au centre ou encore en combattant dans les coins avec sa défensive.

Selon **Seba**, les qualités suivantes sont développées et maîtrisées chez l'athlète de haut niveau :

- Une bonne gestion des distractions
- La force mentale
- Une capacité exceptionnelle de visualisation
- Une capacité de se recentré rapidement.

Conclusion

L'intérêt porté à la performance sportive en Karate Do s'accroît de jours en jours avec les multiplications des compétitions au niveau mondial et son introduction aux jeux olympiques.

En effet, le domaine de la performance sportive en Karate exige de prédispositions athlétiques bien distinctes aussi bien pour l'épreuve kata que pour le Kumite.

La performance athlétique requiert un certain nombre d'exigences pour prétendre à l'exploit. En dehors du facteur technique exigé fondamentalement pour approcher la pratique, on note l'importance du facteur physique, physiologique, tactique, morphologique et psychologique.

Les connaissances relatives à la technique de Karate, à la méthodologie d'entraînement ainsi qu'aux sciences du sport, sont indispensables pour assurer une formation de qualité et un suivi des performances à haut niveau.

Les recherches scientifiques se sont multipliées ces dernières années touchant un bon nombre d'athlètes de l'élite mondiale sur plusieurs compartiments de la performance athlétique aussi bien en kata qu'en kumite et chez les athlètes masculins et féminins, permettant ainsi une approche plus au moins objective de la prise en charge athlétique. Ces recherches constituent une plate forme de départ qui permet aux spécialistes de s'investir consciencieusement et d'une manière fondée dans le domaine de la performance athlétique.

CHAPITRE III :

Les facteurs de la
condition physique en
Karate Do.

Préambule

Dans ce chapitre, nous présentons les facteurs de la condition physique et leurs importances dans la préparation athlétique en karate Do.

Les facteurs de la condition physique concernés par notre étude touchent, l'endurance, la force et la puissance anaérobie alactique, partant du principe que « Le karaté est un sport à exercice intermittent courts, intenses et répétés dans des intervalles courts sur une période prolongée ..., il fait principalement appel au système anaérobie alactique et aérobie » (Cazorla, 2000). « La capacité aérobie et la puissance explosive musculaire joue un rôle essentiel dans la capacité d'un karatéka à des performances de haut niveau. Le temps de réaction est un élément crucial en karaté car les performances de haut niveau reposent essentiellement sur des techniques explosives ». (Chaabène et Coll., 2012).

Il est noté que la force maximale joue un rôle déterminant dans la production de la force explosive (Cometti, 2009), d'où son utilité.

Pour Carl, K. (1989) la condition physique (somme des qualités physiques) est un des facteurs internes directement déterminant de la performance. Weineck, J. (1997) la définit comme un facteur constitutif de la capacité de performance sportive.

En effet, la préparation physique, est une des composantes du processus d'entraînement au même titre que la préparation technique, tactique ou psychologique.

Actuellement, l'enjeu de la préparation physique est de former les jeunes athlètes pour qu'ils s'adaptent aux exigences de la performance sur le long terme afin d'intégrer une structure de Haut Niveau.

La préparation physique en Karate se situe au premier plan du processus d'entraînement. Elle accompagne toute la saison d'entraînement et de compétition et est intégrée dans la planification annuelle de l'entraînement.

3.1. L'endurance

3.1.1. L'entraînement en aérobie

Selon Weineck, J. (1993), « l'endurance générale c'est la capacité psycho-physique du sportif de résister à la fatigue ». Pradet, M. (1988) la définit comme étant « la faculté de réaliser des actions motrices pendant une durée maximale ».

Mombaert, (1991) englobe les dimensions complexes de l'endurance en la définissant comme étant : « la capacité de produire un pourcentage élevé de la puissance d'un mouvement, d'un métabolisme, d'une gestuelle technique spécifique ou d'un entraînement d'actions pendant un temps donné ».

En somme, c'est une activité nécessitant l'oxygène comme source principale de combustion des sucres fournissant l'énergie à l'organisme.

3.1.2. Notion de l'aptitude aérobie

La capacité aérobie est un important composant de l'aptitude physique. Elle représente la capacité d'un individu à utiliser le métabolisme aérobie comme principale source énergétique.

L'activité physique est sans doute, un élément important pour un développement somatique et psychique équilibré, elle participe à l'acquisition d'un capital santé optimal au seuil de la vie adulte, qui a pour composante essentielle une bonne aptitude aérobie que l'on peut évaluer grâce à la mesure de la vitesse maximale aérobie et de la consommation maximale d'oxygène. Cette dernière apporte une information concernant l'apport maximal d'énergie d'origine aérobie par unité de temps et la capacité fonctionnelle de la circulation puisqu'il existe une très bonne corrélation entre le débit cardiaque et la puissance maximale aérobie (Rolland, 1990).

La consommation maximale d'oxygène ($VO_2\text{max}$) est généralement admise comme index de l'aptitude aérobie. Cette aptitude correspond à la puissance maximale de resynthèse de l'adénosine triphosphate (ATP) dans des conditions aérobies partant du fait que l'endurance aérobie est la capacité d'un individu à maintenir un pourcentage élevé de la $VO_2\text{max}$ pendant une longue durée.

A un individu égale d'endurance, le sujet qui a une $VO_2\text{max}$ plus élevé réalise forcément une plus grande quantité de travail et obtient un meilleur travail mécanique total.

3.1.3. Les formes de l'endurance.

Sassi, (2001), définit l'endurance comme une qualité qui permet à la fois de développer les systèmes cardio-vasculaires et cardio-respiratoires en effectuant des actions maintenues à une intensité donnée et durant un temps donné. Elle s'effectue en rapport avec l'objectif souhaité : travail en endurance fondamentale, en capacité aérobie, en puissance aérobie, en résistance (anaérobie), en optimisation de la VMA ou encore de la vitesse associée à la consommation maximale d'oxygène (VO_2max). Ainsi, on distingue deux types d'endurance :

3.1.3.1. L'Endurance Générale.

L'endurance générale représente la capacité de l'organisme à soutenir un effort d'intensité modérée, sollicitant la quasi-totalité du système musculaire pendant un temps assez long, adaptations stables, durables et transférables (Prévost, 2013).

« Lors de cette période, le karatéka assurera un travail d'endurance général nécessaire à la prévention des blessures et cherchera à se réappropriier les techniques de base. L'intensité de l'entraînement sera modérée. Vous pourrez allonger le temps de travail en privilégiant le renforcement musculaire spécifique. L'apport de l'endurance est essentiel pour diminuer la fatigue physique pendant les confrontations et améliorer la récupération entre les combats, le but est de développer la cavité cardiaque en volume, cette période de reprise est synonyme de forme physique » (Malguy et Coutard, 2012). On distingue deux formes d'endurance générale :

1. L'endurance fondamentale :

L'endurance fondamentale correspond à l'intensité de base de l'entraînement physique avec une utilisation privilégiée des lipides. Elle permet :

- D'utiliser les acides gras libres et donc de maintenir le taux de glycémie dans le sang,
- D'augmenter le taux de cellules adipeuses exploité et d'effectuer une meilleure irrigation du système cardio-vasculaire,
- D'augmenter la capillarité au niveau musculaire et donc d'augmenter la surface d'échange métabolique ce qui va permettre d'améliorer les ressources énergétiques et les réserves en oxygène (Billât, 1998).
- D'accroître le volume cardiaque, augmenter le volume d'éjection systolique (VES), et systématiquement diminuer la FC au repos et pendant l'exercice.

Elle se travaille :

- A une vitesse supérieure à 50% de la $VO_2\text{max}$ (Bangsbo, 1994),
- En début de saison afin de constituer la base de la condition physique de l'athlète avant d'effectuer des séances de préparation physique plus spécifique (Balsom, 1995),
Certains staffs techniques occultent cette forme d'endurance et travaillent directement en capacité aérobie » (Sassi, 2001).

2. La capacité Aérobie (CA) :

La capacité aérobie représente la quantité totale d'énergie disponible et susceptible d'être fournie par la voie oxydative .Elle représente la capacité de l'organisme à soutenir un pourcentage donné de $VO_2\text{max}$ pendant une période prolongée. L'énergie est principalement assurée par les processus aérobies. L'acide lactique produit étant rapidement métabolisé dans le foie, le cœur, les muscles actifs ou inactifs.

Comme elle dépend des réserves totales de substrats utilisables : glycogène, glucose circulant, acides gras libres, voire même dans certaines circonstances, acides aminés... et bien sûr, de la totalité de l'oxygène utilisé pour leur combustion, son évaluation directe est impossible. Par contre on peut indirectement en apprécier l'importance par l'évaluation de ses deux composantes que sont : la puissance maximale et l'endurance aérobie.

Le niveau supérieur de la capacité aérobie est nommé seuil anaérobie. Il peut être défini comme le niveau maximal d'intensité de travail pour lequel il n'y a pas accumulation d'acide lactique (Gindre, 1997).Elle permet :

- Une utilisation glycolytique entraînant une accumulation de lactatémie et par conséquent la réserve de glycogène musculaire va augmenter (Billât, 1998),
- Une amélioration du fonctionnement des systèmes cardiovasculaires, cardio-respiratoire avec une hausse du nombre et de la surface des mitochondries, qui est un élément indispensable au développement de l'endurance et donc de la réserve d'oxygène de la cellule et dans le sang (Wilmore et Costill, 2006).
- Une hausse de la densité en capillaires qui irriguent les fibres musculaires et une augmentation des enzymes aérobies.

Elle se travaille :

- A une vitesse comprise entre 70% et 85% de la $VO_2\text{max}$ ou de la VMA, (Billât, 1998),
- Avec un travail technique prolongé, ou parcours technique (circuit),
- Avec la méthode continue, ou l'intervalle training (intervalle longs),

- A base de footing continu dès le début de saison, afin de préparer le « terrain physiologique », de développer les structures physiologiques spécifiques à l'endurance et pour retrouver une aisance respiratoire, (Mac Ardle et al, 2001),
- De 10 à 21 jours selon Pradet, (2002).
- Comme intensité de base pour les séances de récupération (régénération).

3.1.3.2. L'Endurance Spéciale (Puissance Aérobie) :

Elle correspond à l'intensité à partir de laquelle nous allons augmenter et optimiser notre potentiel en endurance et notre capacité à maintenir des courses à haute intensité, (Billât, 1998). Les exercices préconisés sont soit continus, soit à base d'exercices par intervalles ou intermittents. Ces exercices sont appliqués avec des variations de charges, des modifications du type de récupération ou des formes de course. Elle permet :

- Une augmentation du lactate dans le sang (de 7.5 à 16 mmol/L), et le substrat énergétique majoritairement utilisé est le glycogène (Mac Ardle et al, 2001),
- Une augmentation des enzymes glycolytiques et oxydatives tels que la Phospho-fructokinase (PFK), la Malate-déshydrogénase (MDH) et la Succinate-déshydrogénase (SDH),
- Une augmentation de l'utilisation du glycogène et donc cette accumulation de [La] vont permettre d'élever le stock de glycogène musculaire par différentes dégradations (glycolyse aérobie ou anaérobie) pour l'exercice,
- Une optimisation du $VO_2\text{max}$ et la VMA,
- Une sollicitation mixte des filières aérobie et anaérobie, (Lacour et al, 1992).

Elle se travaille :

- A une vitesse comprise entre 90% et 120% de la $VO_2\text{max}$ ou de la VMA, (Billât, 1998),
- Avec la méthode continue, ou intermittente,
- Avec différentes intensités, types de récupération, durées, nombres de blocs et même forme de l'exercice selon l'objectif de la séance,
- A partir de la 2-3^{ème} semaine d'entraînement avec une évolution des intensités, de la durée des blocs, du nombre des blocs de travail et de la forme de travail (en ligne ou en navette),

Elle se travaille également dans les séances de réathlétisation car elle permet de développer à la fois la filière aérobie et anaérobie, (Dellal ,2008).

3.1.4. La consommation maximale d'oxygène (VO₂max).

Le VO₂ Max est le débit (un volume exprimé par apport au temps) maximal de production d'énergie par voie oxydative. Elle correspond au volume maximal d'oxygène qu'un individu peut consommer par unité de temps (l/min) au cours d'un exercice suffisamment intense, conduisant le sujet à l'épuisement (**Gacon, 1995**). Elle peut être déterminée directement à partir de la mesure des échanges gazeux pulmonaire au cours d'un exercice ou estimée indirectement lors d'un exercice sous maximal grâce à la relation FC-VO₂max (Astrand et Rodahl, 1970)

Selon Reiss et Prévost, (2013), le VO₂ Max est la capacité de l'organisme à inhaler, transporter, et utiliser l'oxygène afin de permettre la libération d'énergie des différents substrats.

3.1.4.1. La relation entre le VO₂ max et l'entraînement d'endurance.

Le VO₂ constitue le meilleur moyen pour le suivi et le contrôle de l'activité des athlètes lors d'un travail en endurance et donc lors d'un travail intermittent. L'athlète n'est pas obligé d'atteindre la VMA pour être à un niveau équivalent de 100% de son VO₂max, (Demarie et al, 2000).

Elle représente :

- L'efficacité du système respiratoire à extraire l'O² de l'air ambiant,
- L'efficacité du système circulatoire à transporter cette O² jusqu'à la cellule musculaire,
- L'efficacité du système cardiaque qui permet de réguler la circulation,
- et enfin l'efficacité à utiliser cet O² (Billât, 1998).

Malgré la relation linéaire entre le VO₂ et la FC, la FC max ne correspond pas toujours à VO₂max, (Dupont et al, 1999). Le développement du VO₂max est corrélé à la durée de travail au niveau de l'intensité. Plus l'athlète arrive à maintenir son VO₂max lors d'un exercice intermittent, plus les augmentations du VO₂max seront importantes, (Dupont, 2003).

Dupont (2003), notait qu'à la suite d'un entraînement intermittent, le VO₂max reste élevé pendant plusieurs heures. Toutefois, le VO₂max d'un sujet peut être comparée à celle d'un autre sujet uniquement si elle est exprimée en unité ml/kg/min. En effet, différents travaux scientifiques relataient le fait important que le VO₂max serait dépendante de la section transversale de l'aorte, elle-même proportionnelle à la surface corporelle, (Chamari et al, 2005 ; Hoff et al, 2002 ; Helgerud et al, 2001 ; Wisloff et al, 1998 et Bergh et al, 1991). De ce fait, le VO₂max exprimée en **ml/kg/min** semble erronée ou imprécise et la capacité réelle des

athlètes devrait plutôt être relatée en **ml/kg0.75/min** ou encore **ml/kg0.66/min**, (Pallure, 2016).

3.1.4.2. La vision physiologique de VO₂ max :

La seule valeur qui permette d'apprécier la filière Aérobie est la mesure de la consommation maximale d'O² ou VO₂ Max ou Capacité Aérobie. On peut définir VO₂ Max comme le débit maximal d'O² de la filière aérobie utilisée par les mitochondries de la fibre musculaire afin de permettre à la contraction musculaire de se poursuivre grâce au renouvellement des molécules d'ATP. Dans les 1^{ères} minutes d'un exercice de longue durée d'intensité modérée, la filière va utiliser l'O² stocké dans le muscle et lié à la Myoglobine (équivalent de l'hémoglobine des globules rouges du sang), mais aussi l'O² stocké dans le sang qui perfuse ces muscles. Ensuite, c'est le système de transport de l'O² qui intervient depuis l'air atmosphérique ou l'O² est prélevé jusqu'aux Mitochondries (organites intracellulaires) de la cellule musculaire qui constituent l'usine à fabriquer de l'énergie. L'inertie de quelques minutes pour atteindre le débit maximal de la filière s'explique par l'adaptation du système cardio- respiratoire à l'effort musculaire. Si l'intensité de l'exercice est élevée dès le départ de l'exercice, l'approvisionnement en O² des muscles en activité va s'opérer avec un certain retard et le déficit en O² apparu en début d'exercice va s'aggraver tout le long de celui-ci. Ce déficit en O² est appelé dette d'oxygène, (Pallure, 2016).

Tableau 17 : Indication des valeurs de VO₂ max en fonction de niveau de condition physique (Reiss et Prévost, 2013).

Population	VO ₂ max (ml/min/kg)	VMA équivalente (km/h)
Adultes peu ou moyennement actifs	30 à 45	8.8 à 12.8
Adultes de bonne condition physique	45 à 55	12.8 à 15.8
Adultes en excellente condition physique	55 à 65	15.8 à 18.5
Athlètes d'élites en Sports aérobie	65 à 90	>18.5

3.1.4.3. Les critères d'un effort au niveau de VO₂max :

Pour atteindre VO₂ Max, il n'est pas nécessaire d'amener le sujet jusqu'à l'épuisement (à VO₂ Max l'effort est maximal et non supra-maximal). VO₂ Max est atteint :

- à fréquence cardiaque maximale (FC), selon la formule globalement toujours valable :

FC Maximale = 220 - l'âge (+ ou – 10).

- avec une concentration de lactates dans le sang de 80mg pour 100 ml (la valeur de repos est de 10 mg/ 100 ml), (Pallure, 2016).

Tableau 18: Prédiction de temps en fonction de VAM, (Reiss et Prévost, 2013).

	VO₂ Max (ml / mn / kg)							
	Age	Très insuffisant	Insuffisant	Faible	Moyen	Bon	Très Bon	Excellent
F e m m e	20-24	<27	27-31	32-36	37-41	42-46	47-51	>51
	25-29	<26	26-30	31-35	36-40	41-44	54-49	>49
	30-34	<25	25-29	30-33	34-37	38-42	43-46	>46
	35-39	<24	24-27	28-31	32-35	36-40	41-44	>44
H o m m e	20-24	<32	32-37	38-43	44-50	51-56	57-62	>62
	25-29	<31	31-35	36-42	43-48	49-53	54-59	>59
	30-34	<29	29-34	35-40	41-45	46-51	52-56	>58
	35-39	<28	28-32	33-38	39-43	44-48	49-54	>54
	40-44	<26	26-31	32-35	36-41	42-46	47-51	>51

3.1.5. La Puissance Maximale Aérobie (PMA).

La puissance d'un travail musculaire qui conduit à VO₂ Max = puissance maximale aérobie (PMA) ; elle représente la quantité maximale d'oxygène qu'un organisme peut utiliser par unité de temps (généralement par minute) au cours d'un exercice musculaire intense et d'une durée égale ou supérieure à trois minutes, elle correspond au VO₂ Max (Pallure, 2016).

Elle s'exprime en Watt, et ne peut être soutenue chez un athlète d'élite en sport aérobie très bien préparé que pendant 5mn à 7mn ; au-delà c'est une fraction de la PMA qui peut être soutenue et deux athlètes ayant la même valeur de PMA, le meilleur sera le plus léger et donc celui qui présente le poids du corps le moins élevé. A noter que pour les efforts supra-maximaux (efforts au-delà de VO₂Max, lors d'un sprint par exemple sur des temps très court), la PMA peut être estimée indirectement à partir de la fréquence cardiaque qui doit être voisine de 170 à la fin d'un exercice de 3 paliers de 4 mn avec puissance croissante par palier et réalisé sur ergocycle. Ce test recommandé par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), mesure indirectement la puissance maximale en watt par extrapolation à partir de la fréquence cardiaque maximale (220- l'âge), (Pallure2016).

3.1.6. La Vitesse Maximale Aérobie (VMA).

Elle est définie comme étant la vitesse minimale qui sollicite la consommation maximale d'oxygène (Di Prampero et al, 1986 ; Lacour et al, 1991 ; Léger et Boucher, 1980 ; Péronnet et Thibault, 1987). Le temps de maintien de cette VMA a été mesuré en laboratoire et sur le terrain dans le cadre de la modélisation de la relation vitesse-durée (Billât et al, 1995). À la VMA, un sportif peut tenir 4 à 8 minutes ; à ce rythme environ 85% de l'énergie est produite de manière aérobie et 15% provient de la filière anaérobie lactique ; c'est la production d'acide par la filière anaérobie qui diminue la capacité de contraction du muscle et produit l'épuisement, (Pallure, 2016).

La vitesse maximale aérobie, c'est la vitesse de déplacement du sujet correspondant à 100% du VO₂max. Elle est mesurée en km/h (Chapitiaux, 2005). C'est l'intensité de travail que l'on développe au cours d'un effort dont la dépense énergétique correspond à la consommation d'oxygène maximal ou puissance maximale aérobie (PMA), elle correspond un effort à 100 % de VO₂MAX mesuré en Watts, (Gacon, 1990). Elle correspond donc, à la vitesse que l'on obtient lorsque l'organisme est à son niveau de consommation maximale d'oxygène. Dans cette condition, tous les éléments qui interviennent dans la fourniture d'oxygène aux cellules sont à leur rendement maximal (Lacrampe, 2007). Elle résulte de l'interaction de trois facteurs : de VO₂ max, du rendement de la locomotion (course, cyclisme, natation...) encore défini comme efficacité ou économie du course, de la motivation pour pouvoir l'atteindre VO₂ max au cours d'une épreuve intense et prolongée (Cazorla, 2001).

La vitesse maximale aérobie est vitesse de déplacement (course à pied, nage) exprimée en km/h ou en m/mn ou m/s obtenue quand le sujet atteint son VO₂max, la fréquence cardiaque alors est maximale. La connaissance de cette donnée est particulièrement importante pour déterminer le travail en endurance aérobie, elle permet à l'entraîneur de cibler ses objectifs et de doser ses exercices d'entraînement (Leroux, 2006).

L'appréciation de la VMA sur des bases rigoureuses précises, peut représenter une vitesse de référence supplémentaire qu'il faut utiliser en fonction des objectifs recherchés lors de la séance d'entraînement visant le développement de VO₂Max et devrait prendre en compte la variable intensité que réduit la VMA (ou un pourcentage de la VMA).

Une fois la VMA déterminé, il est possible de l'exploiter afin d'élaborer les charges d'entraînements propres à la développer. Son amélioration sera envisagée uniquement d'un point de vue énergétique (donc lié au développement de la VO₂Max).

3.1.6.1. Le rapport entre le VO₂Max et la VMA :

La VMA, est le facteur de base fondamentale, à partir duquel les intensités et les durées des charges de travail seront définies par l'entraîneur, pour ce qui concerne l'effort aussi bien aérobie qu'anaérobie. Un niveau optimal de ce que l'on peut considérer comme la « cylindrée du véhicule », quantifié par l'allure, intensité de référence est essentiel pour l'amélioration des capacités aérobie sollicités lors d'effort de moyenne durée. La VMA est la représentation concrète et chiffré en temps ou en distance mesurable, dans pratique pour l'entraîneur, de l'abstraite VO₂max, (Cordelette, 2003).

La consommation maximale d'oxygène augmente linéairement avec la puissance développée jusqu'à une valeur limite qui reste constante, même si la puissance imposée est accrue. Cette valeur limite représente le VO₂max à laquelle correspond la vitesse maximale aérobie sur le terrain (Flandrois et Monod, 1997). Plus la puissance de l'exercice est élevée et plus l'augmentation de la consommation maximale d'oxygène est rapide (Astrand et Rodhal, 1970). Pour une utilisation rapide éventuel de la VO₂max, une relation estimative fixé par l'étude de Léger et Mercier, (1983), qui ont établi un rapport théorique entre la VO₂ max et la VMA, soit : **VO₂max (ml/min/kg) = 3,5 × VMA (km/h).**

3.1.6.2. Le rapport entre la fréquence cardiaque (FCM) et la VMA :

Concerne la relation directe entre la FCM et le VO₂MAX, donc la vitesse maximale aérobie, ne serait « variée et véritable » que pour un effort absolu à 100%, et non au cours d'un effort relatif ou progressif. Selon l'hypothèse d'une relation mathématique entre la FC et l'intensité de l'exercice établie à partir des études scientifiques et de constatation de terrain, les relations pratique et praticable mais néanmoins décalées et discordantes entre la VMA et FCM (en pourcentage) seraient les suivantes :

Tableau 19: Le rapport fréquence cardiaque et VMA, (Cordelette, 2003).

%FC max	50	60	70	80	90	100
% VMA	28	42	56	70	100	110

3.1.6.3. L'intérêt de la connaissance de la VMA :

La VMA est un véritable outil de mesure des capacités du sportif qui permet de construire des programmes d'entraînements. Elle constitue un indice pertinent pour évaluer et développer l'athlète. En effet, en course à pied la majorité des séances d'entraînement sont basées sur des pourcentages de la VMA du coureur. Cette valeur sera réévaluée régulièrement, ce qui permet à la fois d'apprécier la progression et de réajuster les allures d'entraînement

Cazorla, 2000, affirme qu'en dehors de la possibilité d'évaluer l'endurance aérobie, la connaissance de la VMA s'avère aussi très utile pour quatre raisons :

- Elle autorise l'extrapolation de VO₂ max,
- Elle donne des indications sur les intensités à envisager dans les séances d'entraînements,
- Elle permet aussi de mieux gérer les vitesses utiles d'entraînement,
- Elle permet de prédire les performances potentielles de l'aptitude aérobie des athlètes, à la condition bien sûr de s'entraîner correctement.

3.1.6.4. **La notion de temps limite à la VMA :**

Elle représente tout simplement le temps de maintien de la puissance maximale aérobie, ou plus concrètement, la tenue maximale de cette VMA, durant un temps donné.

C'est une notion indispensable à connaître, pour se faire une idée des tendances personnelles d'un athlète, soit plutôt endurant, ou plutôt résistant, afin de cibler le travail le plus spécifique à ses facultés propres, (Cordelette, 2003).

Les principales connaissances du temps limite à la VMA sont les suivants :

- Le temps de maintien a VO₂max est reproductible pour un même sportif d'une semaine à l'autre (Billât et coll, 1994),
- On observe une grande variabilité inter individuel du temps limite à la VMA, les durées allant de 4 à 11 min, largement reparti autour de la moyenne,
- Le temps limite à la VMA peut être envisagé comme un paramètre supplémentaire de la charge d'entraînement du sportif afin de l'individualisation de façon la plus précise possible,
- En effet, le temps limite à la VMA utilisé pour calibré l'entraînement visant l'amélioration de la consommation maximale de l'oxygène, (Billât et coll, 1996).

3.1.7. **Les méthodes d'entraînements du processus aérobie.**

Deux méthodes sont utilisées pour développer l'aptitude aérobie : le travail continu et le travail intermittent.

3.1.7.1. **Le travail continu :**

Lors du travail continu, il faut assurer une adaptation physiologique. L'entraîneur devra choisir une intensité comprise entre 60 et 80% de la consommation maximale d'oxygène. Lambertin, (2000), préconise une intensité d'effort de 80-90% de la VMA sur une

durée de 20 à 40 minutes pour améliorer la puissance aérobie. Afin d'améliorer la capacité aérobie, il préconise une intensité de :

- 80% de la VMA lors d'un travail à intensité élevée,
- 75% de la VMA lors d'un travail à intensité moyenne
- et enfin une intensité de 50-60% de la VMA pour l'endurance fondamentale.

Pour Gerbeaux et Berthoin. (1999), l'exercice en continu doit permettre de courir à un certain pourcentage de VMA pendant un temps relativement long, conduisant le sujet à l'épuisement.

3.1.7.2. Le travail intermittent :

Fox et Matthews (1983), ont analysés l'Interval Training. Ce dernier consiste en une série de tranches d'exercices entrecoupée par des périodes de récupération. Ce type d'exercice est intéressant car il permet d'éviter l'accumulation d'acide lactique en lien avec la pression sanguine et le travail cardiaque. Le programme d'Interval Training devra être individualisé.

L'énergie nécessaire pour effectuer un exercice intense est produite différemment que pour des exercices de longue durée. Pour être efficace, il faudra bien choisir les temps de récupération et l'intensité de l'exercice.

Le programme d'Interval training permettra d'augmenter la capacité des cellules du muscle à consommer l'O₂ et augmenter le stockage d'aliments, ceci afin de produire de l'adénosine triphosphate (ATP).

Le travail intermittent est la clé de l'Interval training, il crée une fatigue moindre car l'énergie fournie par la filière anaérobie lactique sera moins importante, par contre, l'énergie fournie par la filière ATP-CP sera importante.

Pendant le repos, la filière aérobie va restaurer l'ATP-CP. Ainsi il y a remboursement de la dette d'O₂. Cette quantité d'ATP-CP sera à nouveau disponible et cela permettra d'économiser la filière anaérobie lactique, que lors d'un effort de longue durée, l'ATP sera épuisé en quelques secondes ou minutes.

L'entraînement par intervalles à une intensité élevée est efficace pour améliorer l'économie à l'effort et l'efficacité mécanique en augmentant l'oxydation des lipides par rapport au glycogène musculaire (Jones et Carter, 2000; Stëggel et Sperlich, 2014; Talanian et coll., 2007). Cependant, il semblait que le moyen le plus efficace pour augmenter l'EE est l'entraînement à une basse intensité (SL 1) avec un grand volume (Faria et coll, 2005).

Tableau 20 : Restauration d'ATP en fonction du temps d'exercice. Fox et Matthews, (1983).

Temps de l'exercice	Restauration d'ATP en %
Moins de 10 secondes	Très peu
30 secondes	50
1 minute	75
1 minute et 30 secondes	88
2 minutes	94
Plus de 2 minutes	100

Le travail intermittent permet de maintenir un exercice d'Interval proche de VO₂max réaliser jusqu'à épuisement qui est deux à deux fois et demi plus supérieur à celle du travail continu (Billât et Coll, 1996).

3.2. La force.

La force conditionne la performance sportive tenant compte des spécificités de la discipline pratiquée existantes sur le plan physiques, et biologiques. L'entraînement de la force produit des adaptations chronologiques, organiques et fonctionnelles, l'organisme réagit aux stimuli moteurs selon la loi qualitative de l'entraînement sportif. Les méthodes et les contenus de l'entraînement déterminent la nature de l'adaptation musculaire. .

3.2.1. Définitions et généralités.

Formuler avec précision une définition de la « force », qui embrasse a la fois les aspects physiques et psychiques, présente des difficultés considérables, car ses modalités de travail musculaire de la contraction... sont extraordinairement complexes, et relèvent d'une multiplicité de facteurs. (Weineck, 1997).

Le concept « force », est le plus souvent accompagné d'un qualificatif, ce qui démontre la complexité de lui attribuer une définition précise surtout dans le domaine athlétique.

Vigarello & Vives, (1985), Junqua & Coll. (1989), ont bien mis en évidence le décalage pouvant exister entre le discours technique employé par l'homme de terrain, et le langage scientifique.

Letzelter (1990), Fox & Mathews, (1981), définissent la force comme étant « la tension qu'un muscle ou qu'un groupe musculaire, peut opposer à une résistance en un seul effort maximal ».

Manno (1992), définit la force comme étant « la capacité motrice, qui permet à l'homme de vaincre une résistance, ou de s'y opposer par un effort intense de sa musculature ».

Cometti (1993), retient plusieurs dimensions 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 ».

Selon Bradet (1996), La force est la faculté de vaincre une résistance extérieure, ou de s'opposer grâce à la contraction musculaire.

En motricité, la force est plurielle dans son expression « force maximale, endurance de force, puissance, force élastique, etc. » et multiple dans ses effets « statique, dynamique positif ou négatif, balistique». (Frédéric Aubert & Thierry Blancon). Selon ces deux auteurs, la période optimale de développement de la force musculaire est en post pubertaire : à partir de 12-13ans chez les filles et 15-16ans chez les garçons.

3.2.2. L'importance de la force.

3.2.2.1. L'importance de la force pour l'acquisition de la vitesse.

D'après Zonon (1973), la vitesse d'un mouvement est en fonction de la force maximale. La vitesse et la détente sont donc dans une large mesure dépendantes des données de la force (Rocker et autres 1971, Stoboy 1973, Adam-werchoshanskij 1974, Buhrle-schmidt-bleicher 1978).

Le degré de corrélation entre la force maximale et la rapidité gestuelle s'élève quand la charge s'accroît. Selon Zatsiorski (1972), l'entraînement de la force tendant à améliorer la vitesse gestuelle répond à deux missions primodiales :

1. La première : l'élévation du niveau de la force maximale (des groupes musculaires concernés par le mouvement);
2. La deuxième : le développement de la capacité de produire une grande force lors de mouvement rapides. La capacité de produire rapidement une force exige avant tout des méthodes d'effort dynamique.

D'après (Miller C., 1995), l'effet spécifique de l'entraînement de type (effort dynamique) sur la relation force vitesse reste incertain, mais il incite à penser que l'effet dominant des procédés de puissance pourrait se situer dans la zone d'expression de la puissance maximale.

3.2.2.2. **Rôle de la force musculaire dans la technique :**

D'après (Manno R., 1993) ; la force musculaire joue un rôle important dans la motricité humaine. Le manque de force en particuliers dans les membres inférieurs, est un facteur limitant pour l'exécution technique, dès lors que l'incapacité de produire des tensions adéquates, empêche un déroulement efficace et continue du mouvement. L'insuffisance de force retarde l'exécution correcte, accélère l'apparition de la fatigue, et nuit la précision des gestes.

3.2.2.3. **Importance du transfert technique :**

Selon Chernyak A.V. (1978), il existe une interaction entre les différentes qualités physiques. et un Transfert d'habitudes des exercices spécifiques d'un exercice a un autre.

Selon Mc Callum J. (1966) cite par Charniga A. Jr. (2001), l'utilisation des exercices spécifiques est l'un des moyens les plus indispensables pour progresser et atteindre les plus hautes performances.

3.2.3. **Les facteurs déterminant la force motrice.**

Buhrle & Schmidbleicher (1981), définissent trois facteurs déterminants de la force motrice :

1. Un facteur morphologique et physiologique,
2. Un facteur de coordination,
3. Un facteur de motivation.

Les facteurs d'influence morphologiques et physiologiques exercent une action transférable et interviennent dans divers exercices de force.

Le facteur de coordination porte sur l'interaction des capacités morphologiques fonctionnelles. On distingue : Les coordinations intermusculaire et intramusculaire qui restent propres à un mouvement : l'action ne se transpose pas aux mouvements d'un autre ordre, ou elle ne le fait que dans une faible proportion. Le facteur de motivation doit être interprété de la même façon. Il provoque un épuisement des réserves de forces et permet au sportif de mieux utiliser ses réserves (sous la forme de force maximale, de force-vitesse ou de force-endurance).

3.2.3.1. **La coordination intramusculaire :**

La coordination intra musculaire de l'athlète correspond à sa capacité à contracter de manière simultanée toutes les unités motrices d'un muscle au cours d'un mouvement.

Les transmissions neuromusculaires à travers la moelle épinière et les motoneurons qui excitent les muscles doivent donc s'effectuer simultanément et les différents types de fibres

doivent atteindre le raccourcissement maximal en même temps. Cette coordination permet d'augmenter la force explosive de l'athlète.

Plus la coordination intramusculaire fonctionne, plus le nombre de fibres musculaires innervées simultanément est important, de telle sorte que même celles qui ont un rythme de contraction différent (fibres lentes et fibres rapides) atteignent au même moment la force maximale de leur action. Ce dernier point est particulièrement favorable pour les fortes accélérations motrices : plus le nombre de fibres contractés simultanément est important, plus la force de l'impulsion est grande. La coordination intramusculaire entraîne une « charge groupée » et provoque une exécution « explosive » du mouvement. Elle permet aussi le développement d'une force statique et d'une force dynamique maximale.

3.2.3.2. **La coordination intermusculaire :**

La coordination intermusculaire : se définit par la collaboration entre tous les muscles participant à un même mouvement agonistes (synergistes) et antagonistes. Un système parfaitement réglé de stimuli et d'effets inhibiteurs produit une alternance caractéristique de contraction et de décontraction, même au niveau de la « coordination des stimuli partiels ». Le gain de la force est dû à des coordinations intermusculaires qui sont spécifiques aux mouvements employés pour améliorer la force ; c'est la capacité de contracter en même temps, les muscles concernés par le mouvement et de relâcher ceux qui ne le sont pas « les antagonistes ».

De nombreuses études montrent la spécificité de l'amélioration de la force. Cependant, la force acquise dans un mouvement précis, ne se transpose pas forcément dans d'autres mouvements « En effet, un progrès en squat ne s'accompagne pas toujours d'un progrès en force du quadriceps testé sur une machine analytique à quadriceps » (Kuntz et Coll, 1988). Ceci montre que le gain de force est dû en partie à des coordinations intermusculaires qui sont spécifiques des mouvements employés pour améliorer la force.

La coordination intermusculaire relie la force et la technique par le phénomène d'intégration, car l'utilisation d'engins lestés qui déforment le rythme du geste technique, est néfaste aux acquisitions techniques fines. (Cometti G. 1993).

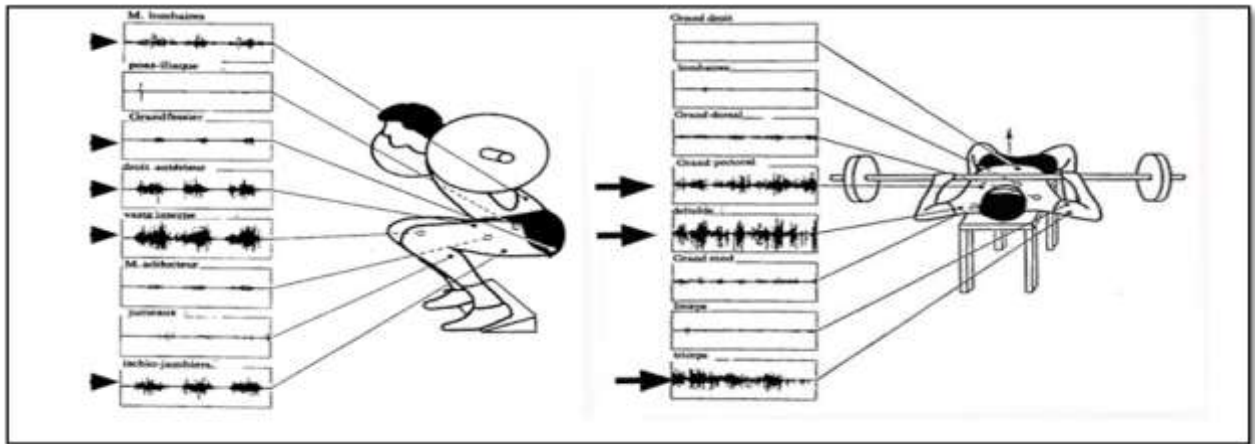


Figure 10: Analyse musculaire des deux mouvements classique de la force. (Kuntz et coll., 1988)

L'entraînement de la force devra être combiné avec des exercices se rapprochant de la technique spécifique de la discipline : ainsi il est de plus en plus fréquent pour des sauteurs de coupler le travail de squat avec des bondissements.

Tableau 21: Les facteurs favorisant la coordination intermusculaire

Les facteurs favorisant la coordination intermusculaire	
Le travail en circuit alterné,	<ul style="list-style-type: none"> - Intensite :40 a 60%, - alterner les exercices avec charge et les formes de sollicitations, - la sollicitation de ces facteurs permet d'améliorer la vitesse gestuelle et l'apprentissage moteur.
Les exercices de pliometrie et de vitesse,	
Les exercices generaux et exercices dynamiques,	
Les combinés exercices de musculation et les exercices techniques.	
Les facteurs favorisant le reflexe myotatique	
La pliometrie Haute ,	<ul style="list-style-type: none"> - Les contraintes doivent etre dosées pour permettre de respecter les mecanismes Reflexes en mininmisant au mieux les temps d'Isometrie.
La pliometrie Basse,	
La pliometrie avec charge,	
Les combines lourds dynamique,	
Les exercices Statodynamique,	
Les exercices Reflexes.	
Les facteurs favorisant les mecanismes energetiques	
Les sauts verticaux,	<ul style="list-style-type: none"> - Les exercices doivent etre choisis pour ne solliciter que les composantes elastiques. - Surtout ne ps faire appel aux mecanismes Reflexes. - Danger de Surmenage.
Les sauts horizontaux,	
Les sauts obliques,	
Les combines force explosive,	
La pliometrie basse	

3.2.4. Les modalités de l'entraînement de la force.

Pour Zatsiorski, (1966), développer la force implique de créer dans le muscle des tensions maximales. Sur le plan méthodologique, cet auteur envisage l'alternance dans deux directions :

- Le développement de la force maximale.
- Le développement de la masse musculaire.

Pour le développement de la force, il faut créer dans le muscle des tensions maximales. Ceci peut s'obtenir de 2 manières :

- Avec charge maximum.
- Sans charges maximum mais jusqu'à la fatigue ou à vitesse maximum.

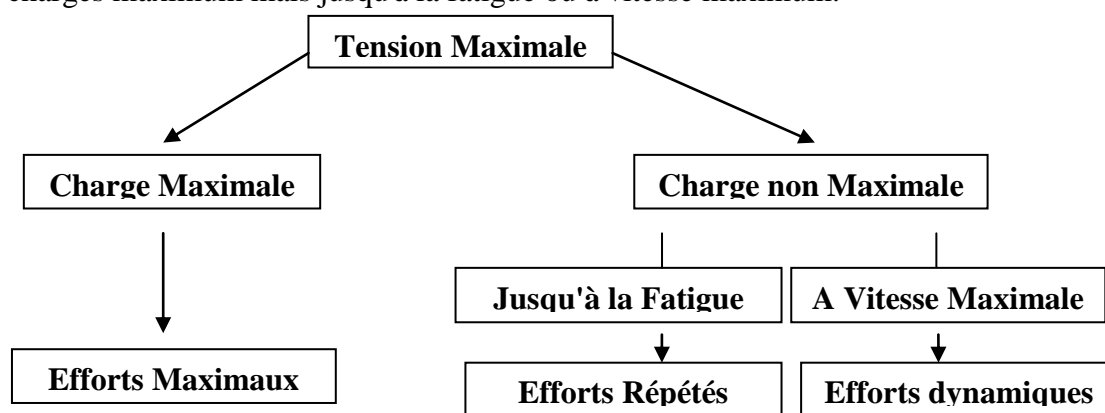


Figure 11: Les méthodes de développement de la force selon Zatsiorski (Figure extrait de : Cometti, 2005).

Les deux directions ne sont pas complètement dissociées mais possèdent leurs méthodes propres.

Zatsiorski considère qu'il y a 3 méthodes de développement de la force.

Tableau 22: Méthodes de développement de la force selon Zatsiorski (1966).

Méthode	Répétitions	Séries	Récup	Avantages	Inconvénients
Effort maximaux	1 à 3	4 à 7	7mn	- Action sur les mécanismes nerveux, - Organisme toujours frais.	- Charge lourdes - Récupération longue.
Effort répétés	5 à 7	6 à 16	5mn	- Action sur les mécanismes nerveux et sur la masse musculaire.	- Répétitions efficaces sur organisme fatigué.
Effort dynamique	6 à 15	10 à 30	3mn	- Action sur les mécanismes nerveux et sur les montées en force.	- Peu d'action sur la force.

Ainsi, On distingue 3 zones de travail :

- **Zone I** : Au-delà de 15 répétitions (**30-60% charge max**), le travail de renforcement musculaire développe essentiellement les facteurs énergétiques et plus précisément **l'endurance à la force**.
- **Zone II** : de 5 à 12 répétitions (**70-85% charge max**), le développement de la force s'accompagne du développement du volume musculaire (l'hypertrophie est maximale pour des séries de 10 répétitions lentes).
- **Zone III** : de 1 à 5 répétitions avec exécution rapide (**>85% charge max**), l'amélioration de la force est essentiellement due aux facteurs nerveux et engendre peu d'augmentation du volume musculaire.

3.2.5. Les types de force.

On distingue trois (03) types de forces, selon l'importance et la durée de l'intervention.

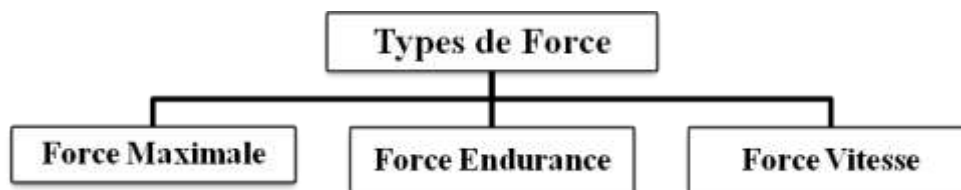


Figure 12: Les Types de force

1. La Force Maximale.

La Force Maximale est la force la plus élevée, que le système neuromusculaire, est capable d'exercer au cours d'une seule contraction volontaire maximale. (Cardinal, 1993).

Selon (Bompa, 2003), « Il s'agit de la charge la plus lourde qu'un sportif parvient à soulever une seule fois ».

On peut développer la force maximale de deux façons :

- En agrandissant la section transversale du muscle (augmentation de la masse musculaire);
- En optimisant la coordination intramusculaire (capacité d'activer en même temps un nombre important de fibres musculaires).

La force maximale dépend des facteurs suivants :

- La Section physiologique transversale du muscle,

- La Coordination intermusculaire (entre les muscles qui coopèrent à un mouvement donné).
- La Coordination intramusculaire (au sein du muscle).

On distingue la **Force Maximale Statique** et la **Force Maximale Dynamique**.

- 1 La Force Maximale Statique est selon (Frey, 1977), la force la plus grande que le système neuromusculaire peut exercer par contraction volontaire contre une résistance insurmontable.
- 2 La Force Maximale Dynamique est la force la plus grande que le système neuromusculaire peut réaliser par contraction volontaire au sein d'un développement gestuel.

Il est à noter que la force maximale statique est toujours plus grande que la 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).

Dans la méthodologie d'entraînement, apparaissent également en rapport avec cette notion de la force maximale, les notions de la force relative et force absolue :

- **La Force Absolue** correspond à la capacité d'exercer une force maximale, sans tenir compte du poids corporel. (Bompa, 2003). Selon (Cardinal, 1993), Elle est la force maximale exercée par un muscle (groupe de muscle), au cours d'une contraction, sans tenir compte de la masse corporelle de l'athlète, ou du temps mis pour exercer cette contraction.
- **La Force Relative** désigne la force maximale développée en rapport avec le poids du corps ; ainsi les athlètes relativement plus légers, et développant une force maximale importante disposant d'une plus grande force relative, celle-ci est une importance particulière dans les sports et disciplines, où le propre corps doit être mû. Elle est la force maximale exercée, au cours d'une contraction musculaire par unité de masse corporelle (Cardinal, 1993). $La\ Force\ Relative = Force\ Absolue / Poids.$

2. La Force-Vitesse.

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).

Est la force nécessaire de déplacer le corps, des parties du corps, ou des objets à la vitesse la plus grande possible, elle est surtout fonction de la coordination intramusculaire.

Verkhochansky ; la définit comme « la force maximale pouvant être développée pendant une limite de temps. (Weineck, 1992).

La Force Vitesse pour (Helgo & Letzelter 1990), est caractérisée par la capacité qu'a un système neuromusculaire de surmonter des résistances avec la plus grande vitesse de contraction possible.

(Bompa, 2003). La définit comme étant la capacité de produire une force maximale le plus vite possible.

Pour (Cardinal, 1993) ; c'est la capacité des systèmes nerveux et musculaires, de surmonter des résistances avec la plus grande vitesse de contraction possible, dans le plus court laps de temps possible.

En plus de la force maximale, qui est la composante principale de la vitesse, la force explosive et la force de démarrage, jouent un rôle important dans l'expression de la Force Vitesse. (Schmidtblether, 1981).

3. La force Endurance.

D'après Harre (1976), la Force endurance est la capacité qu'a l'organisme de résister à la fatigue, pour un effort de longue durée. Selon Weineck (1997), les critères de L'endurance-force sont :

- L'intensité du stimulus (en % de la force maximale de contraction)
- 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, ou de la durée du stimulus.

La Force endurance est la capacité qui permet à l'organisme de s'opposer à la fatigue, dans les prestations où la force se combine à la durée (Manno, 1989).

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).

L'Endurance musculaire définit la capacité d'un muscle à maintenir un effort sur une période prolongée. (Bompa, 2003). C'est la qualité qui permet aux muscles ou aux groupes musculaires de développer une tension sous-maximale le plus longtemps possible, soit dans des conditions aérobie, anaérobie, ou mixte. (Cardinal, 1993).

Elle est donc, caractérisée par la capacité à résister à la fatigue dans des performances de force, et à maintenir ou répéter un pourcentage de force maximale. Lorsque l'endurance de force est la dominante principale du travail, l'entraînement est orienté pour développer une endurance de force spécifique comme l'endurance de force aérobie ou anaérobie, l'endurance de force

explosive, etc.
Les entraînements sont réalisés avec des charges légères (filiale anaérobie : 40% 1 RM / filiale aérobie : 30% 1 RM) sous forme de séries ou de circuits training, en modifiant les paramètres d'exécution (rythme d'exécution dynamique / exercices variés / exercices de musculation spécifique).

3.2.6. Interaction de la force avec d'autres formes de sollicitations motrices.

3.2.6.1. Interaction de la force avec la Vitesse :

La vitesse (cyclique et acyclique), est en étroite relation avec la force maximale. La Force-Vitesse est la vitesse pure dépendante, dans une large mesure, des forces existantes. L'augmentation de la vitesse de contraction, par l'augmentation de la force est le résultat de la relation myo-physiologique suivante : lors du processus de contraction, les éléments contractiles, établissent entre eux des ponts, qui leur permettent de coulisser les uns dans les autres, de façon télescopique, et par conséquent, de raccourcir le muscle, plus les points sont nombreux par unité de temps, plus la force musculaire développée est grande. (Weineck, 1997).

3.2.6.2. Interaction de la force avec la Mobilité :

Lors de l'accroissement de la force musculaire, la mobilité ne subit aucune influence positive ou négative, cependant l'augmentation de la mobilité qui accompagne le développement de la force des muscles péri articulaires, exige une grande quantité d'exercices d'étirement et d'assouplissement. Seule une augmentation très considérable de la masse musculaire (comme en Haltérophilie), si on néglige parallèlement les exercices de compensation, peut conduire à une sensible limitation mécanique des mouvements. (Weineck, 1997).

3.2.6.3. Interaction de la force avec la capacité de Coordination :

L'augmentation de la force n'exerce pas d'influence négative sur les capacités de coordination, il faut toute fois compter immédiatement après un entraînement de la force avec une réduction de la commande musculaire de détail par suite de l'augmentation du tonus musculaire. En outre, il faut éviter tout entraînement exclusif de la force sans enseignement de la coordination spécifique de la discipline. (Weineck, 1997).

3.2.6.4. Interaction de la force avec l'Endurance :

Lorsque la section transversale du muscle augmente, du fait de la perturbation des échanges de substrats énergétiques et d'oxygène, aussi que l'élimination des déchets, la performance d'endurance diminue.

Les corrélats organiques, permettant des capacités de force et d'endurance, ne peuvent pas connaître simultanément un développement maximal. L'expression « il est tellement fort qu'il ne peut pas courir » signifie précisément, que le développement extrême d'une des capacités de la condition physique, entrave les autres.

Cependant, la capacité de fournir un travail à répétition, contre de fortes résistances (50% et plus de la force maximale), n'est pas diminuée, comme dans ce cas c'est la Force- Endurance, qui est privilégiée, le sportif qui possède la plus grande force maximale, peut effectuer un plus grand nombre de répétitions. (Weineck, 1997).

3.2.7. Les procédés appropriés au développement des Pics de la Force Maximale.

Trois conditions d'interactions sont à envisager :

1. L'interaction génère des niveaux de la force maximale :

Les procédés du développement de la force maximale préciseront les conditions mécaniques à mettre en place pour améliorer de manière optimale cette interaction. La résistance opposée au mouvement est élevée, les vitesses d'exécution sont faibles. et l'intensité de l'effort peut être assimilée à la valeur de la résistance proposée.

2. L'interaction génère du niveau de la puissance maximale :

Les procédés permettant de travailler cette interaction sont les procédés à puissance maximale. Cette condition implique des résistances moyennes mobilisées à vitesse optimale. L'intensité de l'effort est alors définie par deux critères : la valeur de la résistance et la vitesse de mobilisation de la charge.

3. L'interaction génère du niveau de la vitesse maximale :

Les procédés permettant de travailler cette interaction sont les procédés à Force-Vitesse. Cette interaction implique à la fois des capacités musculaires de force pour accélérer, dans un temps souvent très bref, les résistances, et des qualités intrinsèques de vitesse de raccourcissement musculaire pour agir sur les résistances se déplaçant à grande vitesse. Dans

ce cas, les résistances sont minimales (souvent limitées à l'inertie et au poids des segments mobilisés).

3.2.8. Les procédés pour le développement de la force maximale.

3.2.8.1. Le procédé de base : Les efforts maximaux concentriques.

Selon Flack & Kreamer, (1989), il s'agit de mobiliser des charges quasi maximales comprises entre 85 % et 95 % de 1 RM. Le nombre de répétitions par série est compris entre 5 et 2 selon l'intensité considérée. Le nombre total de séries par séance sera de 20 à 24. Entre chaque série, la récupération sera complète, soit 5 à 8 minutes (voire plus longue si l'intensité proposée est plus proche de 100 % de 1 RM).

La récupération sera complète, soit 5 à 8 minutes (voire plus longue si l'intensité proposée est plus proche de 100 % de 1 RM). La répétition de la charge de travail s'effectuera soit en :

« Série Constante » : par exemple 4 séries de 4 répétitions ;

« Pyramide Haute » : par exemple 85%- 90%- 85%

« Pyramide Descendante » : par exemple 90%-95-85%.

▪ Principes organisateurs de ce procédé :

- **Le Choix de l'intensité** : il est possible d'admettre que pour la quasi totalité des muscles, un recrutement spatial optimum des unités motrices est atteint pour une résistance de 85 % de 1 RM. (Kukulka et Coll., 1984). Ce % de 1 RM a été retenu pour définir l'intensité minimale pour les procédés à force maximale.
- **Les temps de récupération et le nombre total de répétitions** : le nombre de répétitions dans la série et le nombre de séries sont calculés de telle sorte qu'à chaque effort le niveau de puissance exprimée ne soit pas trop altéré par un phénomène de fatigue. La récupération prévue est donc longue, elle se situe dans une fourchette de 5 à 10 minutes entré chaque série.
- **La répétition de séries à charges constantes est classique pour ce type de travail** : Le mode de travail en pyramide (répétition par série de charges croissantes puis décroissantes), permet d'appréhender les charges les plus lourdes après une série plus facile servant de préparation, et ensuite de finir sur une charge plus légère permettant de maintenir une vitesse d'exécution satisfaisante de l'exercice, malgré un éventuel état de fatigue après l'effort à charge élevée.

La « **pyramide descendante** » est intéressante si l'on souhaite maintenir une vitesse optimum de mobilisation des charges tout au long des séries : la série lourde est abordée, immédiatement après un échauffement, alors que l'athlète dispose d'un bon état de « fraîcheur ». Les séries suivantes, moins lourdes, autorisent l'athlète à mobiliser la charge avec une vitesse élevée malgré l'apparition d'un éventuel état de fatigue.

Il est possible de faire varier l'intensité : en dessous et au dessus de la fourchette proposée (85 %-95 % de 1 RM). Cependant la charge ne pourra descendre en dessous de 75 % de 1 RM. Par contre, des intensités de 98 voir 100 % de 1 RM (tentative de record) peuvent être également utilisées de façon périodique. Il convient d'adapter le nombre de répétitions dans la série à l'intensité proposée. Il est recommandé de faire varier le nombre de répétitions de façon inverse par rapport à l'intensité (si l'intensité diminue, le nombre de répétitions dans la série augmente). Certains auteurs préconisent une augmentation du nombre de répétitions pour tendre vers l'épuisement à chaque série.

3.2.8.2. Les autres procédés.

1. Les efforts maximaux excentriques :

Le but est de susciter des tensions supra-maximales en mobilisant des charges comprises entre 120 % et 140 % de 1 RM sur des mouvements de type segmentaire. Selon Schmidbleicher, les meilleurs résultats de ce procédé seraient obtenus pour une intensité comprise entre 120 % et 140 % de 1 RM associée à un nombre de répétitions compris entre 4 et 2 selon l'intensité considérée (pas d'épuisement). La récupération entre les séries sera complète, soit 7 à 10 minutes. La charge de travail sera répétée en série constante : par exemple 4 séries de 4 répétitions.

- **Principes organisateurs de ce procédé :** Quelques principes organisateurs du procédé doivent être respectés car le travail excentrique maximal est délicat à aborder du fait de l'importance de la charge mobilisée :
- Ce procédé s'adresse à des athlètes bien entraînés après une phase de préparation selon le procédé des efforts maximaux concentriques. Il est strictement interdit aux débutants.
- Le choix du type d'exercice est primordial : il s'agit prioritairement d'exercices réalisés avec des appareils où la posture peut être parfaitement calée. La position angulaire du segment mobilisé doit être soigneusement contrôlée, en particulier au début du mouvement.

- Les temps de récupération et le nombre total de répétitions (nombre de répétitions dans la série x nombre de séries) sont calculés de telle sorte que l'effort ne soit pas altéré par un phénomène de fatigue.

-

2. Les efforts maximaux isométriques :

Il s'agit d'exprimer des contractions musculaires maximales isométriques contre une « résistance insurmontable ». Les paramètres optimaux sont compris entre 80 % et 100 % de la force maximale isométrique (FMI) pour l'intensité (Atha, 1981). Les durées de contraction sont de 3 à 6 secondes. Le nombre de contractions par séance varie avec l'intensité de la contraction.

Principes organisateurs de ce procédé : Le principe à respecter stipule que l'intensité de la contraction doit pouvoir être maintenue tout au long de la séance. Par exemple 25 contractions, réparties en 5 séries de 5 contractions à 80 % de FMI. La récupération devra être complète : dans l'exemple précédent, on proposera 20 secondes de récupération entre les contractions et 2 minutes de repos entre les séries. Ce procédé est incontestablement le moins traumatisant à charge maximale : il peut être recommandé.

3.2.8.3. Les Combinaison des procédés pour le développement de la force maximale :

Les procédés pour le développement de la force maximale, précédemment présentés, peuvent être associés entre eux pour en augmenter l'efficacité. Ces combinaisons peuvent s'opérer soit :

1. **Dans le mouvement** : Concentrique-Excentrique 80 %-120 % ;
2. **Dans la série** : « procédé hybride » (Slobodyan, 1972 ; Pletnev, 1976) (Concentrique + Excentrique + Isométrique).

Exemple de « bloc hybride » :

- 2 séries de 4 répétitions à 90 % de 1 RM ;
- 5 fois 5 s en isométrie maximale (20 s entre chaque effort) ;
- 1 série de 4 répétitions à 120 % de 1 RM.

-

3.2.9. Règle principale de programmation des procédés à force maximale :

La règle principale de programmation des procédés à force maximale est la règle de la progressivité de la charge. Cette progressivité peut être envisagée successivement :

- **Sur la période :** Le cycle de force maximale doit être introduit par un cycle de reprise, puis par un cycle de puissance-force.
- **Dans le cycle :** Séance après séance en fonction de l'évolution de l'athlète, les charges doivent être augmentées (le nombre de répétitions reste constant). Il semble toutefois important de ménager des séances de repos relatif où l'intensité est diminuée. La périodicité idéale de ces séances de repos relatif et leur nombre sont mal connus. Cette périodicité varie selon les athlètes.

Des périodicités de 1/4 sont souvent proposées pour un cycle de 4 semaines, 3 semaines de travail intense et 1 semaine de repos relatif. Des alternances plus fines peuvent être envisagées pour mieux répondre aux caractéristiques individuelles des athlètes.

- **Dans la séance :** les efforts maximaux doivent être introduits par un échauffement préalable comprenant des soulevés de barres dont la charge est augmentée progressivement (de 50 à 80% à 1RM par séries de 3 répétitions).

- **Les effets attendus dominants :**

- **Sur la relation Force-Vitesse :** La force exprimée à faible vitesse bénéficie principalement de ce type d'entraînement, par contre, la force exprimée à grande vitesse se trouve peu modifiée. L'effet du procédé se révèle donc assez spécifique de la vitesse de contraction utilisée pendant l'entraînement : cet effet spécifique est rapporté par Komi (1978), Thorstensson & Coll, (1976), pour des entraînements de type concentrique maximal, et par Laycoe & Marteniuk (1971), pour des entraînements de type excentrique. L'effet de l'entraînement isométrique semble également prédominant sur les vitesses faibles. De plus, dans le cas de l'entraînement isométrique, un effet spécifique à l'angle articulaire entraîné (Lindh, 1979 ; Thépaut-Mathieu et Coll, 1988 ; Kltai & Sale, 1988) et à la posture maintenue à l'entraînement isométrique (Rasch & Morehouse, 1959) sont également à souligner.
- **Sur les paramètres de l'impulsion :** Les procédés à charge maximale d'une façon générale, ont peu d'effet sur la phase de montée de force (Schmidbleicher, 1985 ; Hakkinen et Coll, 1985). En revanche, le pic de force se trouve amélioré.

▪ Les adaptations physiologiques attendues

Selon Sale, (1988), les adaptations physiologiques sont de deux ordres : elles peuvent affecter la commande musculaire (recrutement des fibres musculaires) ou affecter le muscle lui-même (hypertrophie des fibres musculaires). Les effets attendus sont dépendants de la durée de l'entraînement :

1. Lorsque l'entraînement est de courte durée (moins de 15 séances), des modifications de la commande musculaire ont pu être mises en évidence par l'analyse des modifications de l'activité électromyographique des muscles entraînés, et par l'analyse de l'effet spécifique de l'entraînement.
2. Lorsque l'entraînement est poursuivi plus longtemps, une hypertrophie musculaire apparaît : elle semble affecter à la fois les fibres I et les fibres II. (Hakkinen et Coll, 1985b ; Alway et Coll, 1989 ; Komi, 1978) quel que soit le procédé à force maximale utilisé.

3.2.10. Le développement de la force explosive.

Le processus d'amélioration des composantes spécifiques de l'explosivité repose sur respect de certains principes fondamentaux résumés en ce qui suit :

3.2.10.1. Le développement de la force maximale.

« La force maximale joue un rôle déterminant dans la production d'une force explosive » (Cometti, 2009). Le fait de soulever une charge lourde préalablement à un test de saut permet d'augmenter considérablement la performance de ce saut, si toutefois le phénomène de « fatigue musculaire » n'est pas présent (Cometti, 2009).

Les auteurs définissent l'explosivité comme étant « la capacité du système neuromusculaire à augmenter le plus rapidement possible le niveau des forces qu'il exprime ».

(Cazorla et coll, 2008), nous montrent par le biais d'une expérience qu'ils ont réalisé, qu'il existe une corrélation entre la performance à un test avec crochet et la force maximale, déterminée par la masse maigre des sujets et la coordination intra et intermusculaire. (Miller et coll, 1997) confirment cette hypothèse. Cela met bien en évidence que la force est une qualité au centre du processus de développement de l'explosivité. Les ponts d'union actomyosine sont les déterminants de la force. La force est directement dépendante du nombre de ponts d'union actomyosine (Goubel et Lensel, Corbeil, 2003). Plus le nombre de ponts d'union créés en parallèle est grand, plus la force générée par les muscles concernés est importante. Il est indispensable pour un muscle d'être capable de créer un maximum de ces ponts d'union (autrement dit de force), afin de pouvoir vaincre les forces externes en présence

aussi facilement que possible, ce qui favorisera une plus grande expression de la vitesse de raccourcissement du muscle. Afin d'augmenter le nombre de ponts d'union acto-myosine dans un muscle, il faut que la longueur de raccourcissement du muscle soit optimale (modèle de Huxley-Simmons).

Pour développer la force maximale de façon optimale, il sera nécessaire soulever une charge très proche de la charge maximale connue du sujet (1RM) pour que les résultats soient les plus marqués possibles (Cometti, 1988), dont le but principal est de développer un maximum les facteurs neuromusculaire. Miller et Coll, 1997 proposent des méthodes anisométriques comme la méthode des efforts maximaux (charge entre 85 et 95% du 1RM), la méthode excentrique (charge entre 120 et 140% du 1RM), ou encore une méthode isométrique (charge entre 80 et 100% de la Force Maximale Isométrique). Nous pouvons associer les méthodes de développement de la force maximale par hypertrophie musculaire (méthode du 10X10 par exemple) ou les méthodes par contrastes (alternance entre charge lourde et charge légère) (Cometti, 1988). Le nombre de répétitions pour chacune des méthodes devra être faible sauf dans le cas des méthodes de développement de la masse musculaire (hypertrophie), alors que le nombre de séries pourra être grand. La récupération devra être en revanche suffisamment longue pour permettre aux muscles de récupérer entièrement ou partiellement.

3.2.10.2. L'amélioration des capacités du système neuromusculaire.

(Aagaard et coll. ,2002), présente l'importance du développement du système nerveux dans une production de force maximale ou explosive. En effet, l'électromyographie effectuée sur plusieurs sujets qui se sont entraînés en force durant six mois et dont la force musculaire était différente en fin de cycle d'entraînement a permis de mettre en corrélation la qualité des voies neurales efférentes et une production de force maximale la plus grande possible. De plus, le système nerveux possède une capacité d'inhibition de l'action des organes tendineux de Golgi, ce qui va jouer un rôle déterminant dans la coordination intramusculaire. Les organes tendineux de Golgi sont des récepteurs situés aux jonctions entre le muscle et le tendon. De par leur localisation, ils assurent un rôle majoritairement protecteur de l'organisme face à des tensions trop élevées. Ils agissent via un mécanisme réflexe qui, lors d'une contraction intense entraînant des tensions maximales dans le muscle, va inhiber l'action des motoneurones des muscles concernés dans l'effort. Cette inhibition est appelée inhibition homonyme (Duchateau, 1997). Lors d'efforts sous-maximaux, le réflexe provoqué par la tension du muscle serait quasiment nul.

L'intérêt est porté aussi au recrutement spatio-temporel des unités motrices qui est déterminant dans l'acquisition d'une force maximale explosive. Duchateau, (1997) affirme l'existence d'adaptations neuromusculaires en fonction de la vitesse d'exécution du mouvement. Il observe des différences significatives du niveau de force développé entre une personne effectuant un mouvement lent ($180^\circ/\text{sec}$) et la même personne effectuant un mouvement plus rapide ($300^\circ/\text{sec}$). Ceci peut s'expliquer en grande partie par l'amélioration du recrutement plus précoce et plus synchrone dans le temps des unités motrices ainsi qu'à leur fréquence de décharge. Cometti, (2009), affirme que l'utilisation d'une charge très lourde (supérieure à 80% de la 1RM) permet un recrutement optimal des unités motrices. Le travail musculaire avec des charges lourdes, procédés à charges maximales, favorisent un recrutement optimal des unités motrices tant dans la quantité que dans la qualité (Miller et coll, 1997). Par contre, (Liu et coll, 2003) observent qu'un entraînement à faible vitesse d'exécution de type « amélioration de la force maximale », est nuisible au développement de la force explosive. En effet, un entraînement de ce genre favorise la transformation d'isoformes dits rapides vers des isoformes dits moyens ou intermédiaires. Ces propos sont aussi soutenus par (Duchateau, 1997). (Liu et coll, 2003) analysent une diminution des chaînes lourdes de myosine (MHC) de type MHC Iib en même temps qu'une augmentation des MHC Iia. Cela suggère que pour qu'un muscle ne perde pas ses qualités de force explosive, la vitesse d'exécution doit toujours être maximale, afin que les isoformes de type MHC Iib ne se retrouvent pas transformer en isoformes de types MHC Iia, perdant ainsi toute sa qualité d'explosivité. Par contre, l'utilisation d'une charge faible mais à très haute vitesse d'exécution permet d'abaisser le seuil de recrutement des unités motrices rapides, qui doivent elles-mêmes être majoritaires lorsque l'objectif est de développer une force explosive (Miller et coll, 1997). Pour diminuer le temps d'obtention du pic de force du muscle, il est nécessaire d'utiliser des méthodes qui permettent soit d'améliorer le cycle étirement-raccourcissement du muscle (méthodes pliométriques selon Cometti, (2001)), soit « d'emmagasiner » de l'énergie que l'on réutilisera par la suite (méthode des contrastes de charges selon Cometti, (2009). Pour ces méthodes, la récupération devra être complète, le nombre de répétitions faible et le nombre de séries faible également car ce sont toutes les deux des méthodes qui sollicitent intensément les muscles (Miller, 1997). Cet auteur présente également l'efficacité de la méthode statodynamique dans un processus d'entraînement visant à l'amélioration du temps d'obtention du pic de force.

3.2.10.3. Utilisation des fibres IIB :

Pour augmenter l'utilisation des fibres de type IIB par notre corps, il est préférable de s'entraîner avec des charges légères situées entre 30 et 50% du 1RM, (Miller, 1997). Ceci permettra au sujet de développer une vitesse d'exécution beaucoup plus importante que s'il devait soulever une charge lourde (courbe charge-vitesse ou force-vitesse). Etant donné que les fibres IIB sont utilisées majoritairement pour les mouvements rapides et intenses, nous pouvons considérer que c'est ce type de sollicitations qui permettra de développer au mieux l'explosivité. Les procédés à vitesse maximale sont donc recommandés.

3.2.10.4. Développement de la raideur de la CES :

Les méthodes mettant en jeu le cycle étirement-raccourcissement du muscle privilégier pour le développement de la raideur de la CES. La méthode pliométrique est la plus utilisée, et est proposée entre autres par Cometti, (2001). Miller et coll, (1997) sont en accord avec les propos de cet auteur et préconisent également l'utilisation de cette méthode ou encore la méthode stato-dynamique qui permet également de solliciter la CES par la mise en tension préalable au renvoi.

3.2.10.5. Développement de l'efficacité du réflexe d'inhibition :

L'efficacité du réflexe d'inhibition du muscle antagoniste peut être développée par un entraînement qui vise à augmenter la force maximale via un procédé à charges maximales. Duchateau, (1997) a démontré que ces procédés vont augmenter la capacité du système à inhiber la production de force des muscles antagonistes, ce qui a été confirmé par Häkkinen et coll, (1998). Le développement de l'efficacité de ce réflexe exige un entraînement en force à charges maximales (méthode des efforts maximaux de Zatsiorski). Ce type d'entraînement favorise également l'amélioration du contrôle moteur par le sujet. Duchateau, (1997) affirme que sur des sujets non-entraînés, la musculature antagoniste peut influencer le contrôle du mouvement car celle-ci provoque des contractions parasites ce qui limite la performance du muscle agoniste. L'auteur ajoute qu'un processus de renforcement musculaire permettrait systématiquement d'augmenter le réflexe d'inhibition du muscle antagoniste, laissant ainsi la possibilité au muscle agoniste d'exprimer tout son potentiel.

3.3. La Puissance Anaérobie Maximale.

Lors d'un travail intensif, qui demande une grande quantité d'énergie par unité de temps, la cellule musculaire utilise la voie anaérobie. Les dépôts de créatine phosphate sont rapidement épuisés et l'accumulation du lactate consécutive à la glycolyse anaérobie bloque le métabolisme intracellulaire. La cellule musculaire essaie autant que possible d'utiliser la voie aérobie (phosphorylation oxydative) dans la mesure où les fibres musculaires soient suffisamment alimentées en oxygène. Lors du passage de l'état de repos à l'effort, l'apport de l'oxygène dans la musculature est insuffisant car, au repos, près de 90% des vaisseaux capillaires sont fermés ; le sang circule principalement dans les autres organes (Hegner, 1990). L'effort physique conduit entre autre à une activation du système cardio-pulmonaire, à une augmentation du transport d'oxygène et à une ouverture (vasodilatation) des capillaires de la musculature qui travaille. Si l'intensité de l'effort est plus grande et malgré une irrigation sanguine maximale, l'apport en oxygène ne suffit pas à couvrir les besoins, les cellules musculaires sont alors obligées d'utiliser la voie aérobie et, ainsi, de dégrader le glucose d'abord en pyruvate puis en lactate. Ces deux substances ont un effet toxique sur les fibres musculaires, même en petites concentrations. Le lactate a cependant l'avantage de pouvoir sortir de la cellule. Il peut être transporté par le sang et utilisé comme source d'énergie par le muscle cardiaque. La circulation sanguine en transporte également une partie dans le foie, qui le retransforme en glucose. Ainsi, le lactate peut être éliminé et il disparaît de l'organisme. " Plus un athlète est entraîné, plus grande est la vitesse à laquelle il peut éliminer le lactate et, ainsi retarder le moment où sa concentration augmente dans le sang."(Hegner, 1990).

3.3.1. Définition de la puissance Anaérobie Alactique.

La filière anaérobie alactique entre en jeu immédiatement dès l'arrivée de l'influx nerveux grâce à l'A.T.P et la Phospho-créatine (P-C). Les réactions n'ont pas besoin d'oxygène. Cette filière très peu importante quantitativement est capitale car elle existe toujours, et que le stock d'A.T.P est minuscule par rapport aux besoins. Le capital d'A.T.P. de cette filière intéresse les activités sportives qui utilisent pleinement ces sources énergétiques a savoir :

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

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

3.3.2. Les effets de l'effort maximal.

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

- L'élévation du débit cardiaque maximum,
- Meilleure extraction de l'oxygène au niveau du muscle avec pour conséquence,
- Une amélioration du métabolisme aérobie,
- Une meilleure utilisation musculaire d'une quantité donnée d'O₂ fournie par le poumon,
- Une augmentation du catabolisme des acides gras et diminution du catabolisme du glycogène se traduisant par une baisse du coefficient respiratoire,
- L'augmentation du catabolisme des acides gras implique l'amélioration des conditions d'aérobiose par l'augmentation du débit sanguin et de la concentration des enzymes du catabolisme des acides gras (Craplet, 1986).

3.4. Relations de la vitesse avec les autres qualités physiques.

La vitesse est l'aristocratie des qualités physiques. Elle est incontournable dans la recherche de la performance, tant elle bonifie toute autre qualité physique avec laquelle elle se combine. Elle transforme la souplesse en agilité, la force en puissance.

Dans les épreuves d'endurance, elle dicte le sportif d'une capacité de démarrage et de sprint final pour faire la différence ; elle rend furtifs les gestes d'adresse et donne de la virtuosité à l'équilibre. (Frédéric Aubert, Thierry Blancon).

Conclusion

La recherche de la performance sportive en Karate Do justifie les intérêts portés aux facteurs de la condition physiques.

En effet, le Karate Do est une discipline qui fait principalement appel au système anaérobie alactique et aérobie (Cazorla, 2000).

Par ailleurs, la capacité aérobie et la puissance explosive musculaire joue un rôle essentiel dans la capacité d'un karatéka à des performances de haut niveau.

Les performances de haut niveau en Karate reposent essentiellement sur des techniques explosives, (Chaabène et Coll., 2012) et requièrent un certains nombre d'exigences pour prétendre à l'exploit.

L'importance du facteur physique et la détermination des éléments précis de son développement s'avère de plus en plus indispensable pour aspirer à être compter parmi l'élite mondiale.

La performance de haut niveau exige des qualités neuromusculaires importantes (force, puissance et vitesse) pour être performants au cours des actions de kata et de combat. Elle nécessite également des qualités aérobies suffisantes afin d'optimiser la restauration des réserves énergétiques (ATP, PCr) entre les efforts de haute intensité mais également de faciliter l'élimination des métabolites induits par ces mêmes efforts. L'entraînement doit alors combiner les deux filières énergétiques afin d'améliorer son efficacité en compétition et de repousser le seuil de fatigue.

Les connaissances relatives à la condition physique et à la méthodologie d'entraînement sont alors, indispensables pour assurer un développement athlétique de qualité et un suivi des performances à haut niveau. La seule maîtrise technico-tactique ne peut plus pallier un manque à ce niveau car le karatéka a tendance à devenir plus rapide, plus fort et plus endurant afin d'atteindre les meilleures performances sportives (Thierry, 2010).

CHAPITRE IV :
L'évaluation comme
moyen de sélection et
de développement

Préambule

Dans ce chapitre, nous présentons l'évaluation comme moyen de développement de la condition physique et son importance dans la préparation des athlètes en karate Do.

Nous procédons par la définition du concept suivi par la détermination des différents types et les différents critères d'évaluation pour terminer avec l'athlète comme source de progression. L'évaluation de l'athlète prends en consideration les facteurs physique concernes par notre etude à savoir la Vitesse maximale aérobie, la Puissance maximale anaérobie et la force maximale. Nous présentons les différents procédés et procédures d'évaluations et les différents protocoles de test de laboratoire et de terrains.

Il est a noter que la démarche de la préparation physique passe par l'analyse de l'activité (type d'efforts...), ainsi que par une évaluation complète des qualités physiques des sportifs. Pour cela, des tests, permettant d'évaluer les différentes qualités physiques (force, puissance, endurance...), ont été élaborés afin de constituer une base de travail. Les objectifs des tests permettront de définir les axes du travail physique pour les sportifs, afin de les préparer aux contraintes de la compétition.

Les tests peuvent aussi avoir un rôle de prévention et de contrôle suite à une rééducation (effets de la réhabilitation).

Il est cependant important de noter que l'ensemble de ces tests est destiné à aider l'entraîneur dans la prise de décision afin de proposer un entraînement physique individualisé, adapté et précis.

4.1. Définition de l'évaluation.

Evaluer, c'est « donner une valeur à une observation ou à une mesure portant sur un comportement, un critère, un résultat et/ou une performance, afin de prendre une décision s'inscrivant dans le contexte choisi par l'évaluateur », (Cazorla ,1999). C'est un « acte par lequel, à propos d'un événement, d'un individu, d'un objet, on émet un jugement en se référant à plusieurs critères » Noizet, G., & Caverni, J. P. (1983).

L'évaluation, n'est pas forcément "noter" ou "mesurer», mais c'est aussi« émettre un jugement de valeur, jugement dans lequel la subjectivité de l'évaluateur est engagée ». BRAU. Antony & David. Ils ajoutent que « le jugement porté sur des faits peut prétendre à l'objectivité, à condition que ceux qui évaluent s'accordent sur les critères et les indicateurs permettant d'apprécier la prestation de l'individu ».

En somme, l'évaluation c'est l'apport d'information en retour sur le résultat des actions passées, qui permet au sujet d'adapter la suite de ses actions par rapport à son but. (Cardinet, 1988).

Lorsque les habitudes de la pratique des activités physiques sont connues, il peut être intéressant d'évaluer la condition physique. Les mesures prises permettent de déterminer les forces et les faiblesses du sujet ou de repérer les facteurs qui nécessitent des améliorations afin d'ajuster le type d'intervention.

La démarche de la préparation physique passe par l'analyse de l'activité (type d'efforts...), ainsi que par une évaluation complète des qualités physiques des sportifs. Pour cela, des tests, permettant d'évaluer les différentes qualités physiques (force, puissance, endurance...), ont été élaborés afin de constituer une base de travail et permettre d'objectiver la planification de l'entraînement. Les objectifs des tests permettront de définir les axes du travail physique pour les sportifs confirmés, afin de les préparer aux contraintes de la compétition.

Les tests peuvent aussi avoir un rôle de prévention et de contrôle suite à une rééducation (effets de la réhabilitation).

Il est cependant important de noter que l'ensemble de ces tests est destiné à aider l'entraîneur dans la prise de décision afin de proposer un entraînement physique individualisé, adapté et précis.

4.2. L'intérêt de l'évaluation.

L'évaluation permet d'orienter, d'organiser et de planifier l'intérêt de la détermination des qualités testées, et justifier les relations très étroites entre ces paramètres et les performances dans les épreuves dans diverse activités sportives. Cependant, ces coefficients de corrélation sont trop faibles pour garder un pouvoir discriminant et prédictif des performances dans un groupe de sujet très homogènes. Dans lequel l'entraîneur utilise l'évaluation pour :

- Mieux connaître les capacités des sportifs dont il a la responsabilité, d'orienter individuellement avec le plus de pertinence possible leurs charges d'entraînement et ce afin d'éviter le sous ou le sur entraînement,
- Contrôler, voire réajuster les charges en fonction de l'amélioration de ses sportifs ou/et des nouveaux objectifs de périodes différentes d'entraînement,
- Suivre les effets cumulés induits par ces périodes,

Autrement dit, il a besoin d'outils spécifiques d'évaluation pour accompagner chacune des étapes du processus d'entraînement : évaluation initiale, évaluation de contrôle, évaluation de suivi de l'entraînement.

La multiplication de l'utilisation de ces outils impose que ces derniers soient inclus naturellement dans le processus d'entraînement, qu'ils devront cependant perturber le moins possible tout en respectant le plus possible le « confort » du sportif. Ceci signifie que ces outils devront être pertinents, valides, reproductibles, accessibles. En outre leurs résultats, ils devront être directement traités sans délai et être utilisés afin d'ajuster et de contrôler individuellement les charges de l'entraînement. .

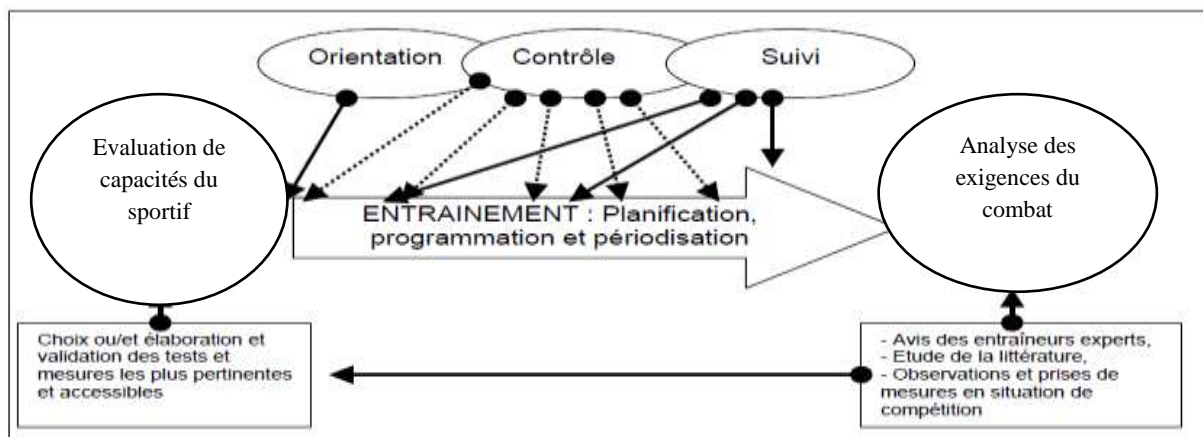


Figure 13: Ensemble des conditions intervenant dans le processus d'entraînement (Cazorla, 1991).

L'évaluation peut nous être utile pour déterminer les points forts et les points faibles de l'athlète, connaître ses possibilités et ses limites, optimiser son potentiel, définir le contenu de l'entraînement, mesurer l'adaptation ou la progression/régression et enfin lui établir un programme spécifique. (Franck, 2016).

4.3. Les Types d'évaluations.

Pour remplir ces différentes fonctions, trois types d'évaluations peuvent être définis selon la typologie de (Bloom, 1976) et de ses collaborateurs : l'évaluation diagnostique, l'évaluation formative et l'évaluation sommative. Ces différentes évaluations ne se caractérisent pas seulement par l'objet sur lequel elles portent, mais également par le moment de leur mise en œuvre :

4.3.1. Évaluation diagnostique.

Elle cherche à caractériser un apprenant en identifiant des difficultés prévisibles et en déterminant les risques liés à une orientation future. Elle doit également permettre de prévoir les apprentissages qui devraient pouvoir être réalisés afin de pouvoir procéder, par exemple, à une orientation.

4.3.2. Évaluation formative.

Elle cherche à contribuer à l'amélioration de l'apprentissage en cours en introduisant une régulation de l'enseignement. Elle permet à l'enseignant de recueillir des informations sur les conditions d'apprentissage de l'élève en mettant en évidence ses difficultés et en lui donnant l'occasion d'y remédier.

4.3.3. Évaluation sommative.

Elle se propose de faire un bilan des savoirs et des savoir-faire acquis à un moment particulier du processus d'apprentissage. Elle devrait être utilisée, au terme d'un processus d'apprentissage, pour certifier de la maîtrise de certains objectifs pédagogiques. Elle peut s'intéresser à des compétences générales ou à des compétences particulières.

Il est à noter que la notion d'évaluation diagnostique n'est pas adoptée par tous les chercheurs et théoriciens. Certains préfèrent parler d'évaluation pronostique (De Ketele, 1983 et 1993 ; Allal, 1979 et 1991 ; Hadji, 1997) alors que (Cardinet, 1977) met en évidence la fonction pronostique, prédictive de cette évaluation.

4.4. Les critères de l'évaluation.

Les évaluations peuvent être réalisées en laboratoire ou sur le terrain. Dans le premier cas, les mesures sont directes et donc précises, mais l'accès à ce type de tests est difficile. Dans le deuxième cas, la mise en œuvre est plus aisée, mais la précision des estimations de résultats par mesures indirectes dépend des impératifs suivants :

1. **Objectivité** : les résultats doivent être indépendants du "testeur" pour exprimer la réalité avec exactitude.
2. **Fidélité** : les conditions de tests doivent être à chaque fois identiques pour que les résultats soient comparables. Dans le cas où le test serait reproduit le lendemain par exemple, les résultats, à la marge d'erreur près, devraient être identiques.
3. **Validité** : ce principe exprime le fait qu'un test doit avoir été expérimenté et validé pour être utilisé comme référence.
4. **Pertinence** : le test doit être en rapport avec la discipline pratiquée pour faire une évaluation cohérente des critères prépondérants.

4.5. Le placement de l'évaluation dans le temps.

Placée en début de cycle d'entraînement, l'évaluation sert de diagnostic pour la construction du plan d'entraînement. Il s'agit de l'inventaire des points forts et faibles.

Réalisée en cours de cycle, elle permet de vérifier la progression mise en place et autorise d'éventuelles corrections. Il s'agit d'une évaluation opérationnelle.

En fin de cycle, l'évaluation de la somme des acquis est réalisée et indique le niveau atteint. Il s'agit de l'évaluation sommative. (Franck, 2016)

En fin de cycle, l'évaluation de la somme des acquis est réalisée et indique le niveau atteint. Il s'agit de l'évaluation sommative. (Franck, 2016).

4.6. L'évaluation des aptitudes de l'athlète.

Evaluer l'athlète est une nécessité pour donner un sens au projet d'entraînement. En effet, la première étape du processus d'entraînement est l'évaluation diagnostic pour savoir d'où on part pour atteindre un objectif. Après les étapes de construction de l'entraînement et de la mise en œuvre, la dernière est celle de la régulation et de la remédiation d'erreurs éventuelles. Il faut donc évaluer la progression pour valider les choix de l'entraîneur. (Christophe Franck

,2016). Les tests d'évaluation sont des épreuves permettant de déterminer les aptitudes d'un individu par rapport à un critère établi et précis. Ils doivent s'inscrire dans une logique de méthodologie d'entraînement.

4.7. L'évaluation des qualités concernées par l'étude.

4.7.1. L'évaluation de la Force Maximale.

Le but est de trouver la charge que l'on ne pourra soulever qu'une seule fois par évaluation directe. Cette solution est celle permettant de connaître au mieux la charge maximale appelée la **1RM**. Cette méthode doit être utilisée uniquement par des athlètes familiarisés avec les mouvements à exécuter, échauffés parfaitement et en utilisant un protocole établi.

- Echauffement général,
- Echauffement spécifique au mouvement évalué,
- 8 à 10 répétitions à 50% env. du maximum estimé de la personne,
- Repos 1mn,
- 5 répétitions à 70%,

1. Détermination de la charge Max :

- La charge maximale estimée est chargée et la tentative réalisée,
- 3 à 5 tentatives peuvent être faites en respectant un temps de repos de 5mn entre chacune d'entre elles,
- En cas d'échec vraiment flagrant ou au contraire de réussite, aménager les charges et poursuivre suivant le même principe.

Par évaluation indirecte : le principe va être de calculer la charge maximale à partir d'une charge sous maximale soulevée entre 2 et 10 fois. Cette méthode est celle à utiliser par les sportifs non familiarisés avec la musculation sous barres. Cette estimation est possible car une relation quasi linéaire existe entre le pourcentage de force et le nombre de répétitions réalisables (Sale et McDougall, 1981) :

Echauffement général ;

Echauffement spécifique au mouvement évalué :

- 8 à 10 répétitions à 30% env. du poids de corps de la personne,
- Repos 1mn,
- 5 répétitions à 50%.

Détermination du maxi : Le testé doit faire entre 6 et 10 répétitions maximum.

Pour situer la charge, se baser sur la morphologie de l'individu et son poids de corps,

- Estimer la charge à l'aide de la table ou de la calculatrice ci-dessous.

Tableau 23: Correspondance entre la charge maximale et le nombre de répétitions
(version adaptée de la table Berger).

RM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
% arrondi de charge	100	97	95	92	90	88	85	83	81	79

- Un autre calcul est possible pour connaître la charge maximale :

$((0,0333 \times \text{nombre de répétitions totale}) + 1) \times \text{la charge déplacée} = \text{Charge Maximale.}$

Exemple : 10 répétitions à 100 kg (11 répétitions infaisables)

$(0,0333 \times 10) + 1 = 1,333$, d'où $100 \times 1,333 = 130\text{kg}$, donc **130 Kg est la 1RM.**

4.7.2. L'évaluation de la Vitesse Maximale Aérobie (VMA ou VAM).

Pour l'évaluation de la condition physique, l'entraîneur a le grand choix entre deux grandes catégories de tests sont à considérer, à savoir les tests de laboratoire, et les tests de terrain :

4.7.2.1. Méthode d'évaluation au laboratoire :

Trois méthodes sont utilisées pour imposer des exercices de puissance déterminée : la course sur tapis roulant, le travail sur bicyclette ergométrique et la montée et descente d'une marche Steep-Test (Astrand, 1986). Ces tests en laboratoire demeurent les meilleurs de tous. Ils permettent de déterminer de façon précise différents paramètres déterminants l'état de la condition physique des athlètes. L'intensité du travail fourni, est exprimée en watts et est déterminée dans le cas de l'ergocycle par une force de freinage dans le pédalier multipliée par un nombre de tours par minute (Taelman, 1991).

4.7.2.2. Méthode d'évaluation sur le terrain :

Les tests d'évaluation de la VMA sur le terrain se fondent généralement sur les mêmes principes que ceux utilisés au laboratoire. Ils sont aussi variés par leurs modes et leurs protocoles. Ils comptent des épreuves en paliers, vitesse progressive croissante, interrompue ou non de périodes de récupération (protocole triangulaire).

En outre il existe des épreuves d'un seul palier, le plus intense possible et dont la durée et ou la distance est variable (protocole rectangulaire).

Plusieurs batteries de test sont à disposition des sportifs pour évaluer leur VMA. Il est important de toujours réaliser les tests afin de pouvoir comparer les progrès dans le temps.

De nombreux spécialistes ont développé des protocoles permettant de mesurer la VMA. Pour cela, Plusieurs tests de piste ont été élaborés :

1. Navette (yoyo test ; Léger ; Buchheit...),
2. Ligne droite (Vameval, Brue, Gacon...),
3. Course continue (Brue...),
4. Test intermittent (Gacon...),
5. Épreuve triangulaire (Vameval...),
6. Epreuve rectangulaire (Cooper...).

Les tests de terrain les mieux notés actuellement sont :

- I. **Le test rectangulaire discontinu : le Test de l'Université de Bordeaux 2 (TUB2) (1990).** Il s'agit d'une course progressive par paliers de 3 min entrecoupés d'1 minute de récupération passive. Bornes placées aussi tous les 20 m.
- II. **Les tests rectangulaires continus :**
 1. **Test de Léger et Boucher (1980) :** paliers de deux minutes à augmentation d'1 km/h à chaque palier. A chaque repère sonore, les sujets évalués doivent passer au niveau d'une des bornes placées tous les 50 m autour d'une piste d'athlétisme de 400 m.
 2. **Test Vameval de Cazorla et Léger (1993) :** course progressive autour d'une piste où les bornes repères ont été placées tous les 20 m. Incrémentation de 1 à 2 km/h par palier de 1 min.
 3. **Test navette aérobie de Léger et coll (1982) :** course en navette de 20 m à paliers de 1 min à augmentation de 1 à 2 km/h à chaque palier. A chaque repère sonore, les sujets évalués doivent se situer au niveau d'une des lignes parallèles situées à 20 m l'une de l'autre, bloquer un pied derrière la ligne et repartir en sens inverse. NB : ce test est davantage utilisé pour les sports collectifs dû à sa pertinence (à sa ressemblance avec le sport).
 4. **Test derrière cycliste de Brue (1985) :** Course progressive par paliers de 30s avec une augmentation de 1 à 2 km/h par palier. Vitesse de course imposée par un cycliste habitué à pédaler aux cadences imposées.

Voici les plus utilisés sans doute par les entraîneurs spécialistes (Vaussenat, 1994) ; (Thiebaud & Sprumont, 1998) ; (Dellal, 2008) :

Tableau 24 : Les principaux tests de VMA.

Test	Allure	Course	Paliers	Incrément de vitesse	Estimation de la VMA
Test de Léger-Boucher	Progressive	Continue	2min	1km/h	Dernier palier Complété
Test VAM-EVAL	Progressive	Continue	1min	0.5km/h	Dernier palier Complété
Cooper	Constante	Continue	12 min	-	Plus grande distance parcourue
Demi-Cooper	Constante	Continue	6 min	-	Plus grande distance parcourue
45-15 de Gacon	Progressive	Intervalle	45''	0.5 km/h	Vitesse de dernier palier réalisé
30-15 Buchheit	Progressive	Intervalle	1 min	0.5 km/h	Vitesse de dernier palier réalisé
Tube2	Progressive	Intervalle	3 min	2km/h	Vitesse de dernier palier réalisé
Test navette	Progressive	Aller-retour (20m)	1min	0.5 km/h	Vitesse de dernier palier réalisé
Yo-Yo test	Progressive	Aller-retour (20m)	1min	0.5 km/h	Vitesse de dernier palier réalisé
Test de Conconi 1982	Progressive	Continue	200m	0.5km/h	Dernier palier Complété
Le test de Brue	Progressive	Continue	30 secondes	0.3 km/h	Vitesse de dernier palier réalisé
Test 5min de Brikci	Constante	Continue	5min	-	Plus grande distance parcourue
CAT test	Constante	Continue	1500-3000m	-	Minimum du temps réalisé

4.7.2.3. Impact physiologique et pourcentage de la VMA :

La VMA est toujours nécessaire pour organiser les charges utiles des exercices. Elle constitue, la référence pour prévoir les intensités qui peuvent être soit infra maximales, soit maximales, soit encore supra maximales. Ces intensités s'expriment en pourcentage de VMA.

Grâce à ces pourcentages, il est totalement possible de prévoir les impacts métaboliques à développer.

Tableau 25: Impacts physiologiques obtenus par les différents pourcentages de VMA sollicités. (Thomas, 1998)

% de la VMA	Effets recherchés
De 50 à 55	Récupération active après un exercice lactique
De 55 à 65	Echauffement avant un entraînement
De 65 à 75	Endurance modérée
De 75 à 85	Endurance limite
De 85 à 100	Puissance aérobie maximale + endurance lactique
De 100 à 130(15s- 15s)	Puissance aérobie maximale
De 100 à 155(1 à 3min)	Endurance et puissance anaérobie lactique

4.7.2.4. VMA et l'évaluation de l'endurance aérobie :

Parmi les nombreuses techniques susceptibles d'évaluer l'endurance aérobie nous ne retiendrons que celles utilisant la durée limite maintenue à un pourcentage de VO₂ max ou de VMA, l'indice d'endurance aérobie de (Cazorla, 1990). Il semble que les premiers travaux ayant permis de mettre en évidence les aspects curvilinéaires de la relation entre le pourcentage de VO₂ max utilisé et la durée d'une course, soient à attribuer à Costill et Fox(1969) et à Astrand et Rodhal (1970). C'est à partir de ce modèle que Saltin (1973) proposa une équation de forme linéaire utilisable uniquement pour des durées comprises entre 30 et 300 minutes : % VO₂ max = 0.94 - 0.001 t (min)

Une autre façon d'appréhender l'endurance aérobie est de chronométrer la durée de maintien d'un pourcentage donné de la VMA.

Nombreuses sont les études qui ont envisagé de mesurer directement cette durée au cours d'un protocole rectangulaire de course sur tapis roulant ou sur piste à des pourcentages de VMA (Tableau 2).

Tableau 26: Synthèse des résultats des principales études portant la durée limite de maintien d'un pourcentage de la vitesse aérobie maximale : On remarquera la disparité de ces durées.

Références	Course	% VMA	EA (min)
Costill (1970)	Tapis roulant	95	30
Costill et al. (1973)	Tapis roulant	86	56.3
Higgs (1973)	Tapis roulant	100	4.63
Volkov et al. (1975)	Tapis roulant	100	5.4
Briggs (1977)	Tapis roulant	95	8.6
Reybrouck et al. (1986)	Tapis roulant	91	22.9
Péronnet et al. (1987)	Piste	100	7
Lacour et al. (1990)	Piste	100	8.7
Padilla et al. (1992)	Piste	100	Homme 8.4
Femme		7	
Ramsbottom (1992)	Piste	90	Homme 18.7
82		Femme 21.8	
Billât et al. (1994-1995)	Tapis roulant	100	6.7

Pour obtenir l'indice d'endurance aérobie de **Cazorla**, commencer par évaluer la VMA. Calculer ensuite la vitesse moyenne maintenue sur une distance ou une durée donnée :

$$\mathbf{I.E.A = vitesse\ moyenne\ tenue\ pendant\ la\ durée\ choisie\ MA \times 100}$$

Plus le pourcentage obtenu, tend vers 100, meilleures est l'endurance spécifique du sujet (**Cazorla, 2001**).

Prenons un exemple : un sujet dans la VMA a été mesuré à 18.3km/h qui a parcourue en 12min 2700m, soit 13.5km/h vitesse moyenne. son **I.E.A est : $(13.5 \times 100) / 18.3 = 73.77\ %$** .

4.7.2.5. VMA et extrapolation de VO2 Max :

Nombreux sont les auteurs qui ont proposé des équations de prédictions de VO2 max (ml·min⁻¹·kg⁻¹) à partir de la connaissance de la VMA. (Tableau 3).

Tableau 27: Équation de prédiction de VO₂ max en fonction de la vitesse de course et résultat à partir de l'hypothèse d'une VAM de 20 km/h.

Références	Equation de prédiction V = VMA	VO ₂ Max prédite avec une VMA 20km/h
Astrand, 1952	$Y = 2.93.V + 9.33$	67.9
Balke, 1963	$Y = 2.86.V + 10.2$	67.4
Margaria et al 1963	$Y = 3.33.V + 3.5$	70.1
Shephard, 1963	$Y = 2.98.V + 7.6$	67.2
Pugh, 1970	$Y = 2.979.V + 4.245$	63.8
Costill et al. 1973	$Y = 4.2.V - 15,24$	68.7
Costill et al. 1973	$Y = 3.4.V - 5.24$	62.7
Mc Miken et Daniel 1976	$Y = 2.867.V + 5.363$	62.7
Bransford et Howley 1977	$Y = 3.40.V. - 0.51$	67.5
ACSM, 1980	$Y = 3.3478.V + 3.275$	70.2
Léger et Mercier 1983	$Y = 2.209 + 3.163.V + 0.000525 542 V^3$	65.7
Léger et Mercier 1983	$Y = 3.5 V$	70

Celle de Léger et Mercier (1983) qui résume l'ensemble des équations précédentes pour calculer une équation moyenne **VO₂ max= 3,5 X VMA (km/h)** s'avère la plus simple, chaque accélération correspond à une augmentation du cout énergétique de 3.5 ml/kg/min (Billât, 2003).

Tableau 28 : Indication des valeurs de VO₂ max en fonction de niveau de condition physique (Reiss et Prévost 2013)

Population	VO ₂ max (ml/min/kg)	VMA équivalente (km/h)
Adultes peu ou moyennement actifs	30 à 45	8.8 à 12.8
Adultes de bonne condition physique	45 à 55	12.8 à 15.8
Adultes en excellente condition physique	55 à 65	15.8 à 18.5
Athlètes d'élites en Sports aérobic	65 à 90	>18.5

4.7.3. L'évaluation de la Puissance Maximale Anaérobie.

Puisqu'actuellement l'ensemble des tests consistent à mesurer une puissance mécanique, il est préférable de les appeler « **tests de puissance mécanique maximale** » et non pas test de puissance maximale anaérobie alactique, même si c'est ce métabolisme qui assure l'essentiel de l'apport énergétique.

Le processus anaérobie alactique permet de fournir l'énergie nécessaire aux exercices courts et intenses. L'ATP et la PCr constituent les sources énergétiques principales de ce type

d'exercices. L'aptitude anaérobie alactique peut être évaluée à partir de tests réalisés toujours à intensité maximale et de durées inférieures à 6 ou 7s pour la composante puissance mécanique développée et entre 8 et 20s pour la composante endurance. Cette durée est d'autant plus courte que l'intensité de l'épreuve est plus élevée- Plus la durée de l'exercice est brève plus la participation des métabolismes anaérobie lactique et aérobie est limitée.

Plus la durée de ces épreuves se prolonge au delà de 7 ou 8s, plus la contribution de la glycolyse lactique devient importante. La puissance maximale décroît rapidement lorsque l'exercice se prolonge (Wilkie 1960, Davies 1971, Kyle et Caizzo 1986).

Au delà de 15s, la contribution de la glycolyse aérobie ne doit pas être négligée. La puissance, quotient d'un travail par un temps, est égale au produit d'une force et d'une vitesse. Depuis les travaux de Fenn, Hill et Aubert, il est connu que la vitesse de raccourcissement musculaire dépend de la force qui s'oppose au déplacement. Réciproquement la force que peut exercer un muscle dépend de la vitesse du raccourcissement.

Une des conséquences essentielles de cette relation force-vitesse est que la puissance produite lors d'une contraction (égale au produit FV) dépend donc de la vitesse et de la force. La puissance produite lors d'une contraction est égale au produit de la force par la vitesse de raccourcissement. Puissance = Force x Vitesse.

Les valeurs de puissance maximale anaérobie sont supérieures chez les athlètes pratiquant des sports de puissance et de vitesse (Komi et coll. 1977, Vandewalle et coll. 1987, Seresse et coll. 1989). Ainsi, on peut donc distinguer deux types de tests :

- I. Les premiers d'une durée inférieure ou égale à 5s, permettent d'évaluer la puissance θ mécanique des membres inférieurs. Il s'agit :
 1. Du saut vertical a partir d'une position fléchie à l'arrêt (demi-squat) sur une plate-forme de force a jauges de contrainte, sur un tapis électronique dit de bosco ou ergojump, ou depuis une surface plane : test de Sargent,
 2. Du coup de pédale sur un cycloergomètre adapté ou test d'Ayalon, Inbar et bar-or, (Wingate test, tests force-vitesse...).
 3. Du nombre max de rotations des manivelles d'un pédalier d'un cycloergomètre en 5s,
 4. De l'épreuve de l'escalier de Margaria-Kalamen,
 5. Du sprint lancé de 10 et 20m,
 6. De l'épreuve sur Tapis de Sprint Autotracté ;

II. les seconds, de durées plus longues, permettent d'évaluer l'endurance du système alactique tant au niveau des membres inférieurs :

1. Epreuve des sauts verticaux répétés de Bosco,
2. Epreuve du nombre maximal de squats avec haltères pendant 15s, qu'au niveau des membres supérieurs,
3. Epreuve du nombre maximum de traction à la barre en 15s,
4. Epreuve du nombre maximum de pompes avec une charge de 20kg en 15s,
5. Sprint lancé 100m.

Certaines de ces épreuves comme le saut vertical sur plateforme de force ou sur tapis de Bosco, le sprint sur tapis autotracté, le coup de pédale sur un cycloergomètre aménagé, et la montée de l'escalier de Margaria-Kalamen qui requièrent un matériel sophistiqué et coûteux peuvent être considérées comme des épreuves de laboratoire alors que les autres sont des tests de terrain facilement accessibles aux éducateurs sportifs.

Quel que soit le protocole utilisé, la mesure de la puissance maximale dite « anaérobie alactique » nécessite trois conditions :

1. L'exercice doit être réellement **maximal**,
2. La durée de l'exercice doit être **très courte**,
3. Les conditions de force et de vitesse doivent être **optimales**.

Quels que soient les tests utilisés ceux-ci montrent que les valeurs de puissance maximale anaérobie :

1. Sont supérieures chez les athlètes pratiquant des sports de puissance et de vitesse ;
2. Sont nettement plus faibles chez l'enfant que chez l'adulte ;
3. Décroissent avec le vieillissement,
4. Sont supérieures lorsque les épreuves sont proches des exercices réalisés à l'entraînement ou en compétition.

Tableau 29 : Distribution des différents types de fibres musculaires en % du nombre total (d'après les données de Gollnick 1973, Bell 1980, Colling-Saltin 1980).

Type de fibres	Naissance	1 an	6 ans	30 ans
I	40%	60%	59%	% 60
IIa	30%	30%	21%	20%
IIb	10%	10%	20%	20%
IIc	20%	0%	0	0%

Conclusion.

Le développement de la performance sportive en Karate passe inévitablement par l'évaluation du processus d'entraînement et de compétition.

L'évaluation des facteurs de la condition physiques nous renseigne sur l'état de préparation et permet de situer le niveau physique de l'athlète lors d'une période de préparation bien déterminée.

L'entraîneur soucieux du développement de son athlète, doit accorder une grande importance à l'évaluation lors d'une prise en charge athlétique.

En effet, il doit connaître les types d'évaluations, les critères de jugement et son emplacement durant les différentes périodes de la saison.

Par ailleurs, l'évaluation de l'aptitude de l'athlète nécessite la maîtrise des protocoles des tests de terrain et la connaissance des tests de laboratoire pour pouvoir optimiser au mieux la capacité d'un karatéka à des performances de haut niveau.

Les karatekas de haut niveau doivent être constamment évalués afin de garantir un suivi de leurs préparations et prétendre à un éventuel exploit sportif.

L'importance de l'évaluation du facteur physique et la détermination des éléments d'imperfections et le niveau de développement de l'athlète s'avère de plus en plus indispensable pour garantir une préparation efficace et investir la compétition avec assurance et ambitions tolérées.

2^{eme} Partie :

Méthodologie de la
recherche

CHAPITRE V :
Procédures
Méthodologique de la
recherche.

Préambule :

Ce chapitre a pour objet de présenter la démarche méthodologique et organisationnelle de notre recherche

Notre démarche suit les étapes suivantes :

1. Présentation des caractéristiques de l'échantillonnage qui comporte des athlètes Algériens de haut niveau en kata et en kumite. Il est a noté que notre étude a touchée la grande majorité de l'élite algérienne existante.
2. Présentation des protocoles de déroulements de tous les tests utilisés.
3. Présentation des méthodes de recherche utilisées et qui concernent essentiellement la recherche bibliographique, les tests, les mesures anthropométrique et la méthode statistiques.
4. Enfin, Présentation des de cadre organisationnel de la recherche et son déroulement effective.

5.1. Caractéristiques de l'échantillon.

Quatorze athlètes de haut Niveau et de sexe masculin (âge moyen), dont Six spécialistes en katas (âge moyen), et huit en kumite (âge moyen), sont inclus dans cette recherche. Les sujets s'entraînent d'une façon régulière avec une moyenne hebdomadaire de 6heures et participent régulièrement aux compétitions et regroupement nationaux et internationaux (un minimum de 06 compétitions par année). Les sujets ont participé à un protocole de tests dans des conditions stables et standards, dans le but d'éliminer tout élément parasite permettant de recueillir une performance optimale. L'âge et le niveau de cet échantillon est variable, la caractéristique principale est bien l'entraînement régulier afin de mesurer une Vma, une Force maximale et une Puissance mécanique anaérobie significative.

Tableau 30 : mesures anthropométriques des sujets évalués

n=14	Age (ans)	Poids (kg)	Taille (cm)	IMC (%)
Moyenne	26,214	72,143	1,7600	23,24853
Ecart-type	2,5774	7,0039	,05791	1,314132

5.1.1. Les critères d'inclusion.

Etre athlète International ayant participé ou enregistré une performance au niveau continentale ou mondial.

Etre assidu aux entraînements et doit suivre un entraînement sportif au moins trois fois par semaine,

Être disponible pour toute la durée de l'étude,

Etre motivé pour passer tous les tests.

5.1.2. Les critères de non-inclusion.

- Contre-indication médicale à la pratique d'une activité physique,
- Etre indemne de toutes blessures pouvant contrecarrer les résultats de la recherche.

Tableau 31: mesures anthropométriques des Spécialistes en Kata évalués

n=14	Age (ans)	Poids (kg)	Taille (cm)	IMC (%)
Moyenne	25,000	70,800	1,7380	23,44425
Ecart-type	1,8708	4,2661	,03633	1,318427

Tableau 32 : mesures anthropométriques des Spécialistes en Kumite évalués

n=14	Age (ans)	Poids (kg)	Taille (cm)	IMC (%)
Moyenne	26,889	72,889	1,7722	23,13980
Ecart-type	2,7588	8,2983	,06572	1,378373

Tableau 33: Caractéristiques générales de l'échantillon.

N°	Spécialité	Poids	Taille	Age	IMC	Meilleur Performance Athlétique	Meilleur Performance Technique	Ranking WKF
01	Kata	78	1,78	24	24,618	Champion d'Afrique	Ceinture Noire 3 ^{eme} Dan	213
02	Kata	71	1,7	27	24,567	Vice-champ d'Afrique Universitaire	Ceinture Noire 2 ^{eme} Dan	1412
03	kata	69	1,75	23	22,531	2 ^{eme} place 1 ^{ere} League	Ceinture Noire 3 ^{eme} Dan	1320
04	Kumité	88	1,86	20	25,436	3 ^{eme} place 1 ^{ere} League	Ceinture Marron	24
05	Kumité	68	1,76	26	21,952	5 ^{eme} place 1 ^{ere} League	Ceinture Marron	1744
06	Kumité	60	1,67	28	21,514	Vice-champion du monde (Espoir)	Ceinture Marron	89
07	kumité	75	1,78	29	23,671	3 ^{eme} place champ du monde	Ceinture Noire 1 ^{er} Dan	80
08	Kumité	79	1,84	29	23,334	5 ^{eme} place 1 ^{ere} League	Ceinture Marron	787
09	Kumité	77	1,79	27	24,032	Champion du monde Shito Ryu	Ceinture Marron	114
10	kata	69	1,7	27	23,875	Titre national	Ceinture Noire 2 ^{eme} Dan	00
11	kata	67	1,76	24	21,630	Titre national	Ceinture Noire 2 ^{eme} Dan	00
12	kumite	67	1,67	27	24,024	3eme place champ du monde Espoir	Ceinture Marron	00
13	Kumite	67	1,78	28	21,146	5 ^{eme} place 1 ^{ere} League	Ceinture Marron	755
14	Kata	75	1,8	28	23,148	1 ^{ere} place Champ d'Afrique par équipe.	Ceinture Noire 3 ^{eme} dan	1662

5.2. Les Moyens.

Les tests physiques sont des moyens utilisés pour déterminer le niveau de développement des athlètes.

Le choix des tests s'est fait selon trois facteurs :

- La facilité de leur réalisation sur le terrain avec matériel
- L'exactitude des indications recueillies
- La familiarisation des tests avec les entraîneurs et les athlètes

5.3. Les critères d'un test de terrain.

La batterie de test est constituée de plusieurs tests concernant l'évaluation de la VMA, de la Force Maximales des principaux muscles du corps humain et la Puissance Maximale Anaérobie.

Au terme de cette revue de la littérature, on peut en déduire que les critères sur lesquels juger un test de terrain, sont :

1. **La pertinence** : Elle est dictée par l'objectif d'obtenir une Vma, une PMAna, et un niveau de développement de la force maximale des grands groupes musculaires de référence pour mieux orienter les spécialistes et proposer un suivi.
2. **La validité** : Pour vérifier la validité d'un test de terrain, il faut calculer le niveau de corrélation entre le facteur mesuré et le résultat obtenu, seul moyen d'avoir la preuve expérimentale que le test mesure effectivement ce qu'il est censé évaluer.
3. **La fidélité** : Le niveau de fidélité d'un test est défini par les résultats obtenus par les mêmes sujets passant deux fois le même test à peu de jours d'intervalle. Le test est dit fidèle lorsque les résultats entre 1er et 2e test restent stables. Remarquons cependant que le niveau de fidélité interne (propre au sujet) peut varier entre deux tests lorsque l'évalué découvre le test pour la première fois. En conséquence, il est donc recommandé de n'enregistrer que les meilleurs résultats (souvent obtenus au 2e test). Il est difficile en pratique de re-convoquer les athlètes en raison de leur emploi du temps chargé.
4. **L'accessibilité** : Les tests les plus accessibles sont ceux dont le protocole exige peu de compétence particulière et de matériel, dont la durée est la plus réduite possible, qui

autorise une évaluation collective et ne nécessite que peu d'évaluateurs. Le protocole que nous proposons peut être jugé accessible dans la mesure où sa durée est courte, le schéma simple de compréhension, et nécessite peu de matériel.

5.4. Les Protocole des tests physiques.

Les protocoles des tests physiques proposés sont les suivants :

5.2.1.1. Le protocole du Test de la vitesse maximale aérobie (VMA) :

Le test de la vitesse maximale aérobie était réalisé au niveau d'un gymnase couvert avec une température ambiante (17- 21°) et d'hygrométrie similaire (60 à 80 %).

Tableau 34: variables mesurées.

Variables à mesurer	Unité de mesure	Instrument de mesure
La VMA	km/h	Test Yoyo (IR1) Intermittent Récupération Niveau1(IR1)

Le protocole du test Yo-Yo a été mis au point pour mesurer la capacité d'un athlète à effectuer de manière répétée un travail aérobie de haute intensité. Ce test a été développé par le physiologiste danois du football **Jens Bangsbo et ses collègues**.

Ce test est un test maximal, qui nécessite un niveau de condition physique raisonnable. Il n'est pas recommandé pour les athlètes ayant des problèmes de santé, des blessures ou un faible niveau de forme physique.

Le test qui prétend explorer la filière aérobie et amener le sujet à obtenir sa VO₂max (et ainsi sa VMA) devra être une épreuve triangulaire, progressif et maximal, avec un effort durant lequel la vitesse augmente par paliers d'une valeur fixe pendant des périodes données. Plus l'augmentation de la vitesse des paliers est brutale et de courte durée, plus la VMA a des chances d'être surestimée. Dans ce cas, une part importante de la VMA est liée à la production anaérobie d'énergie. A l'inverse, plus la durée du protocole est importante, plus elle risque d'être sous-estimée probablement à cause des effets de la fatigue qui limitent la poursuite de l'exercice. Il existe donc autant de VMA qu'il existe de protocoles censés l'obtenir.

Au total, les critères à respecter pour évaluer la capacité aérobie sont (Cazorla, 1990):

- Une durée totale d'effort suffisante,
- Un effort progressif,
- Une fréquence cardiaque finale élevée,

- Une vitesse suffisante au premier palier,
- Une durée des paliers évitant l'épuisement musculaire.

Le test d'endurance Yo-Yo (continu) est une variante du **test du bip**, qui fait partie de la série de tests yo-yo développés par le physiologiste danois du football Jens Bangsbo. Il existe deux versions de ce test : Niveau 1 & 2 (niveau débutant et niveau avancé).

Variantes : Il existe deux versions de ce test : Niveau 1 et 2. Le test de niveau un est similaire au test de bip standard. Le test de niveau 2 démarre à une vitesse de fonctionnement plus élevée et a différents incréments de vitesse. Voir les niveaux du test d'endurance Yo-Yo . Voir aussi sur les modifications apportées au test du bip .

Objectif : Le test évalue la capacité d'endurance aérobie d'un individu.

Les objectifs de ce test d'endurance sont comme suit :

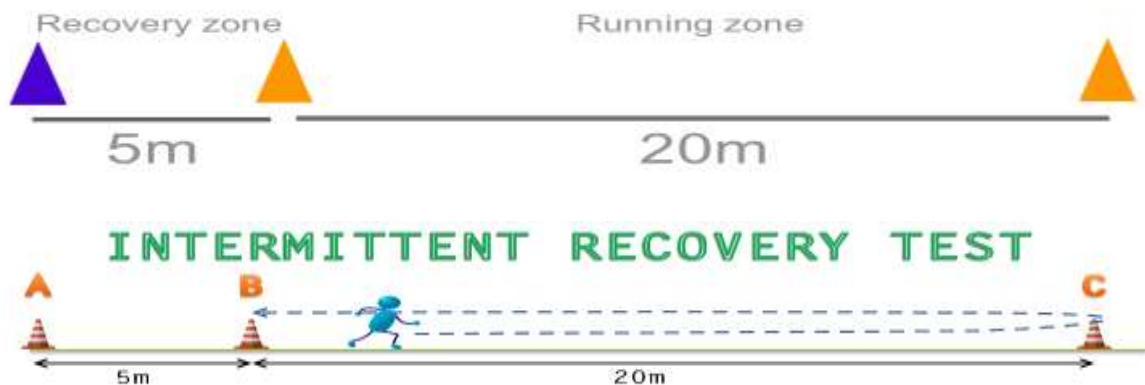
- Estimer la VMA du sportif
- Observer la récupération du sportif
- Évaluer l'endurance générale du sportif
- Évaluer la performance aérobie en puissance (PMA)
- Observer l'adaptation du sportif à différentes vitesses de courses

Matériel requis :

- Surface Plane Et Antidérapante,
- Cônes De Marquage ,
- Ruban a mesuré ,
- CD+lecteur (ou MP3) utiliser le [logiciel Team BeepTest](#)),
- 1 version du test enregistrée
- fiches d'enregistrement.
- 1 cardiofréquencemètre (facultatif)
- 1 sifflet (facultatif)

Le déroulement du test du Test "Yo-yo" Niveau 1 :

- En place sur la ligne de départ, (Start/Finish Line) les athlètes effectuent une course navette de 20 mètres en aller retour avec obligation de toucher d' un seul appui la ligne marquée (Turn-Around Line).



- Après cette première course navette, ils réalisent un aller-retour dans la zone de repos et se remettent en place pour la course suivante. Une récupération de 10 secondes après chaque course navette dans la zone de repos (recovery zone) qui mesure 10 mètres (deux fois 5 mètres en aller-retour).
- Les vitesses de course sont réglées au moyen d'une bande sonore (application test yoyo) qui émet de sons à intervalles réguliers et qui commence d'une vitesse de 10Km/h, les participants effectuent 4 courses en aller-retour de 10 à 13 km/h. Le niveau suivant contient 7 courses en aller-retour à 13.5-14 km/h. La vitesse augmente ensuite de 0.5 km/h tous les 8 intervalles.

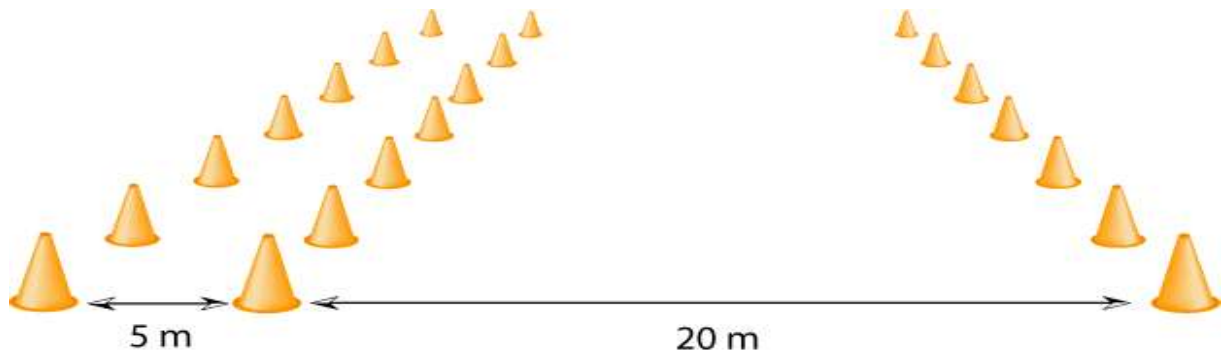


Figure 14: Test yoyo intermittent

- Chaque blocage doit être réalisé au moment précis du bip sonore correspondant. Il faut utiliser une zone antidérapante située à l'endroit où les blocages se font (pour éviter les glissades et la perte de temps). Au début, le sportif aura certainement un peu d'avance, voire de retard. Les premiers paliers vont lui servir à étalonner sa vitesse en fonction de celle dictée par les bips sonores. Une fois que sa vitesse est bien régulière, il doit respecter

l'allure imposée par le bip sonore le plus longtemps possible. lorsqu'il n'arrivait plus à suivre le rythme de course et recevait un second avertissement.

- Le test s'arrête dès qu'il sera impossible à l'athlète de terminer le palier en course une fois le signal est émis. Un retard d'un mètre est admis. Au-delà, l'athlète est exclu du test.

Il y a avertissement lorsque :

- L'athlète n'a pas touché la ligne de demi-tour : un contact avec le pied suffit.
- Il n'a touché la ligne de demi-tour qu'après le 2eme signal sonore.
- Il n'a touché la ligne de départ qu'après le 3e signal sonore.
- En cas de départ prématuré : le joueur franchit la ligne de départ avant le 1er signal sonore.



Paramètres de mesures :

Distance accomplie (m), palier atteint, fréquence cardiaque maximale (FC max), vitesse aérobie maximale (km/h). Instruments de mesure : CD de tests, ordinateur, cardio-fréquencesmètres.

Les avantages de YOYO :

- Facile à mettre en œuvre
- Adapté aux grands groupes
- Test très précis pour l'évaluation de l'effort spécifique

Les limites de YOYO :

- Test inertiel qui demande de freiner complètement puis de repartir de 0 : il peut être très spécifique ou totalement inadapté
- Les sujets lourds ont plus de difficultés que les légers et risquent d'être désavantagés
- Dépendant de paramètres anaérobies

La récupération intermittente Yo-Yo Test : réponse physiologique, fiabilité et validité :

Krustrup, P., Mohr, M., Amstrup, T., Rysgaard, T., Johansen, J., Steensberg, A., Redersen, P, K., Bangsbo, J. (2003) La récupération intermittente Yo-Yo Test : réponse physiologique, fiabilité et validité. **Médecine et science dans le sport et l'exercice**.35(4), 697-705. Cette étude a révélé que le test de récupération intermittente Yo-Yo "avait une reproductibilité et une sensibilité élevées, permettant une analyse détaillée de la capacité physique des athlètes dans les sports intermittents. Plus précisément, le test de récupération intermittente Yo-Yo était une mesure valide de la performance physique dans Au cours du test, la charge aérobie approchait des valeurs maximales et le système énergétique anaérobie était fortement sollicité. De plus, l'étude suggère que la fatigue lors d'exercices intermittents intenses à court terme n'était pas liée à la PC musculaire, au lactate, au pH et au glycogène. "

Krustrup P, Mohr M, Nybo L, Jensen JM, Nielsen JJ, Bangsbo J. (2006) Le test Yo-Yo IR2 : réponse physiologique, fiabilité et application au football d'élite. **Médecine et science dans le sport et l'exercice**. Sept ; 38(9):1666-73. Cette étude a conclu que le "test Yo-Yo IR2 est reproductible et peut être utilisé pour évaluer la capacité d'un athlète à effectuer des exercices intermittents intenses avec un taux élevé de renouvellement d'énergie aérobie et anaérobie. Plus précisément, le test Yo-Yo IR2 s'est avéré être un outil sensible pour différencier les performances d'exercice intermittentes des joueurs de football à différentes périodes saisonnières et à différents niveaux de compétition et positions de jeu."

Bangsbo et al. (3) distinguent le YYIRT niveau 1 et niveau 2. Les auteurs précisent que le niveau 1 se concentre « sur la capacité à effectuer un exercice intermittent conduisant à une activation maximale du système aérobie, alors que le niveau 2 détermine la capacité d'un individu à se remettre d'exercices répétés. Exercice avec une forte contribution du système anaérobie ».

Les réponses physiologiques lors de l'exécution du YYIRT niveau 1 ont été examinées dans quelques enquêtes (15, 17, 31) et le test a montré une fiabilité et une validité élevées à travers une variété de niveaux de jeu.

Le niveau 2 semblait également fiable et valide. Bien qu'affichant un CV relativement élevé de 9,6 %, Krustrup et al, n'ont trouvé aucune différence statistique entre deux YYIRT de niveau 2 réalisés en une semaine

En raison de la nature des tests et malgré leur corrélation significative avec le VO₂max, il semble que le niveau 1 était plus corrélé au VO₂max par rapport au niveau 2.

Tableau 35: Correspondance de Vitesse de courses YOYO Récupération Intermittente Niveau

TABLEAU DE CORRESPONDANCE DE VITESSES DE COURSES YOYO RÉCUPÉRATION-INTERMITTENTE NIVEAU 1

NIVEAU	NIVEAU VITESSE	NIVEAU (KM/H)	NAVETTES (2X20M)	DISTANCECUMULÉE (METRES)
1	5	10.0	1	40
2	8	11.5	1	80
3	11	13.0	2	160
4	12	13.5	3	280
5	13	14.0	4	440
6	14	14.5	8	760
7	15	15.0	8	1080
8	16	15.5	8	1400
9	17	16.0	8	1720
10	18	16.5	8	2040
11	19	17.0	8	2360
12	20	17.5	8	2680
13	21	18.0	8	3000
14	22	18.5	8	3320
15	23	19.0	8	3640

5.2.1.2. Le protocole du Test de la Force Maximale :

Les tests physiques sont des moyens utilisés pour déterminer le niveau de développement des athlètes. Le choix des tests s'est fait selon trois facteurs :

- La facilité de leur réalisation sur le terrain avec matériel
- L'exactitude des indications recueillies
- La familiarisation des tests avec les entraîneurs et les athlètes

1. Test de Force Max 1RM (Couche) :

Il s'agit d'effectuer une flexion suivie d'une extension des bras avec une charge maximale, allongé sur un banc. Le mouvement commence avec la barre au bout des bras tendus, elle doit marquer un temps d'arrêt lorsqu'elle est en contact avec la poitrine puis remonter en un seul temps au bout des bras tendus. L'athlète doit augmenter la charge progressivement jusqu'à atteindre la charge maximale qu'il ne peut soulever qu'une seule fois (1RM).

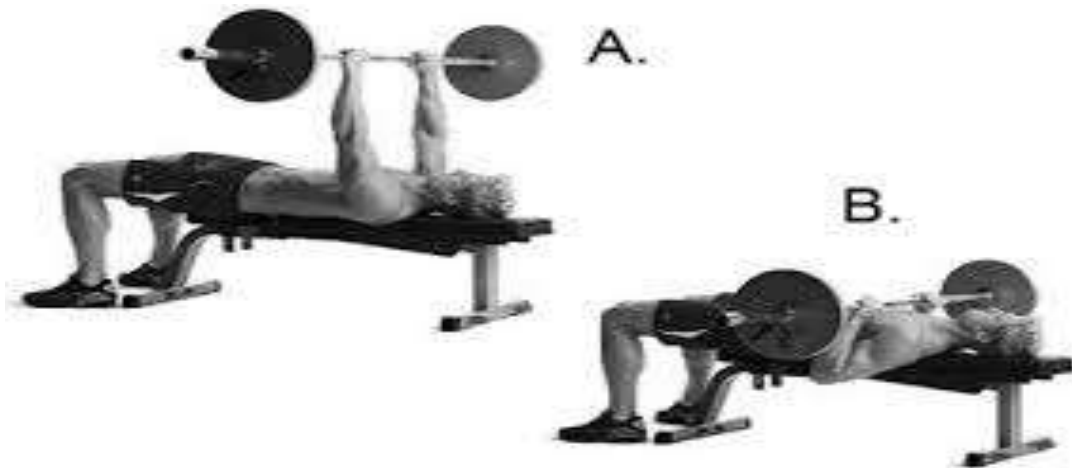


Figure 15 : Image qui démontre le déroulement du test de couché.

2. Test de Force Max 1RM (Squat) :

Cet exercice consiste en une flexion suivie d'une extension des membres inférieurs avec la barre posée sur l'arrière des épaules. Pendant l'exercice, l'articulation de la hanche doit passer par un point plus bas que l'articulation du genou. La position de l'athlète doit être stabilisée avant et après le mouvement. Ce dernier augmente la charge progressivement jusqu'à atteindre la charge maximale qu'il ne peut soulever qu'une seule fois (1RM).

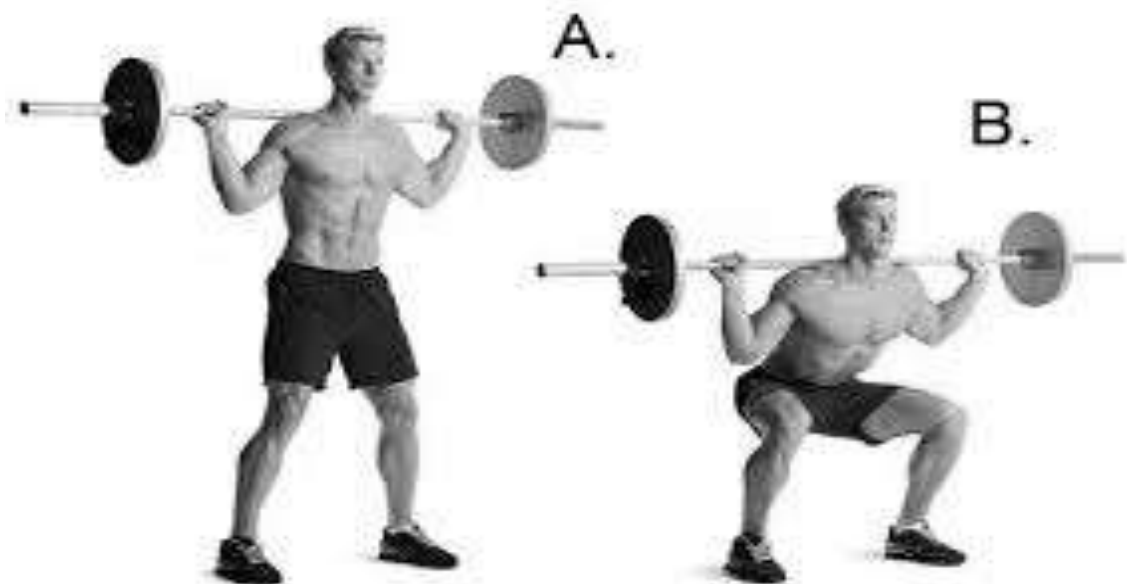


Figure 16: image qui démontre le déroulement du test de squat.

3. Test de soulevé de terre :

Cet exercice consiste à effectuer une extension du corps en soulevant une barre à partir du sol pour l'amener à niveau du bassin le corps en extension complète et les bras tendus. L'athlète doit ensuite reposer la barre au sol. L'athlète doit augmenter la charge progressivement jusqu'à atteindre la charge maximale qu'il ne peut soulever qu'une seule fois (1RM).



Figure 17: image qui démontre le déroulement du test de soulevé de terre.

5.2.1.3. Le protocole du Test de la Puissance mécanique maximale anaérobie (Test de force-vitesse).

But du test : Force explosive des membres inférieurs

Déroulement du test :

Le test début par un échauffement de 15 minutes à une intensité moyenne, après 5 minutes de récupération, le sujet réalise trois sprints maximaux de 7 secondes, entrecoupés de 5 minutes de récupération active à faible intensité. Les sprints sont réalisés avec trois différents braquets (52/19, 52/17, 52/15) contre un frein constant (simulation d'une pente de 7 %). Les sprints

sont effectués avec un départ arrêté en position assise. Le sujet doit donner le maximum de son potentiel durant le test. (Grappe, 2012)

Mesure :

- La puissance maximale en watts : P. max (W),
- La puissance maximale normalisée par rapport au poids, de corps : P max / kg (W. kg⁻¹),
- La vélocité maximale : Cad Max (rpm),
- La vélocité optimale : Vopt (rpm).

Matériel utilisé :

- Home trainer Elite realaxiom ;
- La montre garmin fenix 3 ;
- Compteur Cycleops joule 2.0 ;
- Capteur de puissance PowerTap G3 Hub ;
- Logiciel Garmin Connect pour l'analyse des résultats.

- **Home Trainer (Elite realaxiom) :**

- Real Axiom** est un rouleau d'entraînement électronique filaire hautement évolué. Grâce à l'interaction avec le PC, il permet de s'entraîner en visualisant un vrai parcours qui défile à votre vitesse, de recréer la pente réelle de ce parcours, il offre une expérience de la route absolument réaliste



Figure 18: Home trainer Elite Realaxiom

□ Capteur de puissance (Powertap G3 Hub) :

Le Powertap permet la mesure de la puissance mécanique avec une précision de 1.5 %, il est localisé au niveau de moyeu arrière de la bicyclette. La validité de la puissance mécanique est excellente car elle est similaire à celle du SRM (Bertucci et al, 2005). Son seul inconvénient est qu'il est fragile. Il est sensible aux variations de température et à l'humidité. Mais son gros avantage est qu'il existe une variation Bluetooth qu'il transmet les données sans fil. C'est intéressant pour les coureurs qui souhaitent l'utiliser avec différent vélos ou pour un club qui en acquiert un model pour plusieurs coureurs.



Figure 19 : le capteur de puissance powertap G3 Hub

Ce capteur doit être couplé avec un récepteur, à savoir La montre Garmin Fenix 3 et le compteur Cycleops joule 2.0 (voir les figures n°03 et n°04)



Figure 20 : Compteur Cycleops joule 2.0



Figure 21: La montre Garmin fenix 3.

5.3. Les Méthodes.

Afin de mener à bien notre recherche et parvenir à la concrétisation de notre objectif, nous avons utilisé les méthodes suivantes :

- Méthode d'analyse bibliographique,
- Mesures anthropométriques,
- Méthodes de tests,
- Méthode statistique.

5.3.1. Méthodes d'analyse bibliographique.

Cette méthode est basée sur le recueil d'information, elle nous a permis de prospecter, collecter, puis analyser une bibliographie scientifique et méthodologique correspondant à notre thème de recherche.

Elle nous a permis également de choisir les tests d'évaluation de la VMA les plus valables pour l'atteinte de nos objectifs.

5.3.2. Mesures anthropométrique.

Ils sont représentés par les mesures de la Taille et du Poids sachant que ces derniers ont une influence sur les résultats de notre test.

- Un anthropomètre de marque « Martin » pour la mesure de la stature debout.
- Une balance électronique pour la pesée.

5.3.3. Méthode de Tests.

L'étude se concentre sur l'évaluation indépendante de trois tests est proposé :

- Test YOYO Intermittent niveau 1,

- Test de Force Maximale des grands groupes musculaires (Développé couché, Squat Complet et Soulevé de Terre),
- Test de la Puissance mécanique anaérobie (Test de force-vitesse);

Pour pouvoir ensuite comparer les résultats obtenus par les mêmes sujets au niveau des différents tests proposés et par rapport aux résultats des athlètes mondiaux.

On a procédé par une étude descriptive pour traiter les différences entre les épreuves du Karate à savoir le kata et le kumite.

L'étude descriptive est concluante. Elle permet de recueillir des données quantifiables qui peuvent être analysées à des fins statistiques portant sur une population bien déterminée. Elle permet de définir et de mesurer avec plus de précision l'importance d'un élément concernant un groupe de participants et la population qu'il représente.

5.3.4. Méthode statistique.

Pour interpréter objectivement les résultats obtenus, nous avons eu recours à la méthode statistique. Les données ont été modélisées à l'aide du logiciel (**SPSS Statistics 20**).

Après avoir recueillie les données des tests nous procéderons l'analyse statistique par l'intermédiaire des formules statistiques suivantes :

- Moyenne arithmétique,
- L'écart type,
- Imc
- Mann-Whitney ,
- Test d'homogénéité, Rho de Spearman
- test de normalité, Shapiro-Wilk

5.4. Organisation de la recherche.

5.4.1. Les démarches la recherche.

La mise au point de cette thèse avait débuté avec un projet de recherche très ambitieux qui devait traiter l'évaluation de toutes les qualités physiques et physiologiques en Karate ; néanmoins, la disponibilité des athlètes du niveau sollicité (athlètes d'élites et de haut niveau) concernés par la recherche et la difficulté de les mobiliser, a compliqué notre tâche et nous a poussé à toucher uniquement les qualités fondamentales pour le haut niveau en Karate.

L'expérimentation a commencé en début de saison Universitaire 2017-2018. Le recensement de l'effectif constitue notre première démarche pour sensibiliser les jeunes de l'intérêt de ce travail et sa portée scientifique et sportif et de les responsabiliser en cas d'engagement pour ne pas contrecarrer le bon processus de l'opération.

La recherche s'est étalée sur une saison complète avec l'instauration d'un programme qui prend en considération les engagements sportifs de l'ensemble des éléments de l'échantillon.

Les athlètes choisis sont issus principalement de Quatre structures importantes qui représente l'élite et le haut niveau vue leurs performances et la qualité de leurs participations au niveau internationale, à savoir :

- L'équipe nationale (E.N. Karate),
- Groupement Sportif Pétrolier (G.S.P),
- Jeunesse sportif de Barika (J.S.B),
- Ecole Supérieure en Sciences et Technologie du Sport (E.S/S.T.S).

Tous les athlètes qui ont subis les tests ont approché le Haut niveau a travers la participation et /ou la victoire au niveau de ces grands rendez vous internationaux :

- Championnat d'Afrique,
- Les Jeux Africains,
- Championnat méditerranéen,
- Championnat du monde,
- Les Jeux Mondiaux,
- 1ere League.
- Séries A.

Seulement deux de notre effectif n'ont aucune performance mondiale, mais ils sont champions d'Algérie. Les meilleures performances athlétiques de notre échantillon sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau 36 : présentation des meilleures performances mondiales réalisées par notre échantillon.

Nature de la compétition	Catégorie d'âge	Classement	Nombre d'athlètes classés
Championnat d'Afrique	Seniors Garçons	1 ^{ère} Place	01 athlètes
		2 ^{ème} Place	01 athlète
1ere League	Seniors Garçons	2 ^{ème} Place	01 athlète
		3 ^{ème} Place	01 athlète
		5 ^{ème} Place	05 athlètes
Championnat du Monde	Shito Ryu	1 ^{ère} Place	01 athlète
	Espoir	2 ^{ème} Place	01 athlète
	Seniors Garçons	3 ^{ème} Place	01 athlète
Titre National	Seniors Garçons	1 ^{ère} Place	02 athlètes

Nous nous sommes rapprochés de l'expert fédéral du Ranking et membre de la commission mondiale Sport Data pour collecter les informations concernant le classement mondial de notre échantillonnage. Les données sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau 37 : présentation Ranking mondiale réalisées par notre échantillon (sportdata.org/wkfranking)

N°	Epreuve	Nombre de points	Classement Mondial
01	Kumite	1982	80
02	Kumite	1495	89
03	Kumite	1377	114
04	Kumite	5370	24
05	Kumite	40	1320
06	Kata	675	213
07	Kata	30,75	1412
08	Kata	20	1662
09	Kata	105	755
10	Kumite		1744
11	Kumite		187
12	Kumite	00	00
13	Kata	00	00
14	Kata	00	00

Le classement général des nations est comme suit :

Tableau 38 : présentation du Ranking mondiale réalisées par notre échantillon (WKF CURRENTRANKING-COUNTRIES)

Pays	Continent	Nombre de points	Classement Mondial
Japon	AKF	66.165	1
Iran	AKF	45.975	2
Australie	OKF	40.000	3
Brésil	PKF	37.775	4
Turquie	EKF	36.975	5
France	EKF	32.280	6
USA	PKF	31.575	7
Espagne	EKF	28.860	8
Italie	EKF	26.640	9
Egypte	UFAKF	26.580	10
Nouvelle Zeland	OKF	25.020	11
Mexique	PKF	23.955	12
Kazakhstan	AKF	21.390	13
Venezuela	PKF	21.210	14
Nouvelle Calédonie	OKF	16.875	15
Arabie Saoudite	AKF	14.700	16
Indonésie	AKF	14.055	17
Chili	AKF	14.040	18
Ukraine	EKF	13.755	19
Canada	PKF	13.560	20
Algérie	UFAKF	379	78

Notre échantillon a été limitée a un nombre de 14 athlètes, dont :

- Six athlètes spécialisés en kata,
- Huit athlètes spécialisés en Kumite.

Un nombre important d'athlètes ont été refuses de prendre part a cette recherche parce qu'ils ne répondaient pas aux conditions imposées. Cependant. Un grand pourcentage des meilleurs actuels athlètes algériens de haut niveau ont pris part à cette étude.

Nous aurions souhaités avoir un échantillon plus élargies, mais il faut retenir que le haut niveau est un aspect qualitatif qui se caractérise par un nombre limité.

Une feuille de route a été trace avec des consignes bien déterminées a savoir :

L'entraînement physique devrait constituer une composante essentielle dans l'entraînement général. Les athlètes devront suivre un minimum d'entraînement d'une façon continue (3seances/semaine minimum), Il faut éviter tout effort intense au moins 2 jours avant le test pour exploiter les valeurs physiques réelles de l'athlète.

Les tests de Force maximale auront lieu a la fin de la partie préparatoire.

Les tests de la puissance Maximale Aérobie auront lieu a la fin de la période spéciale,
Les tests de la puissance Maximale Anaérobie Alactique auront lieu a la période pré compétitive.

5.4.2. Le déroulement de la recherche.

- Le 1^{er} test d'évaluations de la Force Maximale a été réalisé le 04/02/2017 à L'ES/STS à Alger. Etalée sur deux semaines, une matinée pour chaque test et 3 jours d'écart entre les tests pour garantir une bonne récupération.les tests ont débutés à partir de 10h30. Les athlètes ont bénéficié de 3 essais espacés d'un temps suffisant pour une récupération complète. Le meilleur record a été enregistré.
- Le 2^{ème} test d'évaluations de la VMA a été réalisé le 14/03/2017 à L'ES/STS à Alger. Les athlètes n'ont bénéficié que d'un essai afin de révéler les véritables valeurs personnelles de chacun.
- Le 3^{ème} test d'évaluations de la PMAna a été réalisé le 15/05/2017 à L'ES/STS à Alger. Les athlètes avaient droit à un essai pour se familiariser avec l'outil d'expérimentation. Le test s'est réalisé durant la même journée.

Lors de tous nos test, nous avons gardé le groupe dans sa totalité pour garantir un esprit de concurrence et de combativité qui pousse les jeunes a se sur dépasser et donner le meilleurs d'eux même et enregistrer de belles performances.

Après avoir clôturé nos tests d'évaluations, nous avons procédé à l'analyse et le traitement statistique et leurs interprétations.

Conclusion.

L'intérêt porté à la performance sportive de haut niveau en Karate Do nécessite l'évaluation des meilleurs athlètes en Algérie pour permettre la représentativité des résultats enregistrés.

En effet, les meilleurs athlètes algériens en kata et en kumite ont été évalués et les tests choisis concernent les facteurs de la performance athlétique à savoir la vitesse maximale aérobie, la puissance anaérobie alactique et la force maximale.

La présentation des protocoles des tests, des procédures de leurs bons déroulements, et des moyens et méthodes de la recherche nous a permis une organisation efficient qui a faciliter notre tache durant tout le déroulement de la recherche.

Les connaissances relatives à la méthodologie de la recherche sont indispensables pour assurer un travail de qualité et un traitement des résultats enregistrés.

Le Karate de haut niveau exige une évaluation systématique et continue des athlètes de kata et de kumite afin de situer leurs préparations et pronostiquer objectivement à un éventuel exploit sportif.

Chapitre VI :
Présentation,
Interprétation et
Discussion des
Résultats.

Préambule

Ce chapitre a pour objet de présenter les résultats de notre recherche et de vérifier les hypothèses cités ci dessus auprès d'une population des meilleurs karatekas Algériens hommes en kata et en kumite, vu l'importance du sujet qui reste encore inexploité en Algérie et surtout dans le domaine de la condition physique et de la performance.

Cette analyse est réalisée non seulement dans le but d'apporter un aspect général sur les résultats sportifs de nos karatekas d'élite et leurs qualités physiques, mais aussi, la résolution du thème en question tout en dressant la situation actuelle du Karate algérien et de situer le problème de la performance athlétique.

Notre étude porte sur trois volets :

1. L'analyse des facteurs anthropométriques représentés par le poids, la taille et l'IMC en plus de l'âge,
2. L'évaluation des facteurs physiques (Force maximale des membres inférieurs, supérieurs et du tronc représentée par le Squat Complet, le Développé Couché et le Soulevé de Terre) et physiologiques (Vitesse Maximale Aérobie et la Puissance Maximale Anaérobie Alactique).
3. Etude de la corrélation entre la performance athlétique et la performance physique chez l'élite kata et l'élite Kumite.

6.1. Présentation, interprétation et discussion des résultats généraux.

Tableau 39 : Présentation des résultats récapitulatifs de l'échantillon.

S t a t i s t i q u e s d e s c r i p t i v e s					
	N	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type
Poids	14	60,0	88,0	72,143	7,0039
Taille	14	1,67	1,86	1,7600	,05791
Age	14	20,0	29,0	26,214	2,5774
IMC	14	21,146	25,436	23,24853	1,314132
Distance	14	820,0	2831,0	1629,286	571,1728
VMA	14	14	19	15,83	1,520
Vo2max	14	43,288	61,380	50,66857	5,199091
Développé Couché	14	60,0	120,0	93,286	16,9725
Squat	14	80,0	210,0	123,571	32,4884
Soulevé de terre	14	100,0	220,0	152,500	34,1236
Puissance absolue	14	971,0	1270,0	1106,143	97,7019
Puissance relative	14	13,213	17,642	15,40043	1,368206

Le tableau N°39 nous présente les moyennes des résultats généraux des valeurs des indices anthropométriques et des tests physiques de l'élite Algérienne en kata et en Kumite.

Les données recueillies expriment une bonne corpulence physique chez l'élite algérienne avec un niveau de développement physique très satisfaisant comparés à l'élite mondiale. Le Karateka d'élite Algérien possède une prédisposition physique pour affronter le niveau mondial avec succès.

(Étude de Imamura, 1998 ; Roschel, 2009 ; Doria et al, 2009 ; Petrov et Stephan, 2020).

Tableau 40 : Présentation des résultats récapitulatifs de l'élite kata et kumite.

S t a t i s t i q u e s d e g r o u p e					
	Spécialité	N	Moyenne	Ecart-Type	Erreur Standard Moyenne
Poids	Kata	6	71,500	4,1833	1,7078
	Kumité	8	72,625	8,8307	3,1221
Taille	Kata	6	1,7483	,04119	,01682
	Kumité	8	1,7688	,06937	,02453
Age	Kata	6	25,500	2,0736	,8466
	Kumité	8	26,750	2,9155	1,0308
IMC	Kata	6	23,39490	1,18541 6	,483944
	Kumité	8	23,13875	1,47353 9	,520975
Distance (YoYo)	Kata	6	1450,000	289,758 5	118,2934
	Kumité	8	1763,750	705,467 8	249,4205
VMA	Kata	6	15,36	,771	,315
	Kumité	8	16,19	1,877	,664
Vo2max	Kata	6	48,58000	2,43397 2	,993665
	Kumité	8	52,23500	6,27891 8	2,219933
Développé Couché	Kata	6	94,167	16,8572	6,8819
	Kumité	8	92,625	18,1890	6,4308
Squat	Kata	6	111,667	21,3698	8,7242
	Kumité	8	132,500	37,7018	13,3296
Soulevé de Terre	Kata	6	138,333	16,0208	6,5405
	Kumité	8	163,125	40,9649	14,4833
Puissance Absolue	Kata	6	1033,667	37,6280	15,3616
	Kumité	8	1160,500	94,0061	33,2362
Puissance Relative	Kata	6	14,50900	1,18708 3	,484624
	Kumité	8	16,06900	1,13050 2	,399693

Le tableau N°40 nous présente les moyennes des résultats généraux des valeurs des indices anthropométriques et des tests physiques de l'élite Algérienne kata et Kumite.

Les données recueillis expriment une bonne corpulence physique et un développement identiques des facteurs de la condition physique testée chez les spécialistes en kata et kumite.

Tableau 41 représente les résultats de mesure du Test de normalité.

	Spécialité	Shapiro-Wilk		
		Statistique	ddl	Signification
Poids	Kata	,912	6	,450
	Kumité	,959	8	,804
Taille	Kata	,905	6	,406
	Kumité	,899	8	,281
Age	Kata	,869	6	,221
	Kumité	,738	8	,006
IMC	Kata	,931	6	,587
	Kumité	,937	8	,583
Distance	Kata	,826	6	,099
	Kumité	,917	8	,408
VMA	Kata	,825	6	,098
	Kumité	,917	8	,408
Vo2max	Kata	,826	6	,099
	Kumité	,930	8	,517
Développé Couché	Kata	,885	6	,294
	Kumité	,977	8	,949
Squat	Kata	,967	6	,875
	Kumité	,914	8	,385
Soulevé de Terre	Kata	,908	6	,425
	Kumité	,971	8	,903
Puissance Absolue	Kata	,948	6	,727
	Kumité	,920	8	,432
Puissance Relative	Kata	,947	6	,712
	Kumité	,923	8	,455

Le tableau 41 présente les mesures du test de normalité. En effet, aucune différence significative entre les deux groupes de spécialistes en kata et kumite n'est soulignée sauf pour l'âge (P calculée = 0,006 d'où $P > 0.05$) en faveur de l'élite kumite.

Tableau 42 : représente les résultats du test d'homogénéité de la variance.

Test d'homogénéité de la variance					
		Statistique de Levene	ddl1	ddl2	Signification
Poids	Basé sur la moyenne	3,683	1	12	,079
Taille	Basé sur la moyenne	1,049	1	12	,326
Age	Basé sur la moyenne	,002	1	12	,963
IMC	Basé sur la moyenne	,466	1	12	,508
Distance	Basé sur la moyenne	2,207	1	12	,163
Vma	Basé sur la moyenne	2,203	1	12	,164
Vo2max	Basé sur la moyenne	2,916	1	12	,113
Développé couché	Basé sur la moyenne	,004	1	12	,954
Squat	Basé sur la moyenne	,755	1	12	,402
Soulevé de terre	Basé sur la moyenne	7,532	1	12	,018
Puissance absolue	Basé sur la moyenne	1,966	1	12	,186
Puissance relative	Basé sur la moyenne	,112	1	12	,744

Le tableau 42 présente les mesures du test de l'homogénéité de la variance. En effet, aucune différence significative entre les deux groupes de spécialistes en kata et kumite n'est soulignée, sauf pour le soulevé de terre (P calculée = 0,018 d'où $P > 0.05$) en faveur des spécialistes en kumite.

6.2. Présentation des résultats des mesures anthropométriques.

Nous avons choisis de présenter nos résultats sous forme de tableaux :

Tableau 43 : Présentation des résultats récapitulatifs des mesures anthropométriques

S t a t i s t i q u e s d e s c r i p t i v e s					
	N	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type
Poids	14	60,0	88,0	72,143	7,0039
Taille	14	1,67	1,86	1,7600	,05791
Age	14	20,0	29,0	26,214	2,5774
IMC	14	21,146	25,436	23,24853	1,314132
Distance	14	820,0	2831,0	1629,286	571,1728

En ce qui concerne les mesures anthropométriques, le tableau N°43 nous donne les valeurs obtenues par l'ensemble de nos sujets hommes :

- Le poids de nos karatekas, il est situé entre 60,0 kg et 88,0kg, soit une moyenne de 72,143 **kg** avec un écart type de 7,0039. Les catégories de poids en kumite sont la principale caractéristique en compétition, par contre en kata, c'est le poids de forme qu'on cherche à développer pour assurer une grande efficacité.
- La taille de notre population est comprise entre 1,67cm et 1,86cm. Nous avons une moyenne de 1,7600 cm avec un écart type de ,05791cm. De ces données nous dirons que nos karatekas sont de taille moyenne selon les valeurs et l'appréciation de la taille de Cazorla et Coll, (1998).
- L'âge de notre population est compris entre 20 et 29 ans. Nous avons une moyenne de 26,214ans. avec un écart type de 2,5774ans, Ces tableaux nous ont montré que les karatekas d'élite algériens sont un peu en retard à l'égard des performances projetées et au regard de leur âge moyen de 26,214ans. D'ailleurs, cet âge peut être favorable à l'athlète pour faire de bonnes performances, mais constitue le dernier stade de la performance.

- L'IMC de nos karatekas est compris entre 21,146 et 25,436 .Nous avons une moyenne de 23,24853 avec un écart type de 1,314132 .De ces données nous dirons que nos karatekas ont une Corpulence normale selon l'OMS.

Tableau 44 : Présentation des résultats des mesures anthropométriques chez l'élite katas et kumite.

S t a t i s t i q u e s d e g r o u p e					
	Spécialité	N	Moyenne	Ecart-Type	Erreur Standard Moyenne
Poids	Kata	6	71,500	4,1833	1,7078
	Kumité	8	72,625	8,8307	3,1221
Taille	Kata	6	1,7483	,04119	,01682
	Kumité	8	1,7688	,06937	,02453
Age	Kata	6	25,500	2,0736	,8466
	Kumité	8	26,750	2,9155	1,0308
IMC	Kata	6	23,39490	1,18541 6	,483944
	Kumité	8	23,13875	1,47353 9	,520975
Distance	Kata	6	1450,000	289,758 5	118,2934
	Kumité	8	1763,750	705,467 8	249,4205

En ce qui concerne les mesures anthropométriques pour chaque groupe de spécialistes que ce soit en kata ou en kumite, le tableau N°44 nous donne les valeurs obtenues par l'ensemble de nos sujets hommes :

1. L'âge :

L'âge de notre population est de 25,500 ans avec un écart type de 2,0736ans, et une erreur à la moyenne est de ,8466 en kata, par contre en kumite on enregistre une moyenne de 26,750 avec un écart type de 2,9155 et une erreur a la moyenne de 1,0308.

Ces valeurs nous poussent à réfléchir sur les successeurs particulièrement en kumite, puisque l'âge de notre échantillonnage n'est pas a la hauteur des performances réalisées et projetés. Le kata nécessite beaucoup de travail et plus de maturité et d'expériences d'où la possibilité d'étaler la carrière athlétique.

L'analyse du championnat du monde à Tokyo en pu révéler que 60% des médaillés avaient moins de 24 ans en Kumite, et 75% avaient + 25 ans en kata. Il est a noté que la moyenne d'âge en kata est supérieure à celle du Kumite (DLTA, 2014).

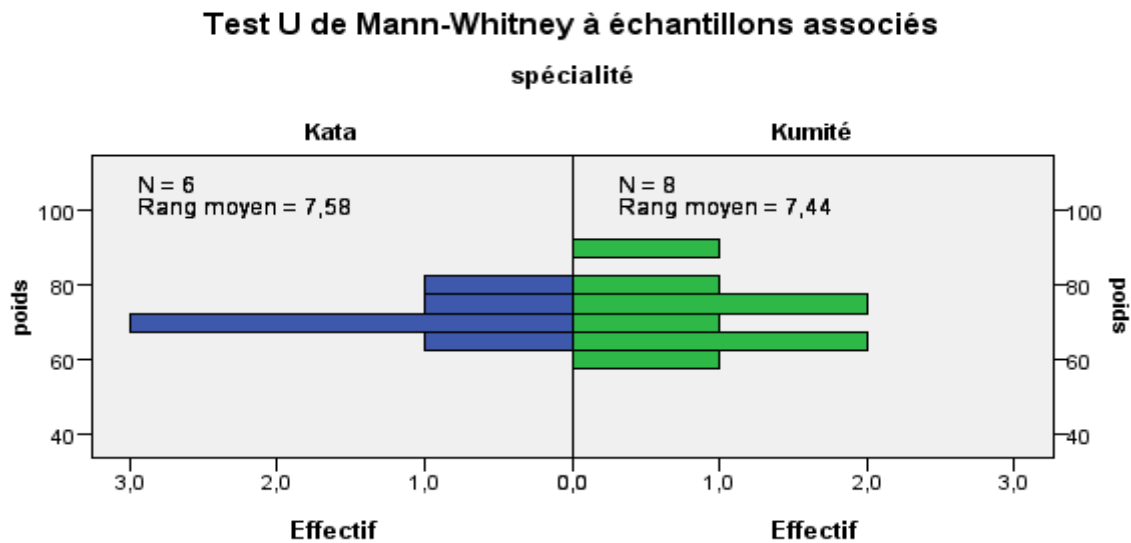
Etant donné que $P > 0.05$ on ne peut pas rejeter l'hypothèse nulle H_0 .

La différence entre les moyennes est non significative. Les moyennes sont égales, les 2 groupes sont égaux au niveau de l'âge (Age Elite Kata = Age Elite Kumite).

2. Le poids :

Le poids de nos karatekas est de 71,500 kg en moyenne avec un écart type de 4,1833 et une erreur a la moyenne est de 1, 7078 pour les spécialistes en kata. Par contre la moyenne de poids pour les spécialistes en kumite est de 72,625kg avec un écart type de 8,8307 et une erreur a la moyenne est de 3,1221. Cette différence entre les deux épreuves se traduit par le fait que le kumite est une discipline a plusieurs catégories de poids, par contre le kata ne rends pas en considération le poids du concurrent en compétition

Les catégories de poids en kumite sont la principale caractéristique du kumite, par contre en kata c'est le poids de forme qu'on cherche.



N Total	14
U de Mann-Whitney	23,500
W de Wilcoxon	59,500
Statistique de test	23,500
Erreur standard	7,695
Statistique de test standardisée	-,065
Sig. asymptotique (test bilatéral)	,948
Sig. exacte (test bilatéral)	,950

Graphe 1: présente la comparaison des mesures de du poids chez l'élite kata et kumite.

Etant donné que $P > 0,05$ on ne peut pas rejeter l'hypothèse nulle H_0 .

La différence entre les moyennes est non significative. Les moyennes sont égales, les 2 groupes sont égaux au niveau du poids du corps (Poids Elite Kata = Poids Elite Kumite).

3. La taille :

La taille de notre population est en moyenne de 1,7483m avec un écart type de ,04119 et une erreur à la moyenne est de ,02453 pour les spécialistes en kata. Par contre la

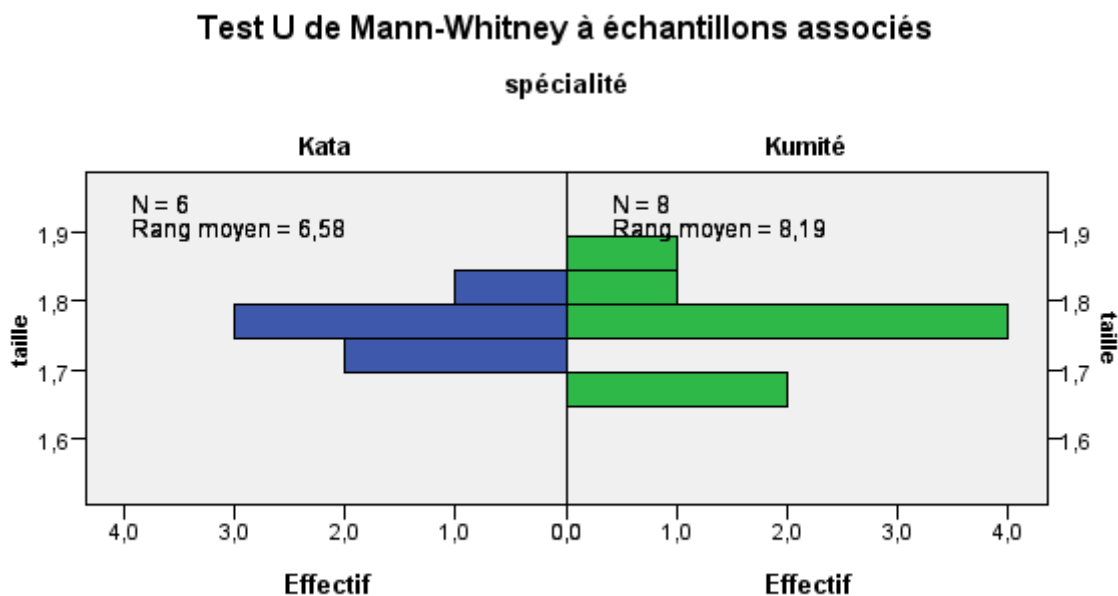
moyenne pour les spécialistes en kumite est de 1,7688cm avec un écart type de ,06937 et une erreur à la moyenne est de ,02453. Sur la base de ces données, nous pouvons dire que nos karatekas sont moyens de taille.

Il est très important de souligner le rapport de la taille avec la pratique de compétition de haut niveau. Il existe une forte corrélation entre elle et l'épreuve spécialisée. Généralement les spécialistes en kata sont de taille plus au moins petite, par contre ceux du kumite sont grands de taille avec des membres supérieures et inférieures relativement long. Ces caractéristiques influencent positivement le jeu en compétition.

Ce résultat s'accorde avec l'étude expérimentale basée sur une approche transversale essentiellement sur les caractéristiques qui pourraient différer entre deux groupes en ce qui concerne les exigences de leurs mouvements disciplinaires respectifs (Pauole, 2000 ; Ravier, 2006 ; Fritzsche, 2007). Les données suggèrent une plus grande taille corporelle des athlètes de kumite par rapport au kata, tandis que la différence de composition corporelle évaluée par l'IMC n'était pas statistiquement significative.

Une autre étude vient renforcer nos résultats, c'est celle de Lohman et al, (1998), qui affirme qu'en raison des performances rapides nécessaires, les concurrents de kumite puissent révéler une vitesse de déplacement plus élevée et une plus grande puissance. À l'inverse, en raison de l'inconvénient d'une grande taille du corps lors du maintien des postures difficiles et exigeantes en force (Lohman, 1998 ; Jaric et al 2005) telles que celles requises dans un certain nombre de kata, on pourrait s'attendre à une taille corporelle plus petite et à une plus grande flexibilité du membre inférieur chez les compétiteurs de kata. Les résultats attendus pourraient être importants non seulement pour la sélection précoce et la formation en karaté, mais aussi pour la conception de batteries de tests spécifiques à une discipline pour l'évaluation des compétiteurs de kumite et de kata.

Ainsi. On dénote que malgré une taille en faveur des algériens, leurs performances restent insuffisantes.



N Total	14
U de Mann-Whitney	29,500
W de Wilcoxon	65,500
Statistique de test	29,500
Erreur standard	7,686
Statistique de test standardisée	,716
Sig. asymptotique (test bilatéral)	,474
Sig. exacte (test bilatéral)	,491

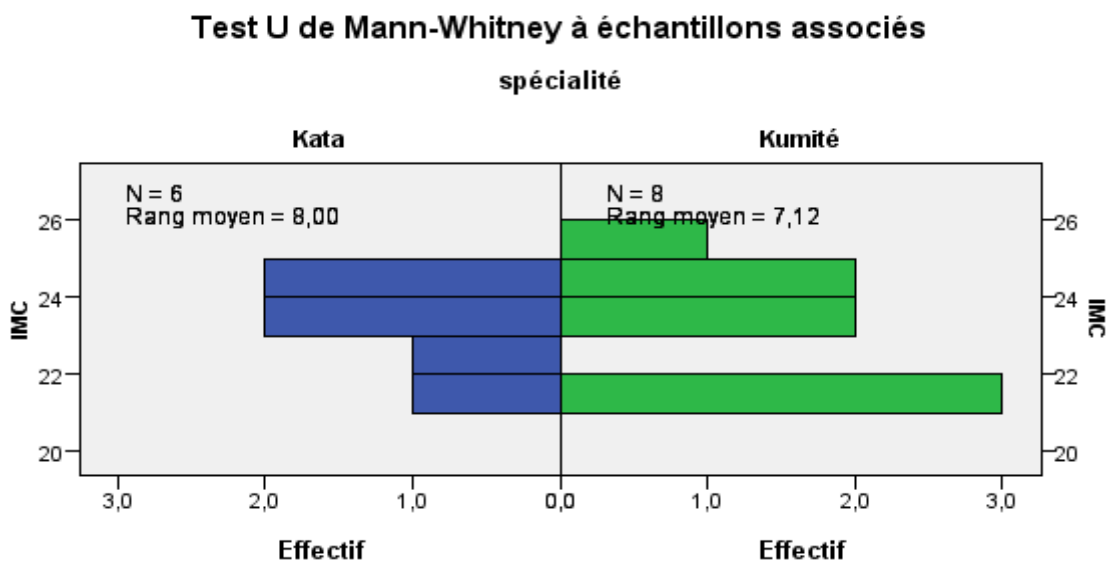
Graph 2 : présente la comparaison des mesures de la taille chez l'élite kata et kumite.

Etant donné que $P > 0.05$ on ne peut pas rejeter l'hypothèse nulle H_0 .

La différence entre les moyennes est non significative. Les moyennes sont égales, les 2 groupes sont égaux au niveau de la taille (Taille Elite Kata = Elite Kumite).

4. L'IMC

IMC nos karatekas présentent une moyenne très rapproché dans les deux épreuves, respectivement de 23,13875 en kata et de 23,13875 en en kumite avec un écart type de 1,185416 et de 1,473539 et une erreur a la moyenne de ,483944 et de ,520975.nos karatekas ont la même Corpulence physique qui est considérée comme étant normale selon l'OMS



N Total	14
U de Mann-Whitney	21,000
W de Wilcoxon	57,000
Statistique de test	21,000
Erreur standard	7,746
Statistique de test standardisée	-,387
Sig. asymptotique (test bilatéral)	,699
Sig. exacte (test bilatéral)	,755

Graph 3: présente la comparaison des mesures de l'IMC chez l'élite kata et kumite.

Etant donné que $P > 0.05$ on ne peut pas rejeter l'hypothèse nulle H_0 .

La différence entre les moyennes est non significative. Les moyennes sont égales, les

2 groupes sont égaux au niveau de l'IMC (IMC Elite Kata = IMC Elite Kumite).

6.3. Présentation des résultats des Tests physiques.

Nos résultats récapitulatifs obtenus chez notre élite sont présentés sous forme de tableaux.

Tableau 45 : Présentation des résultats récapitulatifs des tests physiques.

S t a t i s t i q u e s d e s c r i p t i v e s					
	N	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type
VMA	14	14	19	15,83	1,520
Vo2max	14	43,288	61,380	50,66857	5,199091
Développé Couché	14	60,0	120,0	93,286	16,9725
Squat	14	80,0	210,0	123,571	32,4884
Soulevé de Terre	14	100,0	220,0	152,500	34,1236
Puissance Absolue	14	971,0	1270,0	1106,143	97,7019
Puissance Relative	14	13,213	17,642	15,40043	1,368206

Le tableau 45 représente les résultats des tests effectués avec l'élite algérienne et démontrent un niveau important de développement de la force maximale des différents groupes musculaires, de la vitesse maximale aérobie et de la puissance maximale anaérobie.

Cependant ces résultats comparées a celles de l'élite mondiale nous laisse optimiste sur le facteur physique des algériens, mais il reste qu'un facteur de la performance athlétique.

1. La VMA :

La VMA de nos karatekas est de 15,83km/h en moyenne avec un écart type de 1.520km/h. Elle constitue un indice pertinent pour évaluer et développer l'athlète. Cette valeur met les algériens dans un état confortable mais qui est appelé a être développé davantage a cause des grandes exigences imposées par le niveau de la compétition mondiale. Par ailleurs, ces valeurs restent très éloignées de celles enregistrées par les japonais, détenteur du 1^{er} rang mondial (18,68±6.6km/h), et les français classés au 4eme rang mondial (19,43±2.6).

2. Le Vo2max :

Le VO2Max enregistrées chez nos karatekas est de 50,66857ml/m/mn en moyenne avec un écart type de 5,1999. Cette valeur témoigne d'un développement acceptable des possibilités aérobie mais qui doit être développé davantage. Par ailleurs, ces valeurs restent cependant très éloignées de celles enregistrées par les japonais, détenteur du 1^{er} rang mondial (59,08±6.6ml/m/mn), et les français classés au 4eme rang mondial (61,43±2.6 ml/m/mn).

3. Le Développé Couché :

Le développé couché de nos karatekas est de 93,286 kg en moyenne avec un écart type de 16,9725.

Ces valeurs s'approchent et mêmes dépassent celles enregistrées chez les grandes nations du Karate mondial.

Deux études ont traites la force maximale en développé couché ; la 1ere a portée sur l'évaluation du développé couché chez les japonais de haut niveau et enregistrée un résultat de 87,1±12,5 (Imamura, 1998), et la 2eme a portée sur l'évaluation des brésiliens et a enregistré des valeurs de 76,3 ±16,8kg (Roschel & al, 2009).

4. Le Squat :

Le Squat de nos karatekas est de 123,571kg en moyenne avec un écart type de 32,4884. Ces valeurs s'approchent de celles enregistrées chez les grandes nations du Karate mondial.

Deux études ont traites la force maximale en squat ; la 1ere a portée sur l'évaluation du squat chez les japonais de haut niveau et enregistrée un résultat de 137,5±12,5 (Imamura, 1998), et la 2eme a portée sur l'évaluation des brésiliens et a enregistré des valeurs de 113,3± (Roschel & al, 2009).

5. Le Soulevé de terre :

Le soulevé de terre de nos karatekas est de 152,500kg en moyenne avec un écart type de 16,9725.

En absences de données d'athlètes internationaux, cette valeur est considérée comme étant très importante et témoigne d'une grande puissance chez nos karatekas.

En effet, la force maximale dynamique ne constitue pas un facteur décisif au cours d'un combat de karaté, mais elle est sollicitée pour fournir une base au travail de puissance et par la suite autres facteurs tel que la vitesse de contraction musculaire, semble être plus déterminant (Roschel et al. 2009).

6. La Puissance relative :

La puissance Maximale anaérobie de nos karatekas est de 15,40043watts en moyenne avec un écart type de 1,368206. Ces valeurs traduisent un bon niveau de développement de la PMA_{ana} chez notre élite, mais elle doit être développée davantage.

En absences de données d'athlètes internationaux, cette valeur est considérée comme étant très importante et témoigne d'une grande puissance chez nos karatekas. Il est a souligné que la performance en karaté dépend de la vitesse maximale et de la force explosive.

La pratique du karaté nécessite d'une part une puissance et endurance anaérobie pour enchaîner des actions brèves et intenses dans des intervalles courts. D'autre part, la puissance et l'endurance aérobie sont également essentielles pour maintenir un niveau d'intensité élevé et constant, puisque les efforts sont courts, intenses et répétés durant plusieurs minutes, sans possibilités de récupération complète » (Nunan, 2006).donc, il fait principalement appel au système anaérobie alactique et aérobie » (Cazorla, 2000). L'effort semble mixte, sollicitant à la fois le métabolisme anaérobie alactique et lactique et le métabolisme aérobie, (Rossi, 1999). Nos résultats récapitulatifs des tests physiques réalisés et obtenus chez notre élite kata et kumite sont présentés sous forme de tableaux.

Tableau 46 : Présentation des résultats récapitulatifs des tests physiques chez l'élite Kata et Kumite.

S t a t i s t i q u e s d e g r o u p e					
	Spécialité	N	Moyenne	Ecart-Type	Erreur Standard Moyenne
VMA	Kata	6	15,36	,771	,315
	Kumité	8	16,19	1,877	,664
Vo2max	Kata	6	48,58000	2,433972	,993665
	Kumité	8	52,23500	6,278918	2,219933
Développé couché	Kata	6	94,167	16,8572	6,8819
	Kumité	8	92,625	18,1890	6,4308
Squat	Kata	6	111,667	21,3698	8,7242
	Kumité	8	132,500	37,7018	13,3296
Soulevé de Terre	Kata	6	138,333	16,0208	6,5405
	Kumité	8	163,125	40,9649	14,4833
Puissance Absolue	Kata	6	1033,667	37,6280	15,3616
	Kumité	8	1160,500	94,0061	33,2362
Puissance Relative	Kata	6	14,50900	1,187083	,484624
	Kumité	8	16,06900	1,130502	,399693

1. La VMA :

La **Vma** de nos karatekas est de 15,36 km/h en moyenne avec un écart type de ,771 et une erreur à la moyenne est de ,315 pour les spécialistes en kata. Par contre la moyenne de celles des spécialistes en kumite est de 16,19 km/h avec un écart type de 1,877 et une erreur à la moyenne est de ,664. Cette différence est non significative et nous informe de la prédominance des filières énergétiques.

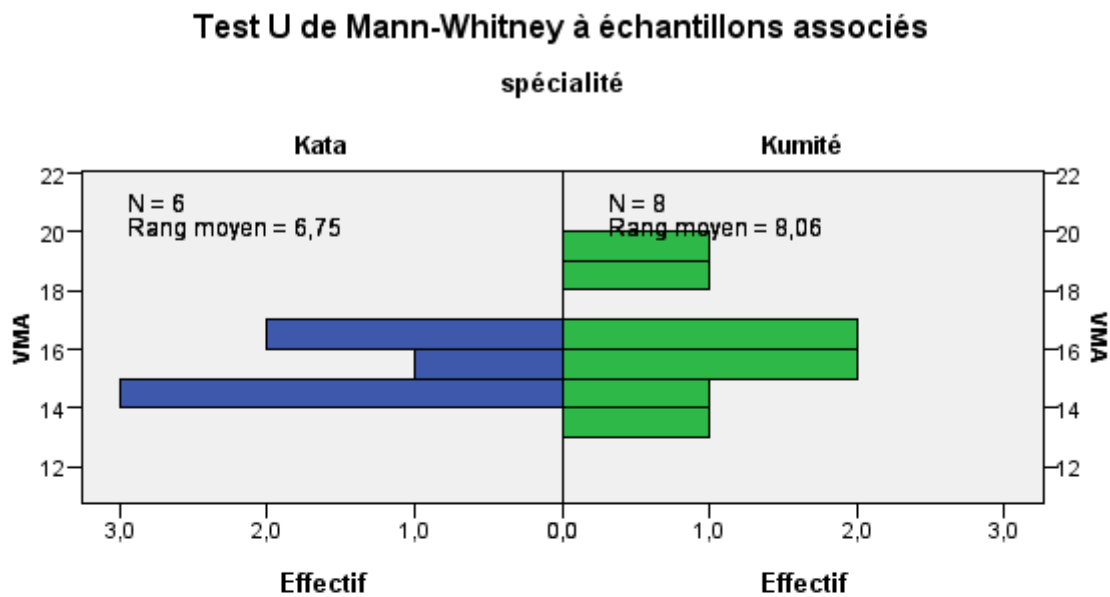
Chez les spécialistes en kata, la puissance métabolique est inférieure à VO₂max et les sources aérobies et anaérobies (alactique et lactique) sont presque également divisées.

Le kata se caractérise par une série prédéterminée de techniques explosives exécutées en anaérobie (10 à 41%). Ces études montrent une variation des réponses physiologiques selon la durée du kata, la nature et le nombre de techniques qui le compose, la condition physique du karatéka et sa capacité de récupération entre les katas. Leurs résultats montrent que le métabolisme anaérobie lactique et aérobie n'occupe pas une place prépondérante dans l'exécution du kata, et mettent en évidence la prédominance du métabolisme anaérobie alactique. Francescato et coll., (1990), ont rapporté une lactatémie de 5.8 mmol/l, l'intervention des systèmes énergétiques été de (46 % anaérobie alactique, 41 % anaérobie

lactique, 13 % aérobie) pour le kata de longue durée de 80 s. Pour le kata de courte durée de 10 s, l'intervention des systèmes énergétiques été de (90 % anaérobie alactique, 00 % anaérobie lactique étant négligeable, 10% système aérobie).

L'analyse des épreuves Kata ou Kumite démontre que chacune d'elles requiert des exigences spécifiques au niveau énergétique.

En comparant l'étude menée par Beneke et coll, (2004) sur des combats simulés de 3min et celle menée par Francescato et coll, (1990) sur des katas simulés de longue durée de 80 sec, on remarque la prédominance du système aérobie en kumité. Alors qu'en kata, c'est le système anaérobie alactique et lactique qui prédomine.



N Total	14
U de Mann-Whitney	28,500
W de Wilcoxon	64,500
Statistique de test	28,500
Erreur standard	7,737
Statistique de test standardisée	,582
Sig. asymptotique (test bilatéral)	,561
Sig. exacte (test bilatéral)	,573

Grphe 4 : présente la comparaison des mesures de la VMA chez l'élite Kata et Kumite.

Etant donné que $P > 0.05$, on ne peut pas rejeter l'hypothèse nulle H_0 .

La différence entre les moyennes est non significative. Les moyennes sont égales, les 2 groupes sont égaux au niveau de Vma ($Vma \text{ Elite Kata} = Vma \text{ Elite Kumite}$).

2. Le Vo₂max :

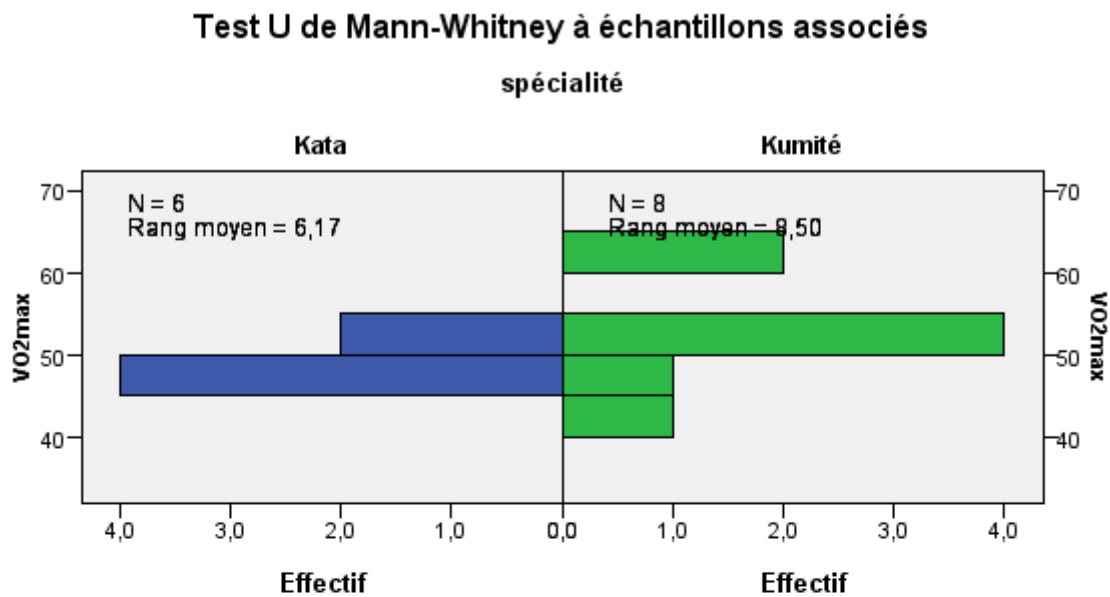
Le Vo₂ Max enregistrés chez nos karatekas est de 48,58000ml/m/mn en moyenne avec un écart type de 2,433972 et une erreur à la moyenne est de ,993665 pour les spécialistes en kata. Par contre la moyenne de celles des spécialistes en kumite est de 52,23500ml/m/mn avec un écart type de 6,278918 et une erreur à la moyenne est de 2,219933. Cette différence est non significative et nous informe de la prédominance des filières énergétiques.

Ces résultats sont insignifiants et montrent une légère différence en faveur du Kumite, mais qui son argumentation pratique.

L'intensité et la durée de l'effort déterminent les filières énergétiques impliquées et leurs mises à contribution pour la pratique du Karate au plus Haut Niveau de Compétition.

Plus les réserves des filières énergétiques sont développées, plus elles disposent d'une grande capacité et d'une grande Puissance, plus l'endurance combinée des filières énergétiques sera importante. Il est à noter qu'un karatéka possédant une bonne puissance aérobique maximale pourra récupérer de ses efforts plus rapidement.

Les diverses études ayant utilisées des athlètes masculins élite ou de haut niveau en karaté ont démontré que ces derniers disposaient d'un VO₂max variant entre 48,5±6 à 61,4±2,6 ml/kg/min (Imamura et al, 1997, Imamura et al, 1998 ; Ravier et al, 2004 ; Doria et al, 2009 ; Ravier et al, 2009). Les variations relativement importantes entre les valeurs minimales et maximales indiquées peuvent s'expliquer par la diversité des capacités physiques des athlètes sélectionnés de même que par les tests préconisés pour évaluer cette composante. Pour le kumite, la capacité aérobie est nécessaire pour prévenir la fatigue durant les entraînements, durant les pauses entre les échanges d'un combat ou lors de combats consécutifs ainsi qu'entre chaque ronde de combat (Beneke et al, 2004).



N Total	14
U de Mann-Whitney	32,000
W de Wilcoxon	68,000
Statistique de test	32,000
Erreur standard	7,729
Statistique de test standardisée	1,035
Sig. asymptotique (test bilatéral)	,301
Sig. exacte (test bilatéral)	,345

Grphe 5 : présente la comparaison des mesures de la VO2Max chez l'élite Kata et Kumite.

Etant donné que $P > 0.05$, on ne peut pas rejeter l'hypothèse nulle H_0 .

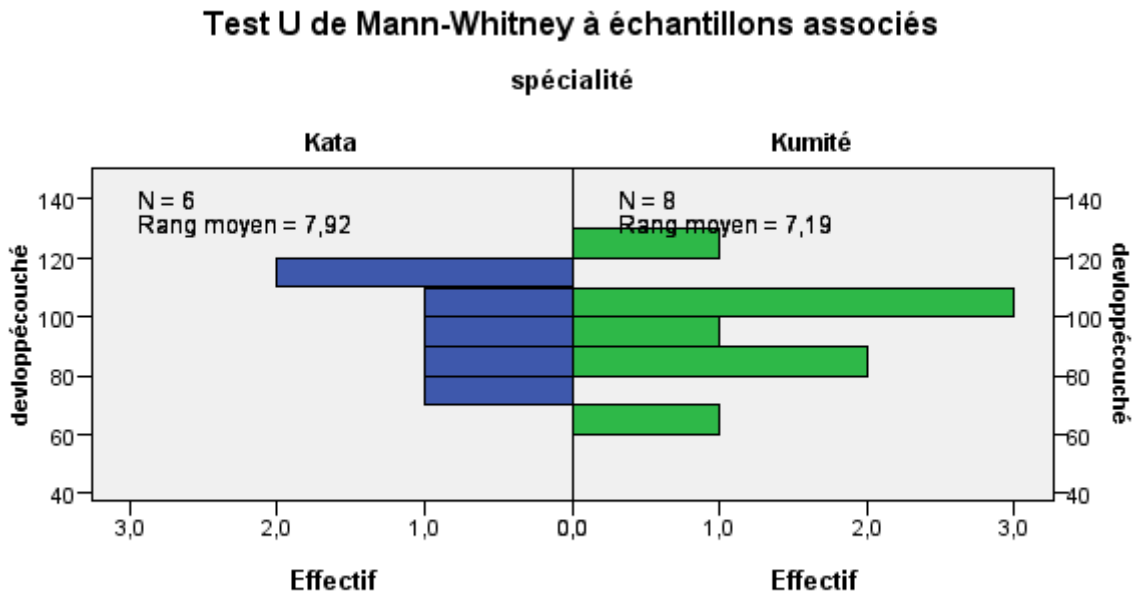
La différence entre les moyennes est non significative. Les moyennes sont égales, les 2 groupes sont égaux au niveau de VO2Max (VO2Max Elite Kata = VO2Max Elite Kumite).

3. Le Développé couché :

Les résultats du test Développé couché enregistrés chez nos karatekas est de 94,167kg en moyenne avec un écart type de 16,8572 et une erreur a la moyenne est de 6,8819 pour les spécialistes en kata. Par contre la moyenne de celles des spécialistes en kumite est de 92,625 avec un écart type de 18,1890 et une erreur a la moyenne est de 6,4308. Cette différence est non significative.

Notre élite a enregistré des valeurs très satisfaisante compare a l'élite mondial et démontre un bon niveau de développement de la force des membres supérieure chez les spécialistes en kata par rapport a ceux du kumite. Il est a souligné que la méthode traditionnelle d'évaluation de la force maximale est la détermination de la charge maximale que peut soulever un individu (c.à.d. 1-RM) (Fry et Newton, 2002). Toutefois, les recherches scientifiques dans ce sens chez les karatékas sont relativement limitées (Petrov&Stephan, 2020).

Les études ayant traitées la force maximale absolue en développé couché et en demi-squat affirment qu'elle diffère significativement entre les karatékas de haut niveau par rapport aux novices (Imamura et al, 1998). A la lumière de ces résultats, Imamura et al, (1998) ont conclu que le développé couché, ainsi que, le demi-squat peuvent refléter le niveau de compétitivité du karatéka.



N Total	14
U de Mann-Whitney	21,500
W de Wilcoxon	57,500
Statistique de test	21,500
Erreur standard	7,712
Statistique de test standardisée	-,324
Sig. asymptotique (test bilatéral)	,746
Sig. exacte (test bilatéral)	,755

Graphe 6 : présente la comparaison des mesures du développé couché chez l’élite Kata et Kumite.

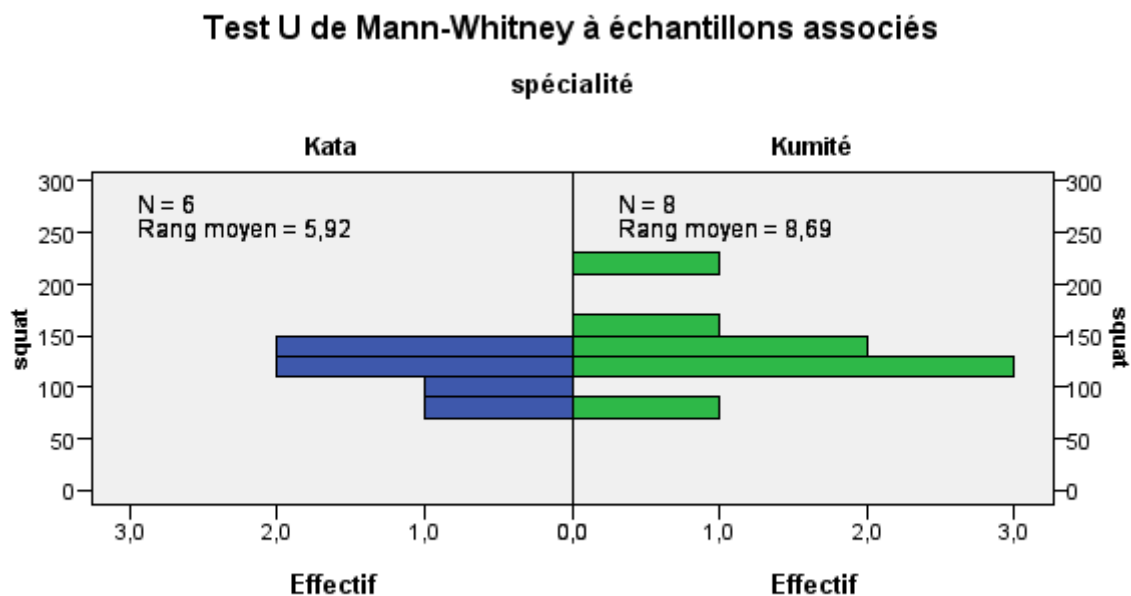
Etant donné que $P > 0.05$, on ne peut pas rejeter l'hypothèse nulle H_0

La différence entre les moyennes est non significative. Les moyennes sont égales, les groupes ne sont pas différents au niveau du développé couché (développé couché Elite Kata = développé couché Elite Kumite).

3. Le Squat :

Les résultats du test du Squat enregistrés chez nos karatekas est de 111,667kg en moyenne avec un écart type de 21,3698 et une erreur a la moyenne est de 8,7242 pour les spécialistes en kata. Par contre la moyenne de celles des spécialistes en kumite est de 132,500 avec un écart type de 37,7018 et une erreur a la moyenne est de 13,3296. Cette différence est non significative et nous informe du niveau de Force maximale de notre élite nationale et les possibilités offertes pour exploiter cette force au profit de l'explosivité...

L'importance de développement de la force des membres inférieurs en kata est capitale vue que ce dernier exige des déplacements rapides sur des positions basses avec des formes de contractions combinées accès principalement sur l'isométrie. Il a été démontré que les karatékas experts possèdent une plus importante force au niveau des muscles fléchisseurs des membres inférieurs que les karatékas amateurs (Sabriccoli et al, 2010). Dans ce même contexte, les karatékas de haut niveau possèdent une vitesse de conduction nerveuse plus élevée au niveau du muscle biceps fémoral et c'est sur toutes les vitesses angulaires.



N Total	14
U de Mann-Whitney	33,500
W de Wilcoxon	69,500
Statistique de test	33,500
Erreur standard	7,678
Statistique de test standardisée	1,237
Sig. asymptotique (test bilatéral)	,216
Sig. exacte (test bilatéral)	,228

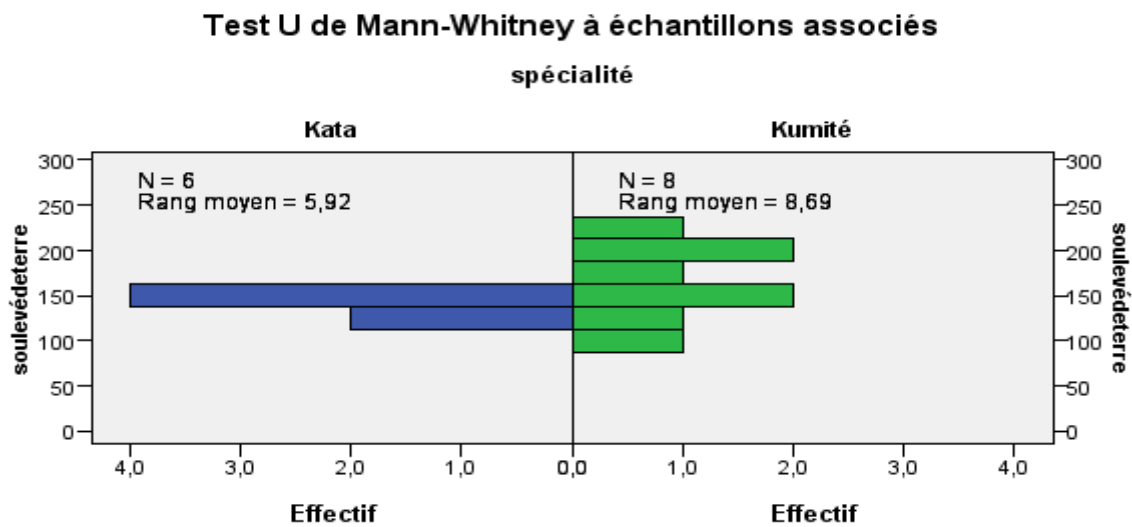
Graph 7 présente la comparaison des mesures du Squat chez l'élite Kata et Kumite.

Etant donné que $P > 0,05$, on ne peut pas rejeter l'hypothèse nulle H_0 .

La différence entre les moyennes est non significative. Les moyennes sont égales, les 2 groupes sont égaux au niveau du Squat (Squat Max Elite Kata = Squat Max Elite Kumite).

5. Le Soulevé de terre :

Les résultats du test Soulevé de terre enregistrés chez nos karatekas est de 138,333kg en moyenne avec un écart type de 16,0208 et une erreur a la moyenne est de 6,5405 pour les spécialistes en kata. Par contre la moyenne de celles des spécialistes en kumite est de 163,125 avec un écart type de 40,9649 et une erreur a la moyenne est de 14,4833. Cette différence est non significative et nous informe du niveau de développement du tronc de notre élite nationale, cependant les spécialistes en kumite marquent des performances plus élevées et un niveau de développement supérieur.



N Total	14
U de Mann-Whitney	33,500
W de Wilcoxon	69,500
Statistique de test	33,500
Erreur standard	7,695
Statistique de test standardisée	1,235
Sig. asymptotique (test bilatéral)	,217
Sig. exacte (test bilatéral)	,228

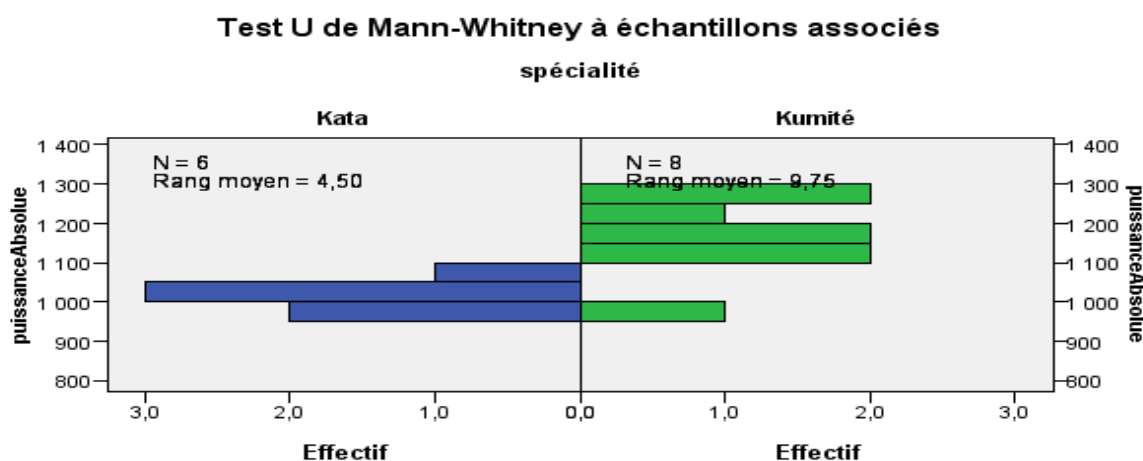
Graphe 8 : présente la comparaison des mesures du soulevé de terre chez l'élite Kata et Kumite.

Etant donné que $P > 0,05$, on ne peut pas rejeter l'hypothèse nulle H_0 .

La différence entre les moyennes est non significative. Les moyennes sont égales, les 2 groupes sont égaux au niveau du soulevé de terre (soulevé de terre Elite Kata = soulevé de terre Elite Kumite).

6. La Puissance absolue :

Les résultats du test Puissance maximale anaérobie absolue enregistrés chez nos karatekas est de 1033,667Watts en moyenne avec un écart type de 37,6280 et une erreur a la moyenne est de 15,3616 pour les spécialistes en kata. Par contre la moyenne de celles des spécialistes en kumite est de 1160,500 avec un écart type de 94,0061 et une erreur a la moyenne est de 33,2362. Cette différence est significative et nous informe du niveau de développement de la puissance absolue en faveur des spécialistes Kumite.



N Total	14
U de Mann-Whitney	42,000
W de Wilcoxon	78,000
Statistique de test	42,000
Erreur standard	7,746
Statistique de test standardisée	2,324
Sig. asymptotique (test bilatéral)	,020
Sig. exacte (test bilatéral)	,020

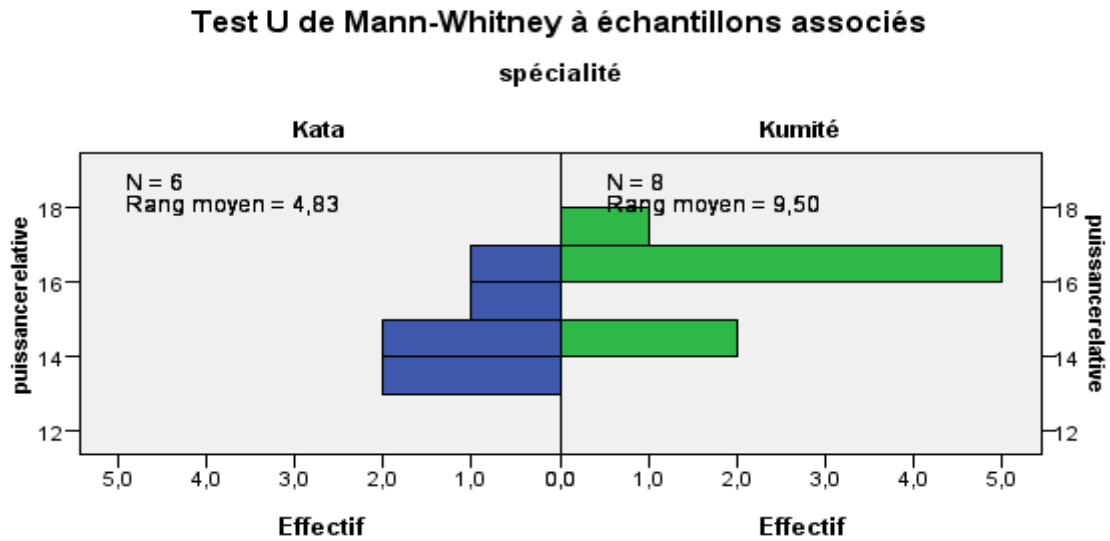
Graphe 9 : présente la comparaison des mesures de la puissance absolue chez l'élite Kata et Kumite.

Etant donné que $P < 0,05$ on rejette l'hypothèse nulle H_0 .

La différence entre les moyennes est significative. Les moyennes sont inégales, les 2 groupes sont inégaux au niveau de la puissance absolue (la puissance absolue Elite Kata # la puissance absolue Elite Kumite).

7. La Puissance relative :

Les résultats du test Puissance maximale anaérobie enregistrés chez nos karatekas est de 14,50900Watts en moyenne avec un écart type de 1,187083 et une erreur a la moyenne est de ,484624 pour les spécialistes en kata. Par contre la moyenne de celles des spécialistes en kumite est de 16,06900 avec un écart type de 1,130502 et une erreur a la moyenne est de ,399693. Cette différence est significative et nous informe du niveau de développement de la puissance relative en faveur des spécialistes Kumite sachant bien que le kata est plus exigeant en ce volet et cette filière constitue une donnée de base et une prédominance en compétition de haut niveau.



N Total	14
U de Mann-Whitney	40,000
W de Wilcoxon	76,000
Statistique de test	40,000
Erreur standard	7,746
Statistique de test standardisée	2,066
Sig. asymptotique (test bilatéral)	,039
Sig. exacte (test bilatéral)	,043

Graphe 10 : présente la comparaison des mesures de la puissance relative chez l’élite Kata et Kumite.

Etant donné que P calculée = 0,039 est inférieure à $P < 0,05$, on rejette l'hypothèse nulle H_0 .

La différence entre les moyennes est significative. Les moyennes sont inégales, les 2 groupes sont différents au niveau de la puissance relative (la puissance relative Elite Kata # la puissance relative Elite Kumite) en faveur des spécialistes du kumite.

6.4. Présentation des résultats de la Corrélations entre les Tests physiques et la performance athlétique.

Tableau 47 : Présentation des résultats de la Corrélations entre les Tests physiques et la performance athlétique.

			Ranking
Rho de Spearman	Ranking	Coefficient de corrélation	1,000
		Sig. (bilatérale)	.
		N	14
	Distance	Coefficient de corrélation	-,212
		Sig. (bilatérale)	,466
		N	14
	Vma	Coefficient de corrélation	-,217
		Sig. (bilatérale)	,457
		N	14
	Vo2max	Coefficient de corrélation	-,199
		Sig. (bilatérale)	,495
		N	14
	Développé Couché	Coefficient de corrélation	-,412
		Sig. (bilatérale)	,143
		N	14
	Squat	Coefficient de corrélation	-,187
		Sig. (bilatérale)	,522
		N	14
	Soulevé de Terre	Coefficient de corrélation	-,184
		Sig. (bilatérale)	,528
		N	14
Puissance Absolue	Coefficient de corrélation	-,351	
	Sig. (bilatérale)	,219	
	N	14	
Puissance Relative	Coefficient de corrélation	-,298	
	Sig. (bilatérale)	,301	
	N	14	

Le tableau 47 représente les résultats des tests de corrélation (Spearman) entre les tests physiques et la performance athlétique et démontre une absence de corrélation pour l'ensemble des variables testées.

6.5. Présentation des résultats de la Corrélations entre la performance athlétique et la performance technique chez l'élite kumite.

Tableau 48 : Présentation des résultats de la Corrélations entre la performance athlétique et la performance technique chez l'élite kumite.

			Ranking	Meilleure Performance Technique
Rho de Spearman	Ranking	Coefficient de corrélation	1,000	-,247
		Sig. (bilatérale)	.	,555
		N	8	8
	Meilleure Performance Technique	Coefficient de corrélation	-,247	1,000
		Sig. (bilatérale)	,555	.
		N	8	8
	Distance	Coefficient de corrélation	,143	-,082
		Sig. (bilatérale)	,736	,846
		N	8	8
	VMA	Coefficient de corrélation	,143	-,082
		Sig. (bilatérale)	,736	,846
		N	8	8
	Vo2max	Coefficient de corrélation	,238	-,082
		Sig. (bilatérale)	,570	,846
		N	8	8
	Développé Couché	Coefficient de corrélation	,143	-,082
		Sig. (bilatérale)	,736	,846
		N	8	8
	Squat	Coefficient de corrélation	-,228	-,166
		Sig. (bilatérale)	,588	,695
		N	8	8
	Soulevé de Terre	Coefficient de corrélation	-,095	-,082
		Sig. (bilatérale)	,823	,846
		N	8	8
	Puissance Absolue	Coefficient de corrélation	-,405	,247
		Sig. (bilatérale)	,320	,555
		N	8	8
Puissance Relative	Coefficient de corrélation	,095	-,247	
	Sig. (bilatérale)	,823	,555	
	N	8	8	

Le tableau 48 représente les résultats des tests de corrélation (Spearman) entre la performance athlétique et la performance technique chez l'élite kumite et démontre une absence de corrélation pour l'ensemble des variables testées.

6.6. Présentation des résultats de la Corrélations entre la performance athlétique et la performance technique chez l'élite kata.

Tableau 49 : Présentation des résultats de la Corrélations entre la performance athlétique et la performance technique chez l'élite kata.

			Ranking	Meilleure Performance Technique
Rho de Spearman	Ranking	Coef de corrélation	1,000	,495
		Sig. (bilatérale)	.	,318
		N	6	6
	Meilleure Performance Technique	Coef de corrélation	,495	1,000
		Sig. (bilatérale)	,318	.
		N	6	6
	Distance	Coef de corrélation	-,435	-,293
		Sig. (bilatérale)	,389	,573
		N	6	6
	VO2max	Coef corrélation	-,435	-,293
		Sig. (bilatérale)	,389	,573
		N	6	6
	Développé Couché	Coef de corrélation	-,824*	-,297
		Sig. (bilatérale)	,044	,568
		N	6	6
	Squat	Coef de corrélation	-,176	,198
		Sig. (bilatérale)	,738	,707
		N	6	6
	Soulevé de Terre	Coef de corrélation	-,403	-,101
		Sig. (bilatérale)	,428	,850
		N	6	6
	Puissance Absolue	Coef de corrélation	-,986**	-,488
		Sig. (bilatérale)	,000	,326
		N	6	6
Puissance Relative	Coef de corrélation	-,812*	-,683	
	Sig. (bilatérale)	,050	,135	
	N	6	6	

Le tableau 49 représente les résultats des tests de corrélation (Spearman) entre la performance athlétique et la performance technique chez l'élite kata et démontre une corrélation significative pour $P < 0,05^*$ pour la puissance absolue et le développé couche, et Très Significative pour $P < 0,01^{**}$ pour la puissance relative, par contre, elle est non significative avec une absence de corrélation pour l'ensemble des variables restantes testées.

6.7. Présentation des résultats de la Corrélations entre la performance athlétique et la performance technique chez l'élite kata et kumite.

Tableau 50 : Présentation des résultats de la Corrélations entre la performance athlétique et la performance technique chez l'élite kata et kumite.

			Meilleure Performance Technique
Rho de Spearman	Distance	Coefficient de corrélation	-,204
		Sig. (bilatérale)	,483
		N	14
	VMA	Coefficient de corrélation	-,190
		Sig. (bilatérale)	,516
		N	14
	VO2max	Coefficient de corrélation	-,304
		Sig. (bilatérale)	,290
		N	14
	Développé Couché	Coefficient de corrélation	,024
		Sig. (bilatérale)	,936
		N	14
	Squat	Coefficient de corrélation	-,316
		Sig. (bilatérale)	,271
		N	14
	Soulevé de Terre	Coefficient de corrélation	-,332
		Sig. (bilatérale)	,247
		N	14
	Puissance Absolue	Coefficient de corrélation	-,590*
		Sig. (bilatérale)	,026
		N	14
Puissance Relative	Coefficient de corrélation	-,638*	
	Sig. (bilatérale)	,014	
	N	14	
Meilleure Performance Technique	Coefficient de corrélation	1,000	
	Sig. (bilatérale)	.	
	N	14	

Le tableau 21 représente les résultats des tests de corrélation (Spearman) entre la performance athlétique et la performance technique chez l'élite kata et kumite et démontre une corrélation significative pour $P < 0,05^*$ pour la puissance absolue et pour la puissance relative, par contre, elle est non significative pour l'ensemble des variables restantes testées avec une absence de corrélation.

Constatations

Au terme de cette étude, les résultats des tests réalisés avec l'élite algérienne ont permis d'enregistrer les constatations suivantes :

- L'élite algérienne se caractérise par une taille moyenne avec même corpulence physique et un niveau de développement identique des facteurs de la condition physique,
- L'élite algérienne enregistre des valeurs importantes sur le plan de la force maximale qui se rapprochent et dépassent les valeurs de l'élite mondiale,
- L'élite algérienne enregistre des valeurs très éloignées de celles enregistrées par l'élite mondiale sur le plan de la Vitesse Maximale Aérobie,
- L'élite algérienne enregistre de valeurs importantes sur le plan de la Puissance Maximale Anaérobie ; cependant, il n'existe aucune donnée de comparaison avec l'élite mondiale,
- L'élite algérienne se caractérise par un âge avancée qui constitue le dernier stade pour la performance athlétique, défavorable pour l'élite kumite et favorable pour ceux du kata en terme d'acquisition de la maturité et de l'expérience compétitive,
- L'élite algérienne présente un niveau de performance technique élevée chez l'élite kata avec un niveau de performance athlétique modeste, et un niveau de performance technique modeste chez l'élite kumite avec un niveau de performance athlétique acceptable,
- Aucune différence significative n'a été enregistrée entre l'élite kata et l'élite Kumite sur l'ensemble des facteurs envalés,
- Une homogénéité dans le développement des différentes qualités physiques sauf pour le Soulevé de Terre en faveur de l'élite Kumite,
- Aucune différence significative entre les tests physiques et la performance athlétique n'ont été enregistré,
- Aucune différence significative entre la performance athlétique et la performance technique en kumite n'ont été enregistré,
- Une différence très significative concernant la puissance relative et significative pour la puissance absolue et le développé couche chez l'élite kata a été enregistré.
- Une différence significative concernant la puissance absolue et la puissance relative chez l'élite algérienne kata et kumite a été enregistrée.
- Notre élite nationale possède les prédispositions pour affronter le niveau mondial avec assurance et succès (comparaison établies selon les études d'Imamura, 1998 ; Roschel, 2009 ; Doria et al, 2009 ; Petrov et Stephan, 2020).

Discussions

Cette recherche vise à tester le profil de performances physiques (**Test de Force Maximale**) et physiologique (**VMA et Puissance mécanique Anaérobie**) des athlètes d'élite Algériens Seniors de karaté spécialisés en kata et en kumite dans le but d'identifier les différences qui pourraient être importantes pour la spécialisation et la préparation, et de déterminer l'existence d'une différence sur le plan physique et une corrélation et au niveau technique et athlétique.

Les résultats obtenus étaient en ligne avec les hypothèses émises basées sur l'inexistence de différences entre les spécialistes des deux épreuves sur le plan physique et au niveau technique et athlétique.

Étant donné que seuls les compétiteurs d'élite ont été testés, les résultats pourraient être très importants pour la sélection et la conception de l'entraînement des athlètes de karaté de Haut Niveau.

Quatorze athlètes masculin ont pris part à cette étude, composées de Six (06) en kata et huit (08) en kumite avec une moyenne d'âge de **(26,214 ans)** pour l'ensemble du groupe testé soit une moyenne de 25,000 pour les spécialités en kata et 26,889 pour les spécialistes en kumite. Ils sont considérés parmi les meilleurs de l'élite Algérienne en Karate de la saison sportive 2017-2018.

Ils ont été soumis à des mesures anthropométriques (poids, taille, IMC), et aux tests physiques suivants :

- Test de 1RM Squat Complet (pour la mesure de la Force Maximale des membres inférieurs),
- Test de 1RM Développé Couché (pour la mesure de la Force Maximale des membres supérieurs),
- Test de 1RM Soulevé de Terre (pour la mesure de la Force Maximale du tronc),
- Test de Vitesse Maximale Aérobie (VMA) pour mesurer les possibilités aérobies, et le
- Test de Puissance Mécanique Anaérobie Maximale (PMAAna) pour mesurer la Force - Vitesse.

Les athlètes de l'équipe nationale sont dans le dernier stade de la performance athlétique et de ce fait, se pose le problème du successeur sachant que nos performances internationale actuelles sont modestes et que le niveau mondial n'est pas facilement accessible puisque l'Algérie est classé 78 au rang mondial à quatre marches du dernier classement (WKF 2017).

Concernant les mesures anthropométriques nous pouvons retenir les points suivants :

- La taille : une moyenne de (176,00 cm) a été enregistrée pour l'ensemble du groupe testé soit une moyenne de 173,80 pour les spécialités en kata et 172,22 pour les spécialistes en kumite.
- Le poids : une moyenne de (72,143 kg) a été enregistrée pour l'ensemble du groupe testé soit une moyenne de 70,800 pour les spécialités en kata et 72,889 pour les spécialistes en kumite.
- L'Indice de Masse Corporelle (IMC), une moyenne de (25,430) a été enregistrée pour l'ensemble du groupe testé soit une moyenne de 23,44425 pour les spécialités en kata et 23,13980 pour les spécialistes en kumite.

En sommes, une similarité a été enregistrée entre les spécialistes en kata et en kumite. Ces valeurs indiquent une grande homogénéité au niveau des deux groupes au niveau de la taille, du poids, de l'IMC, en plus de l'âge, et nous renseignent sur un nombre d'indices qui concordent avec les exigences morphologiques de la performance mondiale, à savoir :

- L'élite algérienne présente une taille moyenne avec un gabarit acceptable.
- L'élite algérienne possède une Corpulence normale (IMC).
- L'âge est au dernier stade de la performance (récolte de résultats).

Les athlètes évalués présentent des mesures rapprochées en termes de poids, de taille et d'âge chez les spécialistes Kata et kumite. Cependant la taille corporelle doit être plus élevée en kumite que chez les concurrents de kata. Une partie de l'explication pourrait être trouvée dans les effets de l'échelle de taille corporelle qui affectent sélectivement les différentes performances physiques (cf., McMahan, 1984). La taille du corps des concurrents de kumite est affectée par la distribution des catégories de poids prescrites par les règles de compétition. (Doria &al, 2009).

La vitesse de mouvement maximale (une capacité cruciale pour le succès en compétition de kumite) devrait principalement rester non affectée par la taille du corps (Jaric, 2005), les concurrents de kumite devraient bénéficier de dimensions de corps longitudinales supérieures permettant d'atteindre et de frapper plus tôt un adversaire, en particulier dans les actions d'interception(McMahan, 1984).

De plus, une compétition de kata typique implique un certain nombre de postures qui sont plutôt basses et, par conséquent, assez exigeantes en force.

Étant donné que la force musculaire augmente avec la taille du corps à un rythme inférieur au poids corporel (Jaric, 2005), les concurrents de kata pourraient bénéficier d'une plus petite stature.

La compétition de kata est basée sur des postures basses qui nécessitent une grande flexibilité à la fois des muscles ischio-jambiers et des muscles abducteurs de la hanche. À noter que la même justification a été fréquemment utilisée pour expliquer une taille corporelle relativement petite des acrobates ou des gymnastes (McMahon, 1984).

Des études supplémentaires touchant cet aspect sont indispensables pour apporter un plus d'explications et de meilleures recommandations.

Concernant les différences existantes au niveau physiques chez l'élite algérienne kata et l'élite Kumite et leurs prédispositions a la performance mondiale, notre première hypothèse était la suivante : « Nous supposons que les karatekas d'élites Algériens spécialistes en katas et en kumite n'enregistrent aucune différence significative au niveau de la vitesse aérobie maximale, de la puissance anaérobie maximale, et la force maximale des différents grands groupes musculaires et qu'ils ont les prédispositions physiques requises pour la performance mondiale », ainsi, nous pouvons retenir que :

L'analyse des données de notre échantillon a pu révéler que l'élite algérienne se caractérise par un niveau de développement des facteurs de la condition physique identique et enregistre des valeurs importantes sur le plan de la force maximale, de la Puissance Maximale Anaérobie ; cependant, les valeurs de la Vitesse Maximale Aérobie sont très éloignées de celles enregistrées par l'élite mondiale.

Les résultats affichent qu'il n'existe aucunes différences significatives entre l'élite kata et l'élite Kumite sur l'ensemble des facteurs évalués,

Par ailleurs, nous avons enregistré une homogénéité dans le développement des différentes qualités physiques sauf pour le Soulevé de Terre en faveur de l'élite Kumite, et une différence très significative concernant la puissance absolue et significative pour la puissance relative et le développé couche chez l'élite kata.

Une différence significative est a retenir concernant la puissance absolue et la puissance relative chez l'élite algérienne kata et kumite.

Notre analyse approfondie des résultats des tests réalisés nous a permis de retenir se qui suit :

1. Au niveau de la Force Maximale, nous avons enregistré :

- Pour le Test de 1RM Squat Complet : une moyenne de (123,571 kg), pour l'ensemble du groupe testé soit une moyenne de 114,000 pour les spécialités en kata et 128,889 pour les spécialistes en kumite.
- Pour le Test de 1RM Développé Couché : une moyenne de (93,286 kg), pour l'ensemble du groupe testé soit une moyenne de 95,000 pour les spécialités en kata et 92,333 pour les spécialistes en kumite.
- Pour le Test de 1RM Soulevé de Terre : une moyenne de (152,500 kg), pour l'ensemble du groupe testé soit une moyenne de 142,000 pour les spécialités en kata et 158,333 pour les spécialistes en kumite.

Une similarité a été enregistrée entre l'élite kata et l'élite kumite. Ces valeurs indiquent une grande homogénéité au niveau des deux groupes au niveau de la Force Maximale en Squat Complet, en Soulevé de Terre et en Développé couché.

Nos athlètes ont enregistrés des valeurs acceptables qui leurs permet d'approcher le niveau mondial, cependant, aucune différence significative n'a été enregistrée entre les deux épreuves.

Quelques recherches se sont intéressé la force maximale et sa relation avec la performance.

Imamura et al. (1998) : Equipe Nationale Japonaise de Haut Niveau, Homme (n=7) Les résultats obtenus : au Développe couché = $87,1 \pm 12,5$ kg et au $137,5 \pm 12,5$ kg.

Roschel et al. (2009) : Equipe Nationale Brésilienne, Homme (n=14). Les résultats obtenus : au Développe couché = $76,3 \pm 16,8$ kg et au Squat = 113,3kg.

En comparant des vainqueurs et des perdants lors de compétition internationales, Roschel (2009) a pu établir une relation démontrant que le karaté dépend davantage de la puissance musculaire à faible charge (30% 1RM vs 60% 1RM) plutôt qu'avec des charges élevées lors des résultats avec le développé couché et des exercices de flexion des jambes en position debout (squat). Il ajoute avoir obtenu des résultats avec une forte corrélation indiquant que la force maximale dynamique (1RM) n'était pas un facteur critique pour la performance en karaté. Plutôt, il a observé que les karatékas ayant participé au projet d'étude (membres de l'équipe nationale brésilienne) et ayant remporté leurs combats disposaient d'une plus grande puissance musculaire des membres supérieurs et inférieurs par rapport aux perdants.

Les résultats de nos athlètes se rapprochent des résultats des mondialistes et témoignent de leurs capacités d'approcher le niveau mondial.

Cependant, il a été démontré que les karatékas experts possèdent une plus importante force au niveau des muscles fléchisseurs des membres inférieurs que les karatékas amateurs (Sabriccoli et al, 2010).

La force demeure très importante pour l'acquisition de l'explosivité en Karate, elle a un rapport direct avec le développement des possibilités anaérobie lactique et alactique. La plus haute capacité de production d'énergie (les phosphates) et la capacité glycolytique, ont été significativement plus élevées dans les deux épreuves, ce qui confirme que les athlètes masculins utilisent une force supérieure pour effectuer des mouvements explosifs. (Doria et al, 2009)

2. Au niveau du test VMA, nous pouvons retenir que :

Le Test de Vitesse Maximale Aérobie : une moyenne de (15,83Km/h), avec une **Vo2Max** de 50.66857ml/mn/kg a été enregistrée pour l'ensemble du groupe testé soit une moyenne respective de 15,49 Km/h et 49,00000 ml/mn/kg pour les spécialités en kata et 16,03 Km/h et 51,59556 ml/mn/kg pour les spécialistes en kumite.

L'élite algérienne a enregistré des valeurs acceptables qui nécessitent d'être développées pour approcher le niveau mondial, cependant, aucune différence significative n'a été enregistrée entre les deux épreuves.

Il est à rappeler que la capacité aérobie joue un rôle majeur dans les performances de karaté. Elle évite la fatigue pendant l'entraînement et assure les processus de récupération pendant les périodes de repos entre deux combats ultérieurs au sein d'une compétition et entre 02 rencontres consécutives. Cependant, aucune différence significative entre les athlètes masculins et féminins de kata et de kumite n'est soulignée en ce qui concerne les performances aérobies. Néanmoins, d'autres études sont nécessaires pour étayer ces résultats. (Chaabène et al, 2012).

Une conclusion partagée par Bangsbo, (1992) ; Imamura, (1998) ; Bangsbo, (2008), qui affirment que l'endurance aérobie est similaires en kata et en kumite pendant l'entraînement et la compétition. Ceci peut être expliqué, d'après eux, par une sensibilité relativement faible du test appliqué.

Les deux épreuves du karaté sollicitent les trois systèmes énergétiques, cependant, le kumite exige une puissance métabolique beaucoup plus élevée que le kata, étant la source d'énergie avec la contribution aérobie prédominante.(Doria et al,2009)

L'étude menée par Ravier et Coll, (2005) démontre la prédominance du système anaérobie en kumité.

Krustrup, (2006) & Bangsbo, (2008) recommandent d'utiliser des tests d'endurance plus spécifiques dans les évaluations futures, en particulier ceux basés sur une activité intermittente qui correspondrait à la durée d'une compétition de karaté typique.

Les résultats de la VMA et de la Vo₂max enregistrées chez l'équipe nationale du Japon (6 athlètes de haut niveau testés) et celle de France (9 athlètes de haut niveau testés) étaient impressionnants. Le Japon classé au 1^{er} rang mondial a enregistré une VMA de 18,68±6.6 et une VO₂Max de 59,08±6.6, par contre la France classé au 3^{eme} rang mondial a enregistré une VMA de 19,43±2.6 et une Vo₂Max de 61,43±2.6.

D'autres données très intéressantes qui concernant le kata et le kumite ont été rapportées. En effet, Ağayev Rafael (Kumité-75), Azerbaïdjan, Champion du monde a enregistré une VMA de 19,6396 et une VO₂Max de 62,104.

De sa part, Nyhazi Alyeyüv (Kumité-67) Azerbaïdjan, Champion d'Europe a enregistré une VMA de 20,278 et une VO₂Max de 64,12.

Enfin, Lucas Jeannot, l'un du Trio kata Français et Vice-champion du monde a enregistré une VMA de 16,4476 et une VO₂Max de 52,024

Ces valeurs constituent des références modèles caractérisant le volet VMA des Champions du monde en Kata et en Kumite.

3. Au niveau du test PMA_{ana}, nous pouvons retenir que :

Le Test de Puissance Mécanique Anaérobie Maximale : une moyenne de (15,40043Watts), pour l'ensemble du groupe testé soit une moyenne de 14,76820 pour les spécialités en kata et 15,75167 pour les spécialistes en kumite.

Ces athlètes ont enregistrés des valeurs acceptables, cependant, aucune différence significative n'a été enregistrée entre les deux épreuves.

En effet, des résultats de recherches très intéressantes ont été enregistrés au niveau mondial. Les champions du monde kata et kumite ont enregistrés les mêmes puissances maximales aérobies et anaérobies par unité de poids corporel lors de tests de laboratoire conventionnels.

Dans la compétition simulée, la puissance métabolique en kumite est d'environ 1,5 fois le VO₂max. Le coût total de l'énergie est réalisé par une composante aérobie (70%), avec l'utilisation des magasins d'énergie alactique (20%) et la production d'acide lactique (10%).

Chez les spécialistes en kata, la puissance métabolique est inférieure à $VO_2\text{max}$ et les sources aérobies et anaérobies (alactique et lactique) sont presque également divisées. (Doria & al, 2009).

La capacité des muscles des jambes à effectuer des mouvements extrêmement puissants nécessitent à la fois des sources métaboliques aérobies et anaérobies (Beneke et al, 2002)

L'utilisation des membres inférieurs diffère dans les compétitions kata et kumite, et un test spécifique à la discipline et aux épreuves n'existe pas (Sbriccoli et al, 2007).

Les valeurs du saut vertical ont révélé que la force explosive n'était pas différente chez les athlètes kata et kumite.

Par ailleurs, il est signalé que la vitesse maximale et la force explosive sont les facteurs musculaires les plus importants et les plus requis pour la performance du karaté. Ces paramètres sont en corrélation avec le niveau concurrentiel des athlètes. (Doria & al, 2009).

Il a été largement établi que la puissance musculaire est la clé de l'atteinte de la plus haute performance en karaté. (Ravier et al, 2003 ; Blazevic et al, 2006 ; Katic et al, 2010). Il a été prouvé que les karatékas du niveau international présentent une plus grande puissance musculaire, explorée via le test de détente verticale, par rapport à ceux de niveau national (Ravier et al, 2004). De plus, les mêmes chercheurs ont prouvé que les karatékas de niveau international sont dotés d'une puissance et d'une vitesse maximale plus élevées sur bicyclette ergométrique en les comparant à leurs homologues de niveau national.

Dans l'ensemble des tests utilisés pour évaluer les capacités motrices spécifiques du kumité, la vitesse du blocage, la vitesse de déplacement dans plusieurs directions et la fréquence des coups de pied se sont avérés être les meilleurs prédicteurs de l'efficacité technique, alors que la vitesse de déplacement dans plusieurs directions, la vitesse du blocage et la fréquence des coups de pied étaient les meilleurs prédicteurs de l'efficacité du combat, avec le rôle majeur du facteur de force explosive (puissance anaérobie). (Blazević, 2006).

La puissance explosive musculaire joue un rôle essentiel dans la capacité d'un karatéka à atteindre des performances de haut niveau. Cependant, il a été révélé que les performances de saut vertical, la puissance maximale et la vitesse maximale différaient entre les karatékas de niveau national et international.

Il est important de signaler que les performances en karaté reposent davantage sur la puissance musculaire à de faibles charges plutôt qu'à de grandes charges. Ainsi, les actions décisives du karaté dépendent essentiellement de la puissance explosive musculaire des membres supérieurs et inférieurs. (Chaabène et al, 2012)

En Kata, on a utilisé deux fois plus de source alactique que chez les athlètes kumité. Cependant, les performances kumité étaient plus exigeantes en énergie aérobie lors des compétitions simulées.

En fonction des résultats obtenues et des études réalisés, nous pouvons conclure que notre élite nationale possède les prédispositions physiques pour affronter le niveau mondial avec assurance et succès.

Concernant la corrélation entre le facteur physique et la performance athlétique, notre deuxième hypothèse était la suivante athlétique : « Nous supposons que les prédispositions physiques des karatekas d'élites algériens ne concordent pas avec et leurs performances athlétiques individuelles obtenues au niveau mondial », ainsi, nous pouvons retenir que :

L'analyse des données de notre échantillon a pu révéler qu'aucunes différences significative n'a été enregistrée entre l'élite kata et l'élite Kumite sur l'ensemble des facteurs envalés.

De plus, aucunes différences significatives entre les tests physiques et la performance athlétique.

L'élite algérienne se caractérise par une même corpulence physique et un niveau de développement identique des facteurs de la condition physique,

La part de la condition physique dans la réussite de l'athlète au plus haut niveau est devenue incontestable. On peut distinguer cinq éléments principaux qui la justifient :

- La durée de la période de compétition qui devient de plus en plus importante,
- L'intensité des efforts dans le jeu moderne actuel ou l'engagement physique est totale,
- Le niveau de concurrence internationale accru,
- L'influence des capacités physiques sur le mental de l'athlète,
- la prise en charge précoce pour assurer une formation à long terme et permettre longévité athlétique (un allongement de la carrière sportive).

« L'efficacité dans la pratique du Karate est obtenue par la mise en œuvre des trois éléments : dans la littérature japonaise il y a ; les éléments corporels (Tai), l'aspect technique (Gi), et la composante mentale (Shin) (Habersetzer, 1996).

Concernant la corrélation entre le facteur technique et la performance athlétique, notre troisième hypothèse était la suivante : « Nous supposons qu'il n'y a pas de disparité en ce qui concerne la corrélation entre le niveau technique (Grade) et le niveau athlétique des karatekas d'élites Algériens spécialistes en kata et en Kumite. », ainsi, nous pouvons retenir que :

L'analyse des données de notre échantillon a pu révéler que les spécialistes kumite ont un niveau technique au dessous de la ceinture noire, et un niveau athlétique qui se fixe entre le titre africain et le podium mondial (3emeplace) par contre, Les spécialistes kata ont un niveau technique fixé entre le 1^{er} et 3eme Dan et leur performance ne dépasse pas le stade africain . Cependant la corrélation entre le grade et le titre sportif semble très signifiante puisque nos jeunes n'ont pas pu dépasser le niveau africain,

L'élite algérienne présente un niveau de performance technique élevée chez l'élite kata avec un niveau de performance athlétique modeste, et un niveau de performance technique modeste chez l'élite kumite avec un niveau de performance athlétique acceptable.

Il est souligné que notre élite nationale présente une carence sur le plan technique caractérisée par le niveau atteint (grade) et justifiée par les résultats obtenus en compétition mondiale qui ne concordent pas avec leurs possibilités physiques et physiologiques.

Le facteur technique ne doit en cas être négligé pour accéder au haut niveau, d'où l'utilité d'une formation technique. L'entraînement du sportif de plus haut niveau, ne peut être envisagé sans qu'il soit fait preuve d'une véritable culture sportive (état des connaissances théoriques issues de la recherche et des procédés de type opératoires et technologiques qui accompagnent l'évolution...). Un des problèmes de l'acquisition d'une telle compétence dans notre domaine comme dans beaucoup d'autres d'ailleurs est consécutif à l'hyperspécialisation et au morcellement des connaissances qui découlent de nos formations; comme l'écrit très justement Midol A. (Uer-Staps Lyon 1) : «une seule science ne pouvant à elle seule résoudre les problèmes, il devient nécessaire de faire appel à toutes sans trahir aucune, mais au delà de cette recherche de connaissances et de production de connaissances nouvelles, la préoccupation constante est de les intégrer dans une vision dynamique d'ensemble et de les construire en modèle théorique d'optimisation».

Le niveau technique peut influencer négativement la performance athlétique sachant bien qu'il est un facteur déterminant de la performance sportive. Il est a note que le défaut d'une bonne formation technique et la mauvaise prise en charge athlétique peuvent constituer la cause de la faiblesse de nos performances mondiales

La préparation technique revêt une importance capitale vue que le karaté est un sport technique par excellence. Le karatéka doit apprendre le plus grand nombre possible de qualités technique, s'il est spécialisé très tôt dans une épreuve donnée, il sera confronté à la complexité de créer une fois arrivé à un stade de performance élevée.

Le kata exige un maximum de perfection technique, car ce dernier est le facteur déterminant dans la cotation de la performance.

En kumite (force-vitesse), en raison du déroulement rapide de l'action et au développement max de la force, il faut un savoir-faire technique élevé.

Le karatéka a besoin un large éventail de techniques opératives vue que les situations de compétition ne sont pas codifiées (sauf pour les katas). La pratique compétitive systématique est utilisée pour le perfectionnement des formes nouvelles de la technique après avoir assuré leur stabilité primaire. Le processus de perfectionnement technique passe par la pratique d'exercices très variés dont l'acquisition sollicite les qualités de perception, d'analyse et de réflexion des athlètes ainsi que leur capacité à combinés de mouvements simples et des actions motrices beaucoup plus complexe.

Dans des disciplines de force-vitesse, en raison du développement maximal de la force, il faut un savoir-faire technique élevé. La technique est l'un des facteurs déterminants du choix des différentes solutions répondant à la complexité des situations d'affrontement ou de jeu Selon (Weineck, 1997).

Le développement des facultés techniques est important pour tous les sports, et spécialement pour les sports de combat

Un karateka performant sur le plan technique présente des capacités élevées pour traiter des informations de façon juste (par rapport à l'espace) et précise (par rapport au temps). Le karatéka possède un « savoir-faire » dont les conséquences des actions sont identifiables dans les actions de l'adversaire mais aussi sur ses propres activités corporelles (Barbot, 1998).

Le regard univoque porté sur la performance ne peut donc répondre aux questions sur la nature de l'apprentissage (Teulier, 2005).

La pratique à montrer que la technique est souvent négligée au dépend de la condition physique ou le contraire. Il est important d'assurer l'union de la préparation technique et de la préparation physique pour la formation d'un rythme de réalisation des habitudes motrices qui sera efficace en compétition.

La maîtrise technique en kumité se manifeste grâce à l'amélioration de ses éléments : au développement des qualités physiques, à la stratégie, à la tactique du combat et à l'amélioration potentiel psychique, ainsi que l'amélioration des paramètres d'espace, du

temps et de leurs exécutions à savoir la cadence, la vitesse, l'accélération, l'équilibre corporel. En raison du développement rapide de l'action et au développement de la force maximale des membres en kumité, il faut un savoir-faire technique élevé.

Lors de l'entraînement technique, il s'agit de « faire passer un niveau donné d'habileté à un niveau supérieur » (Reider, 1979 ; Martin, 1977).

L'entraînement reste le facteur prédominant de la réussite et lui seul qui détermine la différence entre le niveau des athlètes.

A travers notre travail de recherche, nous avons voulu déterminer les différences existantes entre le kata et le kumite sur le plan physique et physiologique à travers 04 tests de terrain et 01 tests de labo et vérifier l'homogénéité entre la performance techniques et athlétique.

Dans la présentation de l'ensemble des résultats anthropométriques (Poids, Taille et IMC), nous avons constaté que notre échantillon présente une homogénéité considérable dans tous les paramètres et concordent avec les paramètres des athlètes Internationaux.

Aucunes différences n'ont été enregistrées entre les deux groupes concernant :

Concernant les différents résultats généraux de l'ensemble des paramètres physiques de notre groupe de travail : l'analyse de notre élite a révélé qu'il n'y avait aucune différence significative entre les Spécialistes en kata et en Kumite. Cela explique l'existence d'une bonne homogénéité entre les individus de chaque épreuve. Cependant les résultats enregistrés que ce soit en kata ou en kumite se rapprochent énormément des performances physiques des athlètes de niveau mondial.

Une homogénéité dans le développement des différentes qualités physiques sauf pour le Soulevé de Terre en faveur de l'élite Kumite, une différence très significative concernant la puissance absolue et significative pour la puissance relative et le développé couche chez l'élite kata a été enregistré et une différence significative concernant la puissance absolue et la puissance relative chez l'élite algérienne kata et kumite a été enregistrée.

Des études antérieures ont montré que la force explosive des athlètes internationaux de karaté est environ 14% plus élevée que celle des athlètes nationaux (Ravier et al, 2004). D'où l'utilité de développement de la force maximale.

L'aspect physique représente l'une des qualités que les entraîneurs peuvent le mieux maîtriser et contrôler (Balsom, 1995). D'ailleurs, la grande majorité des staffs techniques intègrent au moins un préparateur physique ayant pour objectif d'optimiser la performance (Lippi, 2007).

L'analyse des paramètres physiologiques de notre échantillon nous a permis de constater qu'il existe une grande homogénéité entre les deux groupes de Karatekas. Les valeurs enregistrées s'approchent de ceux enregistrés au niveau mondial.

Les résultats physiques et physiologique présentent aussi une homogénéité des deux groupes et témoignent de la capacité du karateka algérien à affronter la compétition mondiale avec une base optimale.

Cependant, sur la base des différences essentielles dans les compétences requises des compétiteurs d'élite de kumite et de kata, il s'avère que la performance athlétique est dépendante aussi du facteur technique qui constitue un handicap pour l'atteinte de l'exploit mondial. On accorde peu d'attention à la formation technique de nos jeunes, qui une fois qualifié en tant qu'athlète d'élite, souffrent d'une mauvaise prise en charge athlétique.

Enfin, Nous pouvons dire que notre échantillon possède des qualités physiques et physiologiques considérables qui se rapprochent de celles enregistrées chez les athlètes de niveau mondial. Cependant, ces résultats ne sont pas réglementés sur le plan méthodologique et ne concordent pas avec ses performances athlétiques qui sont considérées comme étant insatisfaisantes par rapport aux résultats des mondialistes. Cela signifie que notre groupe est loin de l'élite internationale. On enregistre une mauvaise corrélation entre son niveau technique et athlétique, ceci affirme une insuffisance technique.

Conclusions

L'analyse des données et la discussion des résultats ont permis de conclure cette recherche qui a comme objectif, l'évaluation des qualités physiques des karatekas Algériens Seniors Hommes ainsi que la détermination des différences chez les spécialistes en kata et en kumite et au niveau technique et athlétique

En effet, ce travail nous a permis grâce aux tests et mesures, non pas seulement, d'avoir un aperçu sur le niveau physiques, techniques et athlétique des karatekas d'élite Algérien et de déterminer les différences entre les deux épreuves, mais également d'apporter des réponses aux questions posées dans notre problématique :

Les résultats étaient en ligne avec les hypothèses émises basées sur l'inexistence de différences entre les spécialistes des deux épreuves sur le plan physique et au niveau technique et athlétique.

- Concernant la première hypothèse, nous confirmons que les karatekas d'élites Algériens spécialistes en katas et en kumite n'enregistrent aucune différence significative au niveau de la vitesse aérobie maximale, de la puissance anaérobie maximale, et de la force maximale des différents grands groupes musculaires et qu'ils ont les prédispositions physiques requises pour la performance mondiale.
- Concernant la deuxième hypothèse, nous confirmons que les prédispositions physiques des karatekas d'élites Algériens ne concordent pas avec et leurs performances individuelles obtenues au niveau mondial.
- Concernant Troisième hypothèse, nous confirmons qu'il ya une disparité en ce qui concerne la corrélation entre le niveau technique (Grade) et le niveau athlétique des karatekas d'élites Algériens spécialistes en kata et en Kumite.

L'élucidation future des profils spécifiques à la discipline des compétiteurs de kata et de kumite, pourrait inclure un plus grand nombre de mesures anthropométriques, de performances physiques et de tests spécifiques aux compétences, ainsi que l'extension de la même recherche à l'ensemble des compétiteurs et des compétitrices.

Dans le passé, les exigences des compétitions de karaté étaient similaires pour les deux épreuves, ainsi que pour les programmes d'entraînement standard. En conséquence, les participants avaient souvent l'habitude de concourir avec succès à la fois en kata et en kumite. L'alternance des règles de compétition (par exemple en restreignant les contacts, en passant d'un point à un système à scores multiples, ou en permettant un score plus élevé des

techniques de jambe) a rendu les compétitions de kumite à la fois plus dynamiques et plus attrayantes (Macan, 2006), d'où l'impossibilité de concourir dans les deux épreuves. Une spécialisation des compétiteurs de karaté d'élite pour le kata et le kumite est devenue indispensable. Actuellement, le kumite est presque complètement séparé des techniques de kata et, par conséquent, seulement et occasionnellement, certains athlètes concourent encore dans les deux épreuves. (Koropanovski et al, 2011).

Le développement physique exige un volume d'entraînement important, mais aussi et surtout une individualisation des objectifs et des charges d'entraînements. Toute planification rationnelle de la préparation physique ne peut s'entreprendre sans une évaluation initiale du potentiel physique de l'athlète. (Rossi et al, 1992). Il est à souligner que l'exploit de l'élite mondial se résume dans son grand volume d'entraînement (20 heures/semaine) et de compétitions (25 compétitions / année). Notre élite s'entraîne à une moyenne de 06 h /semaine et de 06 compétitions/année, d'où son incapacité de suivre le rythme imposé au niveau des grands rendez vous internationaux.

La littérature spécialisée soutient que l'athlète d'élite en Karate devrait être fort, explosif, rapide, souple, coordonné et endurant.

Les études ayant évalués l'intensité du karaté, indiquent de façon généralisée qu'il s'agit d'une activité à haute intensité (Ravier et al, 2009 ; Doria et al, 2009 ; Montassar et al, 2013).

Les différentes composantes des habiletés de la performance pour les compétiteurs de Haut Niveau en Karate regroupent les composantes de la condition physique telle que l'endurance cardio-vasculaire, la force musculaire, l'endurance musculaire, la flexibilité et la composition corporelle (Chaabène et al, 2012). De l'autre cote, les composantes reliées aux habiletés de l'athlète incluent la vitesse, l'agilité, la puissance, l'équilibre et le temps de réaction.

Les mesures anthropométriques (poids, taille, IMC) et l'âge constitue un véritable indicateur de la performance, cependant des études plus approfondies dans ce volet apporteront plus d'éclaircissements et de renseignements pour la performance athlétique en Karate. Il est donc raisonnable de prétendre que le genre de somatotype dont disposent les karatés de haut niveau a un impact sur la performance globale en karaté.

Les karatékas de haut niveau Masculins disposent principalement d'un profil de type mésomorphe- ectomorphe et de moindre importance endomorphe signifiant que ce sont des athlètes disposent d'une certaine musculature tout en étant de taille plus au moins élance

(haut et mince). (Giampietro et al, 2003 ; Katic et al, 2005 ; Pieter & Bercades, 2009 ; Fritschel & Raschka, 2007).

Fritzsche et coll, (2007) ont évalués le profil morphologique des karatékas spécialistes en kata et en kumité pour examiner l'influence de la spécialisation sur leur composition corporelle. Les résultats de cette étude ont montrés qu'il y a une différence entre le somatotype des karatékas. Les spécialistes en kata sont plus endomorphes par rapport aux karatékas spécialistes en kumité qui sont plus ectomorphes. Il faut prendre en considération une caractéristique principale du Kumite qui se résume dans la variation de catégories de poids.

Il est a noté que le profil de type endomorphe (plus grand quantité de tissus adipeux) est désavantageux pour la performance dans un sport comme le Karate où le corps doit être projeté à travers l'espace le plus vite possible (Giampietro et al, 2003 ; Kratic et al, 2005 ; Sinning, 1985).

La morphologie d'un karatéka conditionnera la portée de sa technique. Un pratiquant de taille moyenne et de forte carrure bénéficiera d'une allonge relative de ses membres et se montrera meilleur en défense qu'en attaque, et un karatéka plus grand et mince, agira en attaquant son adversaire avec des techniques fouettées et très rapides. Paradoxalement, un pratiquant de grande taille peut se caractériser par des coups très puissants, mais sa mobilité d'action et ses techniques offensives sont beaucoup plus lentes. Le karateka idéal aura une cuisse puissante et un mollet fin. Des mollets particulièrement développés chez le karateka vont développer sa vitesse de frappe de pied et rendre le contrôle des techniques plus difficile et par conséquent, la frappe plus dangereuse (Tisal H., 1997).

L'âge constitue un élément important dans la performance. Lors du championnat du monde a Tokyo en 2008, l'analyse des caractéristiques générales des combattants a pu révéler des éléments très important dans la gestion de la carrière athlétique de l'athlète ; Selon cette analyse, on devrait commencer très tôt la pratique pour l'atteinte des plus hauts sommets. L'âge de 13, 14 ans constitue une période appropriée pour les athlètes pour entreprendre une démarche athlétique plus significative au niveau compétitif. Les résultats de l'analyse ont conclues que 60% des médaillés avaient moins de 24 ans en Kumite et aux environs de 24 % avaient +24 ans.

En Kata, 25% des médaillés avaient moins 24 ans et 75% avaient + 25 ans.

Il est a noté que la moyenne d'âge en kata est supérieure à celle du Kumite (DLTA, 2014).

Pour tenter de dégager le profil physique du spécialiste kata et kumite, nous avons donc soumis six (06) des meilleurs athlètes en kata et les huit des meilleurs en kumite aux tests d'évaluation qui touchent les composantes élémentaires de la performance en Karate Do ;

1. La Force Maximale des membres Inférieurs (Squat Complet)
2. La force Maximale des membres Supérieurs (Développé couché)
3. La force Maximale au niveau du tronc (Soulevé de terre).
4. la puissance Mécanique Anaérobie (Test de force Vitesse).
5. La Vitesse Maximale Aérobie (Test yoyo Recovery Intermittent Niveau 1).

Les objectifs de l'évaluation sont multiples. Il importe donc de bien savoir ce qui guide l'action lorsqu'on évalue. Notre démarche constitue un projet ambitieux et indispensable pour tenter d'approcher le podium mondial. Nous avons voulu montrer l'intérêt que pourrait présenter la confection de l'évaluation, outil indispensable à toute politique de détection et de sélection. L'utilisation de modèles et de normes indiquant le chemin à parcourir vers le haut niveau, peut être conçue comme outil de sélection. Ceci nécessite un programme de développement à long terme de l'athlète.

L'importance de l'évaluation devrait constituer un des objectifs essentiels du contrôle et du suivi de l'entraînement. Les résultats présentés et traduits sous forme de profils individuels permettent à chaque entraîneur d'obtenir une donnée importante pour se situer à différents niveaux qu'il soit international, national, régional, wilaya, ou même au sein d'un club.

Cette évaluation facilite également l'analyse des effets réels de la méthode d'entraînement (Régression, stagnation, développement des qualités du sportif) en fonction des périodes consacrées à l'amélioration des qualités physiques générales.

Au-delà de tous les entraînements axés essentiellement sur la technique ou sur des qualités spécifiques, se développe aujourd'hui la notion de préparation physique et du « suivi » de l'athlète. Dans chaque sport, il paraît évident que d'accroître ses propres capacités physiques. Comme le souligne (Pradet, 1996), cette préparation et ce suivi de l'entraînement doivent apparaître de façon permanente aux différents niveaux de l'entraînement sportif et ce dans un souci de performance optimale. En conséquence, l'improvisation (ou l'à peu près) n'a plus sa place dans la préparation de l'athlète de haut niveau.

L'analyse en composante principale nous a permis d'aborder le problème de la spécialisation en Karate de compétition sportive par le biais des statistiques descriptives. Elle nous a permis de définir le profil physique et physiologique propre au spécialiste en kata et en

kumite et de traiter la corrélation entre le facteur technique et la performance athlétique dans le souci de déterminer les causes de la faiblesse de nos performances mondiales.

Il est impératif d'élever le niveau de la préparation physique afin de se rapprocher de l'élite mondiale. Les karatekas qui ont pris part à notre expérimentation ont d'assez bonnes qualités physiques qui se rapprochent de celles enregistrées chez l'élite internationale et qui leurs permet d'être parmi l'excellence mondiale et arriver à réaliser de grands résultats sportifs à l'échelle internationale.

Ces aspects sont autant de sujets d'étude s'inscrivant dans le prolongement et l'approfondissement de notre travail. C'est donc légitime qu'une autre question surgit au terme de notre étude : Comment expliquer la faiblesse de nos performances athlétiques au niveau mondial sachant bien que nos performances physiques sont assez bonnes comparativement à celle enregistrées chez l'élite mondiale ?

A la lumière des travaux de (Ravier et al, 2009 ; Doria et al, 2009 ; Roschel, 2009 ; Chaabène et al, 2012; Montassar et al, 2013 ;Petrov et Stephan, 2020) et le fruit des résultats obtenus par leurs recherches sur l'évaluation des qualités physiques et physiologiques suscités sur les karatekas d'élites et de haut niveau, nous avons pu donner un sens aux résultats obtenus dans notre recherche, en comparant l'élite Algérienne avec l'élite mondiale étudiés bien que les moyens et les méthodes de recherche sont loin d'être semblable, mais elles nous permettent de sortir avec des conclusions très constructives et très utiles pour les spécialistes du terrain pour une éventuelle application à l'entraînement.

Les résultats obtenus par nos sujets montrent qu'ils sont dans l'ensemble forts, explosifs, rapides et endurant.

À l'issue des tests, nos spécialistes en kata et en Kumite ont réalisés des performances identiques d'une épreuve à une autre.

C'est ainsi que rapportés aux tableaux d'appréciations, ces performances nous ont amenés aux Constantes suivantes :

- Aucune donnée n'a été rapportée quant aux différences pouvant exister entre les athlètes spécialisées en kata et en kumite.

1. Sur le plan physique la Force Maximale :

Les athlètes tests présentent une homogénéité dans le développement de la force Maximale des membres Supérieurs (Développé couché) et de la force maximale des membres inférieurs (Squat Complet), sauf pour le Soulevé de Terre en faveur de l'élite Kumite.

Aucun lien entre les différentes expressions des qualités physiques et la performance en kata ou en kumite. Par ailleurs, leurs valeurs s'approchent de celles enregistrées chez les athlètes de niveau international.

Un constat qui peut apparaître surprenant : on n'observe aucun lien entre les différentes expressions des qualités physiques et la performance athlétique.

Les qualités physiques ne constituent pas encore un élément déterminant de performance. La preuve que nous avons en face de nous des sujets qui ont des possibilités physiques considérables et un gabarit acceptable, qui équivaut les données internationales de l'élite mondiale, mais ils n'arrivent pas à s'imposer athlétiquement. D'une autre part, l'étude de la corrélation entre la performance technique des karatekas spécialistes en kumite avec la performance athlétique est insignifiante ce qui témoigne d'une mauvaise prise en charge athlétique ou de formation technique. Les jeunes sont spécialisés très tôt sans achever leurs formation technique ce qui freine les possibilités de l'atteinte de grands résultats sportifs sachant bien que le facteur technique est le fondement de la performance athlétique.

Cependant, il a été démontré que les karatékas experts possèdent une plus importante force au niveau des muscles fléchisseurs des membres inférieurs que les karatékas amateurs (Sabriccoli et al, 2010). Dans ce même contexte, les karatékas de haut niveau possèdent une vitesse de conduction nerveuse plus élevée au niveau du muscle biceps fémoral et c'est sur toutes les vitesses angulaires. Dans l'autre sens, il n'y a pas de différence significative entre les deux groupes concernant la force musculaire des extenseurs sur appareil isocinétique.

Tout en regrettant de n'avoir pu comparer nos sujets aux meilleurs Champions africains et mondiaux faute de données disponibles, nous pouvons dire en définitive, que les karatekas algériens ont le profil des qualités physiques requises pour être de grand Champions.

Le niveau contemporain des résultats sportifs, les objectifs actuels de la pratique sportive en Karate (la spécialisation, l'individualisation de l'entraînement, l'organisation du processus d'entraînement, la sélection en équipe nationale, le pronostic des résultats sportifs) nécessitent l'évaluation des capacités de tous les systèmes de l'organisme des karatekas ainsi que celles des particularités individuelles et de leurs influences sur l'évaluation de la performance. Plusieurs facteurs complexes déterminent le profil individuel du développement physique de

l'organisme et de ses tendances à la formation des qualités motrices. En rapport avec cela, les caractéristiques morphologiques et techniques représentent un grand intérêt parmi les caractéristiques multiples des particularités individuelles de l'organisme. D'après (Schurch, P. 1984), les critères morphologiques représentent le premier palier des facteurs déterminants de la performance. Ils sont souvent considérés comme facteurs de base pour toute sélection sportive. La bonne formation technique est incontournable, on ne peut s'étaler efficacement dans la performance mondiale sans base technique. La technique, par contre constitue un facteur déterminant dans l'atteinte de la haute performance. Il serait dommage d'engager des jeunes dans la voie du sport de haut niveau alors qu'ils ne possèdent pas les capacités requises et de délaissier les véritables et futurs champions, faute d'absence de politique de détection et de sélection structurée.

2. Sur le plan de la VMA et la PMAna :

Les athlètes testés présentent une différence significative concernant la puissance absolue et la puissance relative chez l'élite algérienne kata et kumite. De plus, une différence très significative concernant la puissance absolue et significative pour la puissance relative et le développé couche chez l'élite kata a été relevée.

Aucun lien entre les différentes expressions des qualités physiques et la performance en kata ou en kumite. Donc, bien que nos Karatekas spécialistes en Kumite ont un bon niveau de développement des qualités physiologiques mesurées, mais leurs performances ne sont pas à la hauteur au niveau mondial. Il est a signalé, leurs valeurs s'approchent de celles enregistrées chez les athlètes de niveau international.

Par ailleurs, on n'observe aucun lien entre les différentes expressions des qualités physiques et la performance athlétique.

Il est a souligné que la performance en karaté dépend de la vitesse maximale et de la force explosive. Par ailleurs, la VMA constitue un indice pertinent pour évaluer et développer l'athlète

Selon Guy Thibault, il a été confirmé que des tests de sauts verticaux et des tests de puissance maximale sur ergocycle à différentes résistances (pour établir la relation « force-vitesse ») donnent des indices pertinents dans le cadre d'une évaluation fonctionnelle des karatékas de haut niveau.

3. Sur le plan de la corrélation entre le facteur technique et la performance athlétique :

L'analyse des données de notre échantillon a enregistré une forte corrélation entre le niveau technique des spécialistes en kumite et leurs niveaux athlétiques. Ainsi, il s'avère nécessaire de porter une attention particulière au volet technique et technicotactique dans la préparation athlétique des karatekas de haut niveau.

Notre ambition est de contribuer par la présente recherche à l'évaluation et à la détermination des valeurs propres aux athlètes d'élites algériens en kata et en Kumite et de proposer un corpus de connaissances propre à cette discipline qui pourra apporter le bénéfice aux efforts des encadreurs de l'élite.

Les résultats de notre travail nous semblent intéressants pour diverses raisons :

- Ils permettent aux spécialistes des deux épreuves de Karate de prendre conscience de leurs forces, mais aussi de leurs faiblesses.
- Ils permettent à l'entraîneur de comprendre l'utilité de développement des qualités physiques et physiologiques et leurs relations avec la performance.
- Ils permettent aux concernés de comprendre la logique de la prise en charge athlétique des épreuves de Karate, et d'individualiser l'entraînement.
- Ils peuvent servir de référence pour l'amélioration du travail.
- La préparation physique pourrait cependant être améliorée en tant que facteur de base sur lequel reposent tous les autres paramètres de la performance.

Il est donc nécessaire que tous les facteurs de la réussite sportive soient pris en compte et optimisés.

Par ailleurs, Il faut donc chercher les causes de notre faiblesse athlétique à l'échelle mondial, au niveau technique, tactique comme psychologique et de mener une recherche sur les véritables causes de cette faiblesse.

La sélection des athlètes devrait être principalement basée sur les capacités et les habiletés qui ont une influence cruciale sur les performances sportives, où les facteurs génétiques pourraient être d'une importance considérable (Vaeyens, 2008). Compte tenu des différences actuelles évidentes dans les demandes entre les techniques de kata et de kumite, ainsi que d'une popularité généralisée du karaté, il semble surprenant que les différences de

caractéristiques anthropométriques et de capacités physiques entre les concurrents de kumite et de kata aient été rarement étudiées. (Koropanovski et al, 2011)

Nous avons souhaites établir une évaluation physique plus élargie en terme de l'échantillon (nombre) et de tests proposes, cependant la difficulté d'approcher l'élite et de les soumettre a des évaluations a rendu notre tache un peu compliquée. Nous espérons que d'autres recherches viendront combler les points imperfections rencontrés dans notre travail de recherche et que nos résultats serviront pour une éventuelle prise de conscience de la part des spécialistes du Karate Do.

Bibliographie

Bibliographie.

1. Amusa, L. & Onyewadume, I. (2001). Anthropometry, body composition and somatotypes of Botswana national karate players: a descriptive study. *Acta Kines Univ Tart*, 6, 7-14.
2. Audiffren, M., & Cremieux, J. (1996). Arts martiaux, arts de défense ou arts de combat ? *Cahiers de l'INSEP*, 12(1), 61-66.
3. Bangsbo, J., Mohr, M., Poulsen, A., Perez-Gomez, J., & Krstrup, P. (2006). Entraîner et tester l'athlète d'élite. *J Exercice Sci Fit*, 4 (1), 1-14.
4. Beneke R, Pollmann C, Bleif I, Leithäuser RM, Hütler M (2002) À quel point le test anaérobie Wingate est-il anaérobie chez l'homme ? *Eur J Appl Physiol* 87: 388–392.
5. Beneke, R., Beyer, T., Jachner, C., Erasmus, J., & Hütler, M. (2004). Énergétique du karaté kumite. *Journal européen de physiologie appliquée*, 92 (4), 518-523.
6. Blazević, S., Katić, R., & Popović, D. (2006). L'effet des capacités motrices sur les performances de karaté. *Collegium antropologicum*, 30 (2), 327-333.
7. Billât, V. (2001). L'apport de la science dans l'entraînement sportif : l'exemple de la course de fond. *Staps*, (1), 23-43.
8. Billât, V. (2013). VO2 max à l'épreuve du temps : Pour une nouvelle vision de l'entraînement. De Boeck Supérieur.
9. Billât, V. (2017). Physiologie et méthodologie de l'entraînement. De Boeck Supérieur.
10. Bosco, C., Luhtanen, P., Komi, PV. (1983) Une méthode simple pour mesurer la puissance mécanique en saut. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1983 ; 50(2) :273-82.
11. Blažević, S., Katić, R., & Popović, D. (2006). L'effet des capacités motrices sur les performances de karaté. *Collegium antropologicum*, 30(2), 327-33. Pub Med.
12. Bisson, G. (2009). *Modèle du développement de l'athlète*. Gatineau, Canada.
13. Brikci, A. (1995) *Physiologie appliquée aux activités sportives : Enseignement et Recherches*. Edition Abada.
14. Callec, C. (1992). *Méthodologie de l'entraînement*. UFR APS, N°24, Université Joseph Fourier, Grenoble.
15. Cazorla, G. (2000). *La bible de la préparation physique*. Édition Amphora, Paris.

16. Cazorla, G. (2001). Tests de terrain pour évaluer l'aptitude aérobie et utilisation de leurs résultats dans l'entraînement. Faculté des Sciences du Sport et de l'Éducation Physique, Université Victor Segalen Bordeaux, 2.
17. Cazorla, G. (2014). Evaluation des Capacités Physiologiques et Physiques. Evaluation des capacités aérobies [Vorlesungsfolien], 20.
18. Chaabène, H. (2015). Karaté Kumite : Comment optimiser les performances : Déterminants physiques du Karaté Kumite. Foster City, Californie : OMICS.
19. Chaabène, H., Franchini, E., Miarka, B., Selmi, MA, Mkaouer, B., & Chamari, K. (2014). Analyse temps-mouvement et réponses physiologiques aux séances de combat officielles de karaté : y a-t-il une différence entre les karatékas vainqueurs et vaincus ? *Revue internationale de physiologie et de performance du sport*, 9 (2), 302-308.
20. Chaabène, H., Franchini, E., Sterkowicz, S., Tabben, M., Hachana, Y., & Chamari, K. (2015). Réponses physiologiques aux activités spécifiques du karaté. *Science & Sports*, 30 (4), 179-187.
21. Chaabène, H., Hachana, Y., Franchini, E., Mkaouer, B., & Chamari, K. (2012). Profil physique et physiologique des athlètes de karaté d'élite. *Médecine du sport*, 42 (10), 829-843.
22. Chaabène, H., Franchini, E., Miarka, B., Selmi, MA., Mkaouer, B., & Chamari, K. (2014). Analyse temps-mouvement et réponses physiologiques aux séances de combat officielles de karaté : y a-t-il une différence entre les karatékas vainqueurs et vaincus ? *Journal international de physiologie et de performance du sport*, 9 (2), 302-308.
23. Chaabène, H., Negra, Y., Bouguezzi, R., Capranica, L., Franchini, E., Prieske, O., Hbacha, H., & Granacher, U. (2018). Tests pour l'évaluation des performances sportives spécifiques dans les sports de combat olympiques : une revue systématique avec des recommandations pratiques. *Journal Frontiers in Physiology*.
24. Cometti, C. (2012). Effets de différents paramètres de récupération lors d'exercices de renforcement musculaire (Doctoral dissertation, Université de Bourgogne).
25. Chard, P. Technique. Karaté Bushido, N° 165, Janvier 1990.
26. **Courtay, R.** (1986). Entraînement et performance athlétique. édition Amphora.
27. **Courtonne, C.** (1993). Anatomie notion de contrôle. Karaté Bushido, N°203.
28. Caravano. P. (1995). Pratique de la culture physique et de la musculation. Vigot.
29. David Mitchel, (1991). Le Karate Do. éd. Minerva S A, Genève.

30. David Rossi, (1999). Analyse de l'effort en karaté sportif : lactatémie, structure temporelle et fréquence cardiaque au cours de 5 combats successifs. thèse de doctorat, Insep, paris.
31. Dekkar, N., Briki, A., Hanifi, R.(1990).Techniques d'évaluation physiologiques des athlètes. Edité par le Comité Olympique Algérien, Alger.
32. Dellal A. & al, (2008). Heart rate responses during small-sided game and short intermittent running: a comparative study. *Journal of Strength and Conditioning Research*.
33. Dexter, S. (2012). La science et l'entraînement de karaté. *Science Karate training*.
34. Didier, F. (1988).Le Karate Do : L'esprit Guerrier. éd .Sedirep.
35. Di Prampero, P. E. (1972). Énergétique de l'exercice musculaire. *J. Physiol.*, 65, 53A-86A.
36. Doria, C., Veicsteinas, A., Limonta, E. et al, (2009). Énergétique du karaté (techniques de kata et de kumité) chez les athlètes de haut niveau). *Journal européen de physiologie appliquée*, Vol 107 (5), 603-610.
37. Driss Tarak, Badour Y. Vandewalle H. Jeannette B. Monod H. (2003). Puissance maximale des membres et détente verticale chez des sujets d'origines ethniques différentes. In : *Les Cahiers de l'INSEP*, N°34, 2003. Expertise et sport de haut niveau. pp. 381- 385.
38. Duchateau, J. (1993).l'entraînement de la force spécifique en sport :fondements physiologiques et applications pratiques. Insep-Publication.
39. Fauchard, S. (2011). Les katas supérieurs du karaté Shotokan. Budo Editions.
40. Faraji H. & al, (2016). Physical and Physiological Profile of Elite Iranian Karate Athletes . *International Journal of Applied Exercise Physiology*, Iran.
41. Francescato MP, Talon T, di Prampero PE (1995). Coût de l'énergie et sources d'énergie dans le karaté. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 71:355-361.
42. Feld, M.S., McNair, R.E., & Wilk, S.R. (1979). La physique du karaté. *Scientific American*, 240 (4), 150-161.
43. Fisher, J.P. (1986). Kumité Kata. éd. Sedirep.
44. Fourré, M. (2003). Le karaté préparation physique et performance. INSEP, Paris.
45. Francoeur, J. (2003). Profils psychologiques différentiels de pratiquants de deux arts martiaux, le judo et le karaté, et de non pratiquants. Université du Québec à Chicoutimi.

46. Francescato, MP, Talon, T, di Prampero, PE. (1995). Coût de l'énergie et sources d'énergie dans le karaté. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 71: 355–361
47. Fritzsche, J. & Raschka, C. (2007). Sports anthropological investigation on somatotype elite karateka. *Anthropological Anz*, vol. 65, N° 3, 317-329.
48. Funakoshi, G. (1972). *Karate-Dô Kyôhan*. Tokyo: Kodansha International.
49. Funakoshi, G. (2001). *Karate Jutsu*. Tokyo, Kodansha International.
50. Funakoshi, G. (1981). *Karaté-do : Mon mode de vie*. Kodansha International.
51. Funakoshi, G. (2019). *Karaté-dô kyôhan*. Loulou. com.
52. Gauchard, G.C., Lion, A., Bento, L., Perrin, P.P. & Ceyte, H. (2018). Contrôle postural dans les karatékas kata et kumite de haut niveau. *Sciences du sport du mouvement*, (2), 21-26.
53. Giampietro, M., Pujia, A. et Bertini, I. (2003). Anthropometric feature and body composition of young athletes practicing karate at high and medium competitive level. *Acta Diabetol*, 40, S145-148.
54. Cometti, G., & Joly, B. (1989). *Les méthodes modernes de musculation*. UFR STAPS Dijon : Université de Dijon (Université de Bourgogne).
55. Cometti, G., Petit, G., Pougheon, M.(1991). *Brevet d'état d'éducateur sportif 1^{er} et 2^e Degré : 3. Sciences Biologiques*. Ed. Vigot, Paris.
56. Gilles et Dominique Cometti, (2007). *l'entraînement de la force*. Edition Chiron.
57. Grappe, F. (2012). *Puissance et performance en cyclisme, s'entraîner avec des capteurs de puissance*. Edition De Boeck.
58. Güler, M., & Ramazanoglu, N. (2018). Évaluation des paramètres de performance physiologique des athlètes d'élite de karaté-kumite par le test de performance de karaté simulé. *Journal universel de recherche en éducation*, 6 (10), 2238-2243.
59. Habersetzer, R. (1987). *Entraînement préparatoire et complémentaire aux arts martiaux*. édition Amphora, Paris.
60. Habersetzer, R. (1984). *Karaté Do*. édition Amphora, Paris.
61. Habersetzer, G. & Habersetzer, R. (2008). *Encyclopédie technique, historique, biographique et culturelle des arts martiaux de l'Extrême-Orient*. éditions Amphora.
62. Hachi, Z. (2009). *Analyse de l'efficacité des actions combatives en compétition nationale, Mémoire de Magistère, (non publiée), ES/STS, Alger*.
63. Hachi, Z. (2014). *Technologie de karaté. Polygraphie de spécialité, (non publiée), ES/STS, Alger*.

64. Hachi, Z. (2012). karaté et performance. Polycopie de spécialité, (non publiée), ES/STS, Alger.
65. Hachi, Z. (2015). la préparation technique en karaté Do. Polycopie de spécialité, (non publiée), ES/STS.
66. Handshuh, R., Rakotoambinina, B., Desnus, B., & Fraisse, F. (1991). Etude de la mise en jeu du métabolisme anaérobie en fonction de la durée et de l'intensité de l'exercice. *Science et Sport*, 6,15-24.
67. Harichaux, Pet Medelli, J. (1992). VO2Max et Performance : Aptitude physique, tests d'effort, test de terrain. éd, Chiron.
68. Hirokazo, K. (1987). Shotokan Karate International Kumite Kyohan. Ikeda Shoten Co, Tokyo.
69. Hirokazo, K. (2011). Karate. Noisy sur Ecole. Budo édition.
70. Imamura, H. Yochimura, Y. Uchida, K. et al, (1997). Heart rate, blood lactate responses and rating of perceived exertion to 1000 punches and 1000 kicks in collegiate karate practitioners. *Applied Human sciences*, vol. 16, N° 1, 9-13.
71. Imamura, H., Yoshimura, Y., Nichimura, S. et al, (2003). Oxygen uptake, heart rate and blood lactate responses during 1000 punches and 1000 kicks in female collegiate karate practitioners. *Journal of Physiological Anthropology*, vol. 22, N° 2, 111-114.
72. Imamura, H., Yoshimura, Y., Nishimura, S., Nakazawa, A.T. (2002). Réponses physiologiques pendant et après l'entraînement de karaté chez les femmes. *J Sports Med Phys Fitness*. ; 42 : 431-437
73. Imamura, H., Yoshitaka, Y., Uchida, K., Nishimura, S., Nakazawa, A.T. (1998). Absorption maximale d'oxygène, composition corporelle et force des pratiquants de karaté hautement compétitifs et novices. *Appl Human Sci.*; 17 (5) : 215-218 .
74. Jacques Le Guyader, (1987). Préparation physique du sportif. Collection A.P.S.
75. Jorescam, (1994). journée de réflexion sur les sports de combat et les arts martiaux. INSEP.
76. Kanazawa, H. (1989). Shotokan Karaté International "SKI ", Kumité- Kyohan.ed. Ikeda Shoten Co.
77. Karaté Québec, (Bisson, Lauzière et autres) (2009). Le développement à long terme de l'athlète en karaté 2009-2013, Montréal.
78. Katic, R., Blazevic, S. Krstulovic, S. et al, (2005), Morphological structure of elite karateka and their impact on technical and fighting efficiency. *Coll Anthropol*, vol. 29, N° 1, 79-84.

- 79.** Katic, R., Blazevic, S., et Zagorac, N. (2010). The impact of basic motor abilities on the specific motricity performance in elite karateka. *Coll Anthropol*, vol. 34, no. 4, 1341-1345.
- 80.** Koropanovski, N., Berjan, B., Bozic, P.R. et al, (2011). Anthropometric and physical performance profiles of elite karate kumite and kata competitors. *Journal of Human Kinetics*, vol. 30, 107-114.
- 81.** Lacour JR. (1992). *Biologie de l'exercice musculaire*. édition Masson.
- 82.** Lancino Marcel, (1990). *Progression rationnelle et dynamique du karaté Do*. éd. SEDIREP.
- 83.** Langan-Evans, C., Close, GL et Morton, JP (2011). Faire du poids dans les sports de combat. *Journal de force et de conditionnement*, 33 (6), 25-39.
- 84.** Letzelter H. & M. (1990). *Entraînement de la force*. Édition Vigot, Paris.
- 85.** Iide, K., Imamura, H., Yoshimura, Y., Yamashita, A., Miyahara, K., Miyamoto, N., & Moriwaki, C. (2008). Réponses physiologiques de matchs d'entraînement de karaté simulés chez les jeunes hommes et garçons. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22 (3), 839-844.
- 86.** Louis Frédéric, (1988). *Dictionnaire des arts martiaux*. Éditions du Félin..
- 87.** Ludovic Jeanne, (2002). *Le karaté à l'épreuve du monde : diffusion socio-spatiale d'une pratique corporelle : analyse comparative des formes de pratique en France et au Japon*. Thèse de doctorat en Géographie physique, humaine, économique et régionale.
- 88.** Manno, R. (1992). *Les bases de l'entraînement sportif*. Ed. Revue EPS.
- 89.** Mc Ardle W.D. & Katch F. & V. (1987). *Physiologie de l'activité physique, énergie nutrition et performance*. Vigot.
- 90.** MacDougall, J. D., Wenger, H.A., Green, H.J (1991). *Physiological Testing of the High Performance Athlete*. 2^e édition, Human Kinetics Books.
- 91.** Maccario, B. (1986). *Théorie et pratique de l'évaluation dans la pédagogie des APS*. 2^e édition, Vigot, Paris.
- 92.** Malguy, F. & Coutard, E. (2012). *karaté performance et compétition*. édition Amphora.
- 93.** Matveiev, L.P. (1983). *la base de l'entraînement*. éd. Vigot, Paris.
- 94.** Matveiev, L.P. (1983). *les aspects fondamentaux dd l'entraînement*. éd. Vigot, Paris.
- 95.** Verneret, M. (2011). *L'entraînement et la préparation à la compétition combat*.

96. Miller, C. (1997). Développement des capacités musculaires. Cahiers de l'INSEP, 21(1), 47-84.
97. Miller, C. (1997). Evaluation des capacités musculaires. Cahiers de l'INSEP, 21(1), 33-45.
98. Molinaro, L., Taborri, J., Montecchiani, M., & Rossi, S. (2020). Évaluation des effets des techniques de kata et de kumité sur les performances physiques des karatékas d'élite. *Capteurs*, 20 (11), 3186.
99. Montassar, T. & al, (2013). Physiological and perceived exertion responses during international karate kumite competition. *AJS Med: Vol 4 (N°4)*.
100. Nagamine, S. (1999). *L'essence du karaté-do d'Okinawa*. Vigot, Paris.
101. Nakayama, M. (1979). *Karaté dynamique*. 4^e édition, Kodansha International Limited LTD, Tokyo, New York, San Francisco.
102. Nathan, F. (1984). *les Arts Martiaux ou l'esprit des Budo*. éd. Mandarin Publishers Limited, Hong Kong.
103. Nedeljkovic, A., Mudric, M., Cuk, I., Jovanovic, S., & Jaric, S. (2017). La spécialisation en karaté affecte-t-elle le temps de réaction dans des situations spécifiques de karaté kumité ? *Archives des actes de l'ISBS*, 35 (1), 10.
104. Nishiyama, H. (1977). *L'art des mains vides*. éd. Charles E., Tuttle Company, Tokyo, Japan.
105. Nishiyama, H., & Brown, RC (2019). *Karaté : L'art du combat à mains nues : le travail révolutionnaire sur le karaté*. Édition Tuttle.
106. Nunan, D. (2006). Développement of à sports specific aérobic capacity test for Karate-a pilot study. *Journal of sports science & médecine*, 5(CSSI), 47.
107. Pallure, L. Filière aérobic : VO2 Max, PMA, VMA, EMA, Entraînement de la filière aérobic. Article consultable sur le Net, blog : "Un médecin du sport vous informe". Médecin FFA et FF Gym. Publié le 12 avril 2020.
108. Patrick Lombardo, (1997). *Encyclopédie mondiale des arts martiaux*. Éditions E.M., Paris.
109. Petrov L. et Stepahn K.(2020), Changements de la fréquence cardiaque et de la concentration de lactate dans le sang pendant la compétition de karaté kata, *Pédagogie de la Culture Physique et des Sports* 24(3):137-142, DOI : [10.15561/26649837.2020.0306](https://doi.org/10.15561/26649837.2020.0306)
110. Pieter, W., & Bercades, LT (2009). Somatotype d'athlètes nationaux de sport de combat d'élite. *Journal brésilien de biomotricité*, 3 (1), 21-30.

111. Probst, M.M., Fletcher & R. Seelig, D.S. (2007). A comparison of lower body flexibility, strength and knee stability between karate athletes and active controls. *Journal of Strength and Conditioning Research*, vol. 21, no. 2, 451-455.
112. Platonov, V. N. (1988). *L'entraînement sportif : théorie et méthodologie*. Revue EPS. Paris.
113. Pradet M. (1998). *La préparation physique*. Collection Entraînement, INSEP Diffusion, Paris. ISBN : 978-2-86580-084-1.
114. Reiss, D. & Prevost, P. (2017). *La bible de la préparation physique : le guide scientifique et pratique pour tous*. Editions Amphora.
115. Probst, M. M., Fletcher, R., & Seelig, D. S. (2007). A comparison of lower-body flexibility, strength, and knee stability between karate athletes and active controls. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(2), 451.
116. Ravier, G., Grappe, F. & Rouillon, J. D. (2003). Comparaison de deux méthodes d'analyse des variables maximales de vitesse, force et puissance dans l'évaluation fonctionnelle en karaté. *Science & sports*, 18(3), 134-140..
117. Ravier G., Dugue B., Grappe F., Rouillon J.D. (2006). Déficit maximal en oxygène accumulé et réponses sanguines de l'ammoniac, du lactate et du pH après un test anaérobie : une comparaison entre les athlètes internationaux et nationaux de karaté d'élite. *Int J Sports Med* 27:810-817
118. Ravier, G., Dugué, B., Grappe, F., & Rouillon, J. D. (2009). Impressive anaerobic adaptations in elite karate athletes due to few intensive intermittent sessions added to regular karate training. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 19(5), 687-694
119. Ravier, G., Grappe, F., & Rouillon, J.D. (2004). Application du test d'ergomètre à cycle force-vitesse et des tests de saut vertical dans l'évaluation fonctionnelle du compétiteur de karaté. *J Sports Med Phys Fitness*, 44 (4), 349-55.
120. Ravier G, Dugué, B. Grappe, F. Rouillon, JD. (2006). Déficit d'oxygène accumulé maximal et réponses sanguines de l'ammoniac, du lactate et du pH après un test anaérobie : une comparaison entre les athlètes de karaté d'élite internationaux et nationaux. *Int J Sports Med.* ; 27 (10) : 810–817.
121. Reid, H., Croucher, M. (1987). *Les Arts Martiaux*. éd. Larousse
122. Renato Mano, *les bases de l'entraînement sportif*. édition revue EPS.
123. Robinson, JM., Stone, MH., Johnson, RL., Penland, CM., Warren, BJ. & Lewis, RD. (1995). Effets de différents exercices de musculation/intervalles de repos sur la force, la puissance et l'endurance aux exercices de haute intensité. *The Journal of Strength & Conditioning Research* , 9 (4), 216-221.

- 124.** Roschel, H., Batista, M., Monteiro, R., Bertuzzi, RC, Barroso, R., Loturco, I., ... & Franchini, E. (2009). Association entre les tests neuromusculaires et les performances de kumité sur l'équipe nationale brésilienne de karaté. *Journal des sciences et médecine du sport*, 8 (CSSI3), , November, 8, 20-24.
- 125.** Robinson, J. M., Stone, M. H., Johnson, R. L., Penland, C. M., Warren, B. J., & Lewis, R. D. (1995). Effects of different weight training exercise/rest intervals on strength, power, and high intensity exercise endurance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 9(4), 216-221.
- 126.** Rossi, D. Analyse de l'effort en Karate sportif au cours de 5 combats, thèse de doctorat, INSEP, PARIS, 1999.
- 127.** Sekena AT. (2009) : Impact de la force explosive des membres supérieurs et inférieurs sur la performance offensive et défensive en escrime. *Revue STAPS de la faculté d'éducation physique et sportive*, N°1, p. 328, Université Diyala Bagdad.
- 128.** Sforzo, G.A. & Touey, P.R. (1996), Manipulating exercise order affects muscular performance during a resistance exercise training session. *Journal of Strength and Conditioning research*.
- 129.** Sterkowicz S., Franchini E. (2009). Tester la motricité en karaté. *ARCH Budo.* ; 5 : 29-34.
- 130.** Tabben, M., Sioud, R., Haddad, M., Franchini, E., Chaouachi, A., Coquart, J., ... & Tourny-Chollet, C. (2013). Réponses physiologiques et perçues à l'effort lors d'une compétition internationale de karaté kumité. *Journal asiatique de médecine sportive*, 4 (4), 263.
- 131.** Thill, E., Thomas, R., &Caja, J. (1985). *Manuel de l'éducateur sportif : préparation au brevet d'État*. 6^e édition, Vigot, Paris.
- 132.** Takahata, M., Shiraki, K., Sakane, Y., & Takebayashi, Y. (2004). Retour sonore pour un entraînement de karaté puissant. Dans *Actes de la conférence sur les Nouvelles interfaces pour l'expression musicale* (pp. 13-18).
- 133.** Tisal, H. (1997). *Arts martiaux et sport de combat : Le guide du pratiquant*. Tome 1, INSEP-Publications, Paris.
- 134.** Tisal, H. (2001). *Arts martiaux et sport de combat : Le guide du pratiquant*. Tome 2, INSEP-Publications, Paris.
- 135.** Thomas, R. (1998). *Manuel de l'éducateur sportif*. Édition Vigot, Paris.
- 136.** Thomas, R. (1964) : Force et musculation. *Compte rendu du colloque international sport et médecine*, Vichy, Paris.
- 137.** Thomas R. (1975) : *La réussite sportive*. Presses Universitaires de France, Paris.

138. Thibault, G. (2002). Un modèle pratique d'entraînement intermittent. Cahiers de l'INSEP, 33(1), 61-74.
139. Tiberenc, M. (1974). Les méthodes d'entraînement du karaté français actuel. Traumatologies aiguës et chroniques qui en résultent. INSEP –Thèse de doctorat en médecine.
140. Tokitsu, K. (1996). La longévité de la pratique en karaté et en art du combat à main nue. Cahiers de l'INSEP, 12(1), 161-168.
141. Tokitsu, K. (1987). Méthode des Arts Martiaux a mains nues. édition Robert Laffont.
142. Tokitsu, K. (2004).la recherche du "Ki" dans le combat. Edition DésIris, la frésquiere, Paris.
143. Trilles, F. (1994).Techniques et méthodes de l'entraînement sportif. CNFPT.
144. Verneret, M. (2011). L'entraînement et la préparation à la compétition combat.
145. Walker, JD. (1975). Le karaté frappe. Journal américain de physique, 43 (10), 845-849.
146. Weineck, J. (1992). Biologie du Sport. édition Vigot.
147. Weineck, J. (1997). Manuel de l'entrainement sportif. 4^é édition révisée et augmentée, Vigot, Paris.
148. Wilmore, J. H., Costill, D. L., & Kenney, L. (2017). Physiologie du sport et de l'exercice. De Boeck Supérieur, 6^{ème} édition.
149. World Karate Fédération (2013). Règlements de compétition de kata et kumite. Révision 8.0.
150. Yoshimura, Y. & Imamura H. (2010). Effects of basic karate exercises on maximal oxygen uptake in sedentary collegiate women. Journal of Health Sciences, 56(6) 721-726.
151. Zatiorsky, V.M. (1995).Science and Practice of Strength Training. (1st éd.). Champaign, IL : Human Kinetics.
152. Zatiorsky, V.M. (1966). Les qualités physiologiques des sportifs : Bases de la Théorie et Méthodologie de l'Education. Moscou, Ed. Culture Physique et Sport

Cites Internet :

- <http://www.humans.be/physio2.html> (Notions physiologiques de base)
- www.wkf.net/wkf-president-interview.Le 24/05/2017.
- http://akjq.com/sites/akjq/files/blog/doc/science_karate_training_2012-
- <https://www.persee.fr/doc/insep>
- www.calculersonimc.fr/calcul-img
- https://setopen.sportdata.org/wkfranking/ranking_main_total.php#ranking
- sportdata.org/wkfranking
- <https://www.sudoc.fr/02244906X>
- <http://www.esciencecentral.org/ebooks/karate-kumite-how-to-optimize-performance>
- <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fphys.2018.00386/full>

Annexes

Annexes

Annexe 1 : les données générales de l'élite nationale algérienne Kata et Kumite.

N°	Spécialité	Poids	Taille	Age	IMC	Meilleur Performance Athlétique	Meilleur Performance Technique	Ranking WKF
01	Kata	78	1,78	24	24,618	Champion d'Afrique	Ceinture Noire 3 ^{eme} Dan	213
02	Kata	71	1,7	27	24,567	Vice-champ d'Afrique Universitaire	Ceinture Noire 2 ^{eme} Dan	1412
03	kata	69	1,75	23	22,531	2 ^{eme} place 1 ^{ere} League	Ceinture Noire 3 ^{eme} Dan	1320
04	Kumité	88	1,86	20	25,436	3 ^{eme} place 1 ^{ere} League	Ceinture Marron	24
05	Kumité	68	1,76	26	21,952	5 ^{eme} place 1 ^{ere} League	Ceinture Marron	1744
06	Kumité	60	1,67	28	21,514	Vice-champ du monde (Espoir)	Ceinture Marron	89
07	kumité	75	1,78	29	23,671	3 ^{eme} place championnat du monde	Ceinture Noire 1 ^{er} Dan	80
08	Kumité	79	1,84	29	23,334	5 ^{eme} place 1 ^{ere} League	Ceinture Marron	787
09	Kumité	77	1,79	27	24,032	champion du monde Shito Ryu	Ceinture Marron	114
10	kata	69	1,7	27	23,875	Titre national	Ceinture Noire 2 ^{eme} Dan	00
11	kata	67	1,76	24	21,630	Titre national	Ceinture Noire 2 ^{eme} Dan	00
12	kumite	67	1,67	27	24,024	3 ^{eme} place champ du monde Espoir	Ceinture Marron	00
13	Kumite	67	1,78	28	21,146	5 ^{eme} place 1 ^{ere} League	Ceinture Marron	755
14	Kumite	75	1,8	28	23,148	1 ^{ere} place Champion d'Afrique par équipe.	Ceinture Noire 3 ^{eme} dan	1662

Annexe 2 : Les résultats de la VMA et du VO2max de l'Elite Nationale.

N°	Spécialité	VMA	Distance	VO2 max
1	Kata	16,3412	1820	51,688
2	Kata	15,224	1400	48,16
3	Kata	14,6388	1180	46,312
4	Kumité	16,288	1800	51,52
5	Kumité	14,692	1200	46,48
6	Kumité	13,6812	820	43,288
7	Kumité	15,9688	1680	50,512
8	Kumite	19,031	2831	61,38
9	Kumite	18,753	2726	60,66
10	Kata	14,958	1300	47,32
11	Kata	16 ,290	1800	51,52
12	Kumite	15,000	1315	50,50
13	Kumite	16,125	1738	53,54
14	Kata	14,692	1200	46,48

Annexe 3 : Les résultats du squat, du développé couché et du soulevé de terre de l'Elite Nationale.

N°	Spécialité	Squat	Développé couché	Soulevé de terre
1	Kata	140	105	150
2	Kata	110	70	140
3	Kata	110	80	140
4	Kumité	210	120	220
5	kumité	120	85	125
6	kumité	80	60	100
7	Kumité	120	90	150
8	Kumité	140	105	190
9	Kumité	150	100	200
10	Kata	80	110	120
11	Kata	130	110	160
12	Kumite	130	80	140
13	Kumite	110	101	180
14	Kata	100	90	120

Annexe 4 : Les résultats de la puissance Maximale Anaérobie de l'Elite Nationale.

N°	Spécialité	Puissance Absolue Watts	Puissance Relative Watts/kg
1	Kata	1044	13,385
2	Kata	999	14,070
3	Kata	1025	14,855
4	Kumité	1254	14,250
5	Kumité	1147	16,868
6	Kumité	971	16,183
7	Kumité	1200	16,00
8	Kumité	1154	14,608
9	Kumité	1270	16,494
10	Kata	1049	15,203
11	Kata	1094	16,328
12	Kumite	1182	17,642
13	Kumite	1106	16,507
14	Kata	991	13,213

Annexe 5 : Les données de la VMA et du VO2max de l'élite mondiale.

E l i t e M o n d i a l e							
N°	Nom et Prénom	VMA	VO2 max	NATIOIN	Spécialité	Age	Performance actuelle
1	Nyiazı Alyeüv	20,278	64,12	Azerbaïdjan	Kumité-67	31	Champion d'Europe
2	Akhan Mamayüv	18,0436	57,064	Azerbaïdjan	Kumité-84	26	Vice-champion du monde
3	Agayev Rafel	19,6396	62,104	Azerbaïdjan	Kumité-75	32	Champion du monde
4	Tzanos G	16,3944	51,856	Grèce	Kumité-84	28	3 place championnat du monde
5	Geoffrey	14,9048	47,152	France	Kata EQUIPE	23	Vice-champion du monde
6	Lucas jeannot	16,4476	52,024	France	Kata EQUIPE	23	Vice-champion du monde
7	Ahmed Zemouri	15,8092	50,008	France	Kata EQUIPE	23	Vice-champion du monde
La moyenne du volume horaire d'entraînement hebdomadaire : 20 Heures							
La moyenne de nombre de compétition : 25 Compétitions/Année.							

Annexe 6 : Les données de la VMA et du VO2max de l'élite mondiale (équipe nationale du Japon et de France).

N°	Nations	VMA	VO₂max	Poids	Classement mondial	Nombre de points
1	Equipe national de Japan (6 athlètes)	18,68±6.6	59,08±6.6	66.8 ± 8.9	Numéro 1 mondial	50142
2	Equipe national de France (9 athlètes)	19,43±2.6	61,43±2.6	71.9±11.4	Numéro 3 mondial	32901

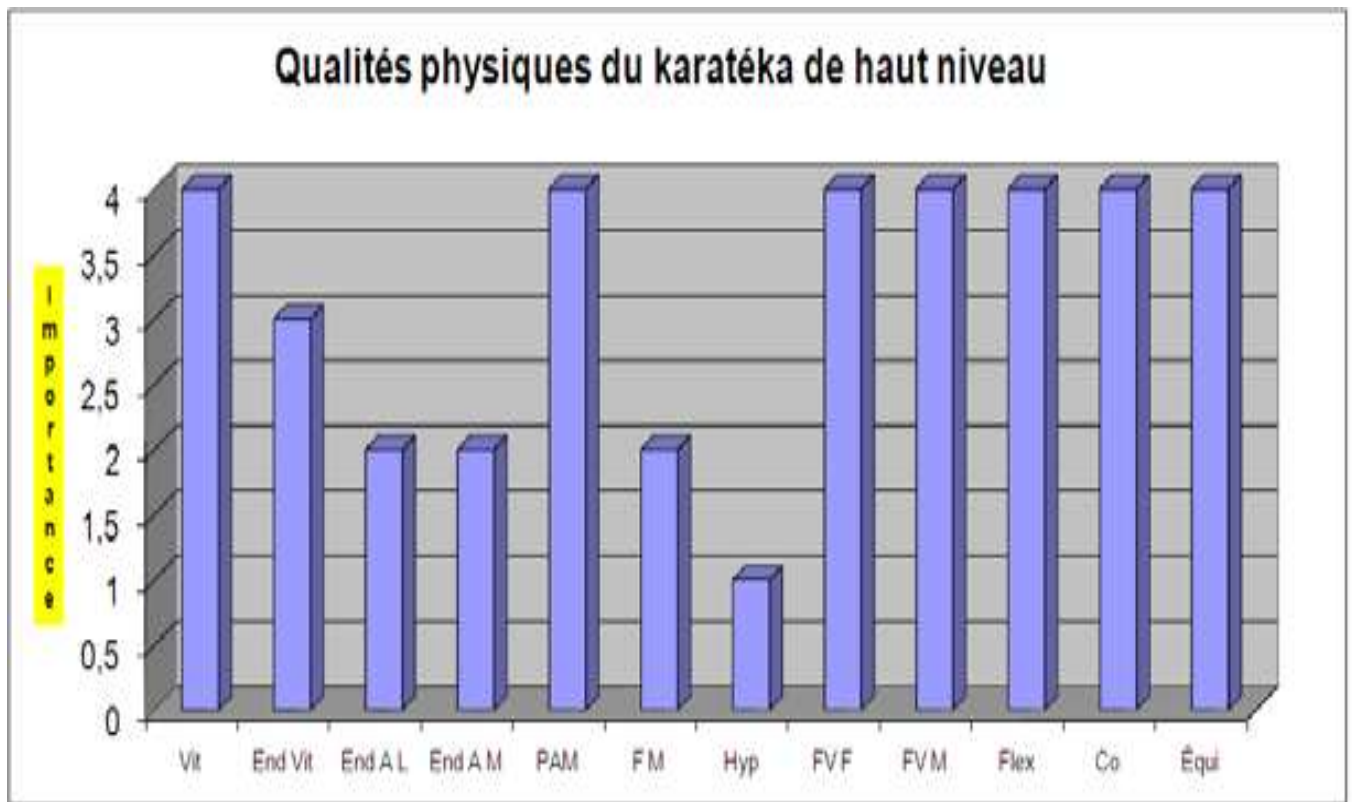
Annexe 7 : Les valeurs du développé couche et du Squat de l'élite Mondiale.

Référence de l'étude	caractéristiques de la population	Exercice	1RM (kg) (x±0)
Roschel et al, (2009)	Equipe Nationale Brésilienne Homme (n=14)	Développe couché Squat	76,3 ±16,8 113,3±
Imamura et al, (1998)	Equipe Nationale Japonaise de Haut Niveau Homme (n=7)	Développé couché Squat	87,1±12,5 137,5±12,5

Annexe 8 : Les données de la Performance de l'élite mondiale dans les épreuves de détente verticale.

<i>Caractéristiques de l'échantillon</i>	<i>Performance (cm) ($\bar{x} \pm \sigma$)</i>	<i>Références bibliographiques</i>
Homme Français Junior de niveau international (n=10)	CMJ=44,9 ± 5,9 SJ=42,3 ± 4,8 CMJ=40 ± 3,8	Ravier et al. (2004)
Junior de niveau national (n=12)	SJ=37 ± 3,6	
Homme Brésilien élite (n=14)		Roschel et al. (2009)
Gagnants	CMJ=48,8 ± 3,4	
Perdants	CMJ=50,8 ± 2,6	
Homme Italien élite spécialité <i>kumité</i> (n=3)	SJ=40,1 ± 3,2 CMJ=42,8 ± 4,2	Doria et al. (2009)
Elite homme spécialité <i>kata</i> (n=3)	SJ=38,9 ± 1,1 CMJ=42,7 ± 4,4	
Elite femme spécialité <i>kumité</i> (n=3)	SJ=37 ± 1,1 CMJ=39,2 ± 2,4	
Elite femme spécialité <i>kata</i> (n=3)	SJ=36,9 ± 1,5 CMJ=38,3 ± 1	
Elite homme Serbe <i>Kumité</i> (n=19)	CMJ=46,1 ± 4,4	Koropanovski et al. (2011)
<i>Kata</i> (n=12)	CMJ=48,6 ± 8,1	

Annexe 9 : Les qualités physiques du karatéka de Haut Niveau (DLTA,2017):.



Légende :

- **(Vit) 4** : Vitesse,
- **(End Vit) 3** : Endurance de vitesse,
- **(End A L) 2** : Endurance aérobique longue,
- **(End A M) 2** : Endurance aérobique moyenne,
- **(PAM) 4** : Puissance aérobique maximale,
- **(F M) 2** : Force maximale,
- **(Hyp) 1** : Hypertrophie,
- **(FV F) 4** : Force-vitesse faible résistance,
- **(FV M) 4** : Force-vitesse moyenne résistance,
- **(Flex)** : Flexibilité,
- **(Co) 4** : Coordination,
- **(Equi) 4** : Équilibre.

Annexe 10 : Tableau récapitulatif des données du Vo2 Max de l'élite selon plusieurs études effectuées et d'après plusieurs auteurs.

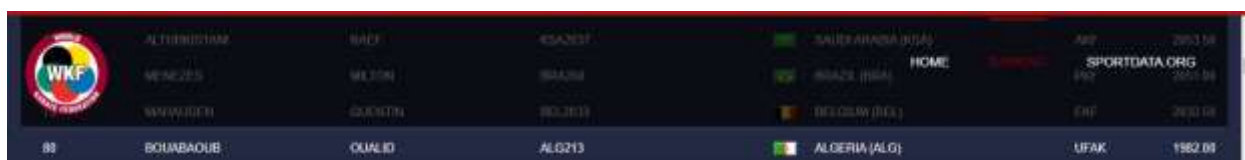
Study	Sample characteristics (n)	Ergometer	$\dot{V}O_{2max}$ (mL/kg/min) [mean±SD]
Francescato et al. ^[13]	Amateur level male (8)	Cycle ergometer	36.83±5.35
Imamura et al. ^[14]	Japanese male: Elite level (6)	Treadmill	59±6.6
	University level (8)		57.5±5.2
Imamura et al. ^[19]	Japanese male: Elite level (7)	Treadmill	57.5±5.2
	Novice level (9)		57.2±4.9
Imamura et al. ^[42]	Practitioners (9)	Treadmill	58.6±6.8
Imamura et al. ^[43]	Japanese female: University level (6)	Treadmill	42.7±5.1
Ravier et al. ^[10]	French males: International level (10)	NR	57.2±4.1
	National level (12)		58.5±3
Doria et al. ^[44]	Italian males: Elite kata (3)	Cycle ergometer	47.8±4.4
	Elite kumite (3)		48.5±6
	Italian female: Elite kata (3)		42.4±1
	Elite kumite (3)		42.9±1.6
Ravier et al. ^[45]	French national- and international-level males (17: EG = 9; CG = 8) [$\dot{V}O_{2max}$ here measured before and after a high-intensity intermittent running training (20 sec/15 sec; 7-9 sets; 140% $\dot{V}O_{2max}$)]	Treadmill	EG before: 58.7±3.1 EG after: 61.4±2.6 CG before: 58.2±3.1 CG after: 58.1±4.4
Yoshimura and Imamura ^[46]	Japanese female: Collegiate level (15)	Treadmill	32.75±4.1
Shaw and Deutsch ^[27]	American male practitioners: (9: 4 white belts; 2 blue belts; 2 brown belts and 1 black belt)	Treadmill	56.1±5.4
Zehr and Sale ^[47]	Practitioners (4 black belt [one 1st dan, two 2nd dan, one 5th dan])	Cycle ergometer	45.5±5.0
Iide et al. ^[48]	Japanese male: Black belt karatekas with more than 2 years' experience (12)	Treadmill	51.2±4.3

CG = control group; EG = experimental group; NR = not reported; SD = standard deviation; $\dot{V}O_{2max}$ = maximal oxygen uptake.

Annexe 11 : Classement mondial de l'élite algérienne.

1 Walid Bouaboub. Classement 80

https://setopen.sportdata.org/wkfranking/ranking_main_competitor.php?ranking_country=ALG&ranking_competitor=ALG213&hidemenu=true

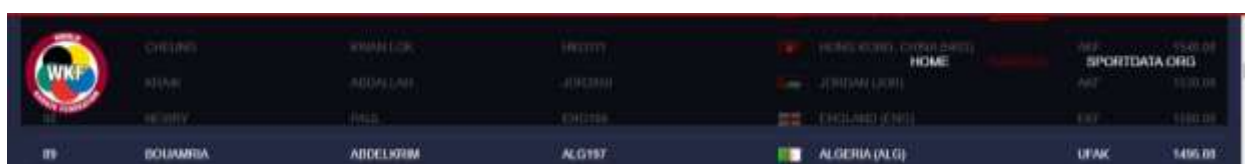


The screenshot shows the WKF ranking page for Walid Bouaboub. The table lists competitors with their names, IDs, and countries. The Algerian competitor, Bouaboub Walid, is highlighted in blue and ranked 80th with a score of 1962.00. The table also includes navigation links like 'HOME' and 'SPORTDATA.ORG'.

Rank	Name	ID	Country	Score
80	BOUABOUB WALID	ALG213	ALGERIA (ALG)	1962.00

2 Bouamria Abdelkrim. Classement 89

https://setopen.sportdata.org/wkfranking/ranking_main_competitor.php?ranking_country=ALG&ranking_competitor=ALG197&hidemenu=true

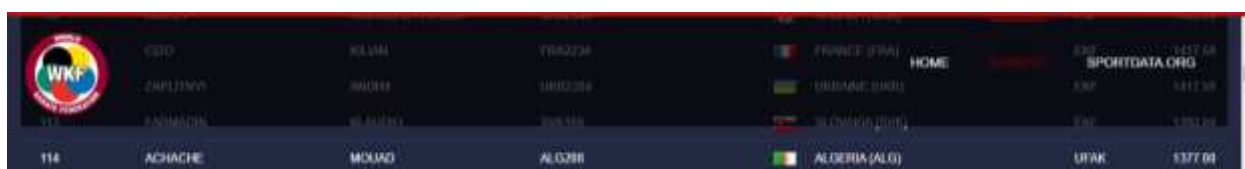


The screenshot shows the WKF ranking page for Bouamria Abdelkrim. The table lists competitors with their names, IDs, and countries. The Algerian competitor, Bouamria Abdelkrim, is highlighted in blue and ranked 89th with a score of 1486.00. The table also includes navigation links like 'HOME' and 'SPORTDATA.ORG'.

Rank	Name	ID	Country	Score
89	BOUAMRIA ABDELKRIM	ALG197	ALGERIA (ALG)	1486.00

3 Achache Mouad. Classement 114

https://setopen.sportdata.org/wkfranking/ranking_main_competitor.php?ranking_country=ALG&ranking_competitor=ALG197&hidemenu=true

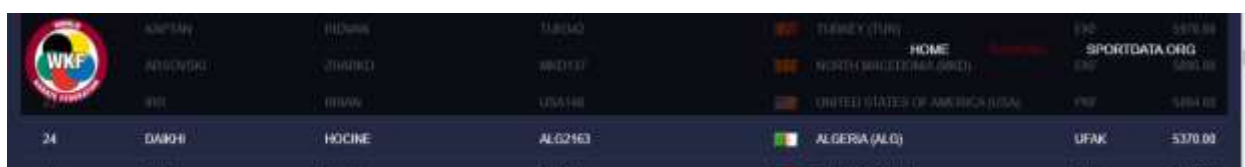


The screenshot shows the WKF ranking page for Achache Mouad. The table lists competitors with their names, IDs, and countries. The Algerian competitor, Achache Mouad, is highlighted in blue and ranked 114th with a score of 1377.00. The table also includes navigation links like 'HOME' and 'SPORTDATA.ORG'.

Rank	Name	ID	Country	Score
114	ACHACHE MOUAD	ALG288	ALGERIA (ALG)	1377.00

4 Daikhi Houcin. Classement 24

https://setopen.sportdata.org/wkfranking/ranking_main_competitor.php?ranking_country=ALG&ranking_competitor=ALG197&hidemenu=true



The screenshot shows the WKF ranking page for Daikhi Houcin. The table lists competitors with their names, IDs, and countries. The Algerian competitor, Daikhi Houcin, is highlighted in blue and ranked 24th with a score of 5370.00. The table also includes navigation links like 'HOME' and 'SPORTDATA.ORG'.

Rank	Name	ID	Country	Score
24	DAIKHI HOUCIN	ALG2163	ALGERIA (ALG)	5370.00

5 Adel Amrouche. Classement 1320

https://setopen.sportdata.org/wkfranking/ranking_main_competitor.php?ranking_country=ALG&ranking_competitor=ALG197&hidemenu=true



A screenshot of a web browser displaying the WKF ranking page for Adel Amrouche. The page shows a table of competitors with columns for rank, name, country, and points. Adel Amrouche is listed at rank 1320 with 40.00 points. The table also includes other competitors like Koydenoçtu Gökhan and Amrouche Adel.

Rank	Name	Country	Points
1320	KÖYDENOÇTU GÖKHAN	TURKEY (TUR)	40.00
1320	AMROUCHE ADEL	ALGERIA (ALG)	40.00

6 Djaffer Islam. Classement 213

https://setopen.sportdata.org/wkfranking/ranking_main_competitor.php?ranking_country=ALG&ranking_competitor=ALG197&hidemenu=true

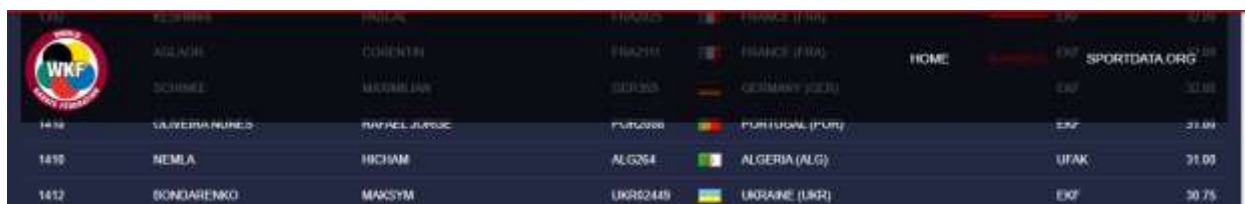


A screenshot of a web browser displaying the WKF ranking page for Djaffer Islam. The page shows a table of competitors with columns for rank, name, country, and points. Djaffer Islam is listed at rank 213 with 26.00 points. The table also includes other competitors like Djafer Islam and Djaffer Islam.

Rank	Name	Country	Points
213	DJAFER ISLAM	ALGERIA (ALG)	26.00

7 Nelma Hicham. Classement 1412

https://setopen.sportdata.org/wkfranking/ranking_main_competitor.php?ranking_country=ALG&ranking_competitor=ALG197&hidemenu=true



A screenshot of a web browser displaying the WKF ranking page for Nelma Hicham. The page shows a table of competitors with columns for rank, name, country, and points. Nelma Hicham is listed at rank 1412 with 31.00 points. The table also includes other competitors like Nelma Hicham and Nelma Hicham.

Rank	Name	Country	Points
1412	NELMA HICHAM	ALGERIA (ALG)	31.00

8 Lakrouit Samir. Classement 1662

https://setopen.sportdata.org/wkfranking/ranking_main_total.php#ranking



A screenshot of a web browser displaying the WKF ranking page for Lakrouit Samir. The page shows a table of competitors with columns for rank, name, country, and points. Lakrouit Samir is listed at rank 1662 with 20.00 points. The table also includes other competitors like Lakrouit Samir and Lakrouit Samir.

Rank	Name	Country	Points
1662	LAKROUIT SAMIR	ALGERIA (ALG)	20.00

9 Hariz Zakaria. Classement **755**

https://setopen.sportdata.org/wkfranking/ranking_main_competitor.php?ranking_country=ALG&ranking_competitor=ALG197&hidemenu=true



Rank	Name	Country	Points
752	KOHEGYI ZOLTAN	HUNGARY (HUN)	EXF 110.00
	TANEVSKI IGOR	NORTH MACEDON (HOME)	ESPORTDATA.ORG 01
	CELIKBAĞ YUSUF	TURKEY (TUR)	EXF 110.00
755	DEMCHYSHYN VITALIY	UKRAINE (UKR)	EXF 105.00
755	HARIZ ZAKARIA	ALGERIA (ALG)	UFAK 105.00
755	CELIKBAĞ YUSUF	TURKEY (TUR)	EXF 105.00

10 Madjnoune Mohamed. Classement **1744**

1744	<u>MEDJNOUN</u>	<u>MOHAMMED EL AMIN</u>	UFAK	<u>15.00</u>
------	-----------------	-------------------------	------	--------------

https://setopen.sportdata.org/wkfranking/ranking_main_total.php#ranking

11 Diafi Taki .Classement **787**

787	<u>DIAFI</u>	<u>MOHAMMED TAKI EDDINE</u>	<u>ALGERIA (ALG)</u>	UFAK	<u>75.00</u>
-----	--------------	-----------------------------	----------------------	------	--------------

https://setopen.sportdata.org/wkfranking/ranking_main_total.php#ranking

Annexe 12 : Classement mondial des nations.

WKF CURRENT RANKING - COUNTRIES				
Competitors Categories Countries Continents KARATE1 Events Info Print All Time Ranking Ranking APP				
Search: <input type="text"/>				
Buenos Aires 2018 Olympic Standing				
 YOU HAVE MORE THAN ONE PROFILE? FOLLOW THIS LINK TO MERGE YOUR PROFILES.				
RANK	COUNTRY	CONTINENT	TOTAL POINTS	
1	 JAPAN (JPN)	AKF	66165.00	
2	 ISLAMIC REPUBLIC OF IRAN (IRI)	AKF	45975.00	
3	 AUSTRALIA (AUS)	OKF	40080.00	
4	 BRAZIL (BRA)	PKF	37545.00	
5	 TURKEY (TUR)	EKF	36975.00	
6	 FRANCE (FRA)	EKF	32280.00	
7	 UNITED STATES OF AMERICA (USA)	PKF	31575.00	
8	 SPAIN (ESP)	EKF	28860.00	
9	 ITALY (ITA)	EKF	26640.00	
10	 EGYPT (EGY)	UFAK	26580.00	
11	 NEW ZEALAND (NZL)	OKF	25020.00	
12	 MEXICO (MEX)	PKF	23955.00	
13	 KAZAKHSTAN (KAZ)	AKF	21390.00	
14	 VENEZUELA (VEN)	PKF	21210.00	
15	 NEW CALEDONIA (NCL)	OKF	16875.00	
16	 SAUDI ARABIA (KSA)	AKF	14700.00	
17	 INDONESIA (INA)	AKF	14055.00	
18	 CHILE (CHI)	PKF	14040.00	
19	 UKRAINE (UKR)	EKF	13755.00	
20	 CANADA (CAN)	PKF	13560.00	

