

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Abdelhamid Ben Badis Mostaganem

Institut de L'éducation Physique et Sportive

Département de l'EPS



Mémoire de fin d'étude pour l'obtention de diplôme de Master en activité physique sportive éducative.

Thème :

Conception d'un programme informatique de traitement et d'analyse de score en vue de prédire les risques des blessures chez les sportifs.

« Cas du Deep Squat » (FMS)

Présenté par l'étudiants:

Mr LAZ OUGHLI Mohamed Elamine
Mr HAKIKI Djallal

Encadrant:

Dr Belkadi Adel

Année universitaire : 2018/2019

Remerciements

On adresse tout d'abord nos remerciements les plus sincères, au Dr. BelkadiAdel et le professeur sebane qui a très volontiers accepté d'être le promoteur de ce projet. Sa modeste connaissance dans le domaine, ainsi que son expérience, ont joué un rôle important dans la conception de ce travail.

La sollicitude du BELKADIAdel, au cours de cette année, nous a profondément touchés. L'aboutissement de ce travail nous donne l'occasion de lui exprimer notre très sincère reconnaissance.

On dédie ce mémoire

À tous ceux et toutes celles

Qui nous accompagné et soutenu

Durant cette année de formation.

SOMMAIRE




<u>LE TITRE</u>	<u>N de la page</u>
LIST DES FIGURES	
Figure 1: formulaire d'écran de mouvement fonctionnel FM	17
Figure 2 : (Deep Squat 3 point).	18
Figure 3 : (Deep Squat 2 point).	19
Figure 4 : (Deep squat 1 point)	19
Figure 5 : (Hurdlestep 3 points)	21
Figure 6 : (Hurdlestep 2 points)	21
Figure 7 : (Hurdle step 1 point)	21
Figure 8 : (Inline-Lunge3 points)	23
Figure 9 : (Inline-Lunge2 points)	23
Figure 10 : (Inline-Lunge1 points)	24
Figure 11 : (ShoulderMobility3 points)	25
Figure 12 : (ShoulderMobility2 points)	25
Figure 13 : (ShoulderMobility1 point)	25
Figure 14 : (Active Straight Legraiss3 points)	27
Figure 15 : (Active Straight Legraiss2 points)	27
Figure 16 : (Active Straight Legraiss1 points)	27
Figure 17: (Trunk Stabiliy Push Up 3 points)	29





Figure 18 :(TrunkStabiliy Push Up 2 points)	29
Figure 19: (Trunk Stabiliy Push Up 1 poin)	29
Figure 20 :(Rotary Stability3 points)	31
Figure 21 : (Rotary Stability2 points)	31
Figure 22 : (Rotary Stability2 points).	31
Figures 23 :Crampe musculaire	32
Figures 24 :Muscle contracté	33
Figure 25 :Elongation ; Déchirure ; Rupture	34
Figures 26 Claquage musculaire	35
Figures 27 : Contusion musculaire	36
Figures 28 :tendon d'Achille	38
Figures 29 : types des gaments de genoux	39
Figure 30: Luxation de l'épaule	40
Figures 31 :luxation traumatique de l'épaule	40
Figures 32 : luxation de la hanche	41
Figure 33: luxation pathologique	41
Figure 34: types des fractures	42
Figure 35 :fenêtre principale de MATALB (version 7.0)	44
Figure 36 : Editeur de MATLAB	45
Figure 37 : Score 3 sur l'interface de MATLAB	52
Figure 38 : Score 3 sur l'interface de MATLAB	53
Figure 39 : Score 3 sur une photo réelle sur l'interface de MATLAB	54

Figure 40 : Score 2 photo réel de (deep squat) avec compensation de la Barr de FMS.	54
Figure 41 : Score 2 sur interface de matlab	55
Figure 42 : Score 2 cas1 sur interface de matlab	55
Figure 43 : Score 2 cas2 sur l'interface de MATLAB	56
Figure 44 : Score 01 – Premier cas sur interface de matlab	57
Figure 45 : Score 1 deuxième cas sur interface de matlab	57
Figure 46 : Score 1 deuxième cas sur interface de matlab	58
Figure 47 : Les fonctionnalités de l'application Sur des images réelles score3	58
Figure 48 : Les fonctionnalités de l'application Sur des images réelles score2	59
Figure 49 : Les fonctionnalités de l'application Sur des images réelles score 1	59
Figure 50 : Les fonctionnalités de l'application Sur des images réelles score 0	60

TABLE DES MATIERES

Résumé.....	1
Introduction.....	3
Problématique.....	6
Hypothèses de Recherche.....	8
Objectifs de l'étude.....	9
Définition des concepts.....	10
Etudes précédentes et similaires.....	11
Synthèse des études similaires.....	14

CHAPITRE I :Ecran de mouvement fonctionnel (FMS)	
1.1. « Gray Cook »	15
2. Définition	15
3.Les scores de l'écran de mouvement fonctionnel (FMS)	15
3.1.Score final	16
4.Tous les scores des sept tests sont écrits sur un formulaire d'origine de (gray Cook) FMS	17
5.présentation succincte des différents tests du l'écran de mouvement fonctionnel (FMS)	18
5.1.Deep squat : (Le squat profond) 	18
5.1.1.Définition	18
5.1.2.Conseils pour tester	18
5.1.3.Les scores	18
5.2.Hurdlestep 	20
5.2.1.Définition	20
5.2.2.Conseils pour tester	20
5.2.3.Les scores	20
5.3. Inline-Lunge 	22
5.3.1.Definition	22
5.3.2.Conseils pour tester	22
5.3.3.Les scores	22

5.4.ShoulderMobility 	24
5.4.1.Définition	24
5.4.2.Conseils de tester	24
5.4.3.Les scores	25
5.5. ActiveStraight Legraiss 	26
5.5.1.Définition	26
5.5.2.Conseils pour tester	26
5.5.3. Les scores	26
5.6.TrunkStabiliyPush Up 	28
5.6.1.Définition	28
5.6.2.Conseils pour tester	28
5.6.3.Les scores	28
5.7. RotaryStability 	30
5.7.1.Définition	30
5.7.2.Conseils pour tester	30
5.7.3.Les scores	30
CHAPITRE II :Les blessures sportives	
Les blessures sportives	
1.1Introduction	32
1.2Les Blessures musculaires	32

1.2.1 La crampe musculaire	
1.2.1.1 Les types de crampes musculaires	32
1.2.1.2 Les causes de crampes musculaires	32
2.2. Contracture musculaire	
2.2.1. Les types de contracture musculaire	33
2.2.2. Les causes de contracture musculaires	33
2.3. Déchirure musculaire	
2.3.1. Les différents types de déchirure musculaire	34
2.3.1.1. L'élongation	34
2.3.1.2. Le claquage	34
2.3.1.3. La rupture musculo-tendineuse	34
2.3.2. Les Causes de déchirure musculaire	34
2.4. Le claquage musculaire	
2.4.1. Les causes de claquage musculaire	74
1.2.4.3-Traitement	74
1.2.4.3.1-Protection	74
1.2.4.3.2-Repos	74
2.5. L'élongation	
2.5.1. Les causes de l'élongation musculaire	35
2.6. La contusion musculaire	
2.6.1. Les types de contusion musculaires	36
2.6.1.1. La contusion simple	36
1.2.6.1.2. La contusion grave	36

2.6.1.3. Les causes de contusions musculaires	36
2.7. Les hématomes	
2.7.1. Les types d'hématomes	37
2.7.1.1. D'hématomes intracrâniens	37
2.7.1.2. Traitements	37
1.3-Les blessures tendineuses et ligamentaires	
1.3.1-La tendinite	
1.3.1. Causes de la tendinite	38
1.3.2-Les blessures ligamentaires	
1.3.2.1-Les types de ligaments	
1.3.2.1.1-Le ligament collatéral médial	38
1.3.2.1.1-Le ligament collatéral médial	39
1.3.2.1.3-Le ligament croisé antérieur	39
1.3.2.1.4-Le ligament croisé postérieur	39
1.4-Les blessures osseuses	
1.4.1-La luxation	
1.4.1.1-Les Causes de luxation	40
1.4.1.2-Types de luxation ou subluxation en rapport avec leurs causes	40
1.4.1.2.1-Luxation traumatique	41
1.4.1.2.2-Luxation congénitale	41
1.4.1.2.3-Luxation pathologique	41
1.4.1.2.4-Luxation spontanée et répétitive	41
1.4.2-La fracture	

1.4.3. -Les types de fractures	
1.4.3.1-Les fractures simples	42
1.4.3.2-Les fractures spontanées	42
1.4.3.2-Les fractures spontanées	42
1.4.3.4-Les fractures de fatigue	42
1.4.3.6-Les fractures en « bois vert	42
CHAPITRE III Généralité sur MATLAB	
Généralité sur MATLAB	
1. Matlab	43
2. Histoire	43
3. Syntaxe	45
4. Variables	45
5. Vecteurs/Matrices	46
6. Le graphisme	47
7. Outils et modules associés	48

PARTIE PRATIQUE : METHODOLOGIE DE LA RECHERCHE

CHAPITRE I : Méthodes et moyens

1. Méthodologies de la recherche.....	50
2. Domain de la recherche.....	50
3. Les outils, les moyens utilisés dans cette recherche.....	50
3.1. Les moyens utilisés pour la collecte des informations.....	50
4. Les outils et les appareils utilisés.....	50
5. Procédure de la conception de l'application.....	51
5.1. L'interface de l'application.....	51
5.2. Prototypage et évaluation.....	51
6. Protocol de Programmation avec MATLAB.....	51
7. Les fonctionnalités de l'application.....	58
8. Application de test sur terrain.....	60
9. Lieu.....	60
10. Difficultés rencontres dans l'étude.....	62
11. Conclusion.....	62
12. Recommandation.....	62
13. Conclusion Générale.....	63
14. Perspectives.....	64

Résumé

Au cours des dernières années, l'écran de mouvements fonctionnels (FMS) a été utilisé pour évaluer les habitudes et la qualité des mouvements des athlètes, ainsi que pour prévoir leurs blessures. Cependant, les scores FMS sont évalués par observation manuelle. Par conséquent, l'objectif de cette étude est de développer un système d'évaluation automatique, d'adopter un modèle mathématique de complexité minimale et de disposer de lois de contrôle d'évaluation pour garantir l'attribution d'un score précis du FMS. Une caméra est utilisée pour capturer les angles de l'image et du corps, respectivement. En outre, l'un des chercheurs a chargé manuellement l'image enregistrée dans le logiciel de calcul mathématique MATLAB. Les résultats ont montré une corrélation positive modérée à élevée entre les scores du premier test FMS Deep Squat ($p < 0,05$). Par rapport aux trois scores différents, il existait des différences significatives entre l'angle de la hanche et de la cheville, l'angle de la hanche et le genou de la haie fendue et la haie à angle de pas ($p < 0,05$). En conclusion, l'avantage du système d'évaluation automatique et de l'attribution d'un score précis appliqué au système FMS est la reconnaissance automatique des images et l'étiquetage, le suivi rapide et précis de l'angle, des données. Matériel exporté et peu coûteux. Le système d'évaluation automatique et l'attribution d'un score FMS peuvent aider l'entraîneur et les experts en physiothérapie à évaluer le déficit bilatéral du membre, du torse ou asymétrique dans divers sports.

Abstract

In recent years, the Functional Movement Screen (FMS) has been used to assess the habits and quality of athlete movements as well as to predict their injuries. However, FMS scores are evaluated by manual observation. Therefore, the objective of this study is to develop an automatic evaluation system, to adopt a mathematical model of minimum complexity and to

have evaluation control conditions to ensure the attribution of a precise score of the FMS. A camera is used to capture the angles of the body, respectively. In addition, one of the researchers manually loaded the recorded image into MATLAB mathematical calculation software. The results showed a moderate to high positive correlation between the scores of the first Deep Squat FMS test ($p < 0.05$). Compared with the three different scores, there were significant differences between the angle of the hip and ankle, hip angle and knee of the split line hedge and the step angle hedge ($p < 0.05$). In conclusion, the advantage of the automatic evaluation system and the attribution of a precise score applied to the FMS system is the automatic recognition of images and the labeling, the fast and precise follow-up of the angle and data with exported and inexpensive material. The automatic evaluation system and the scoring FMS can help coaches and physiotherapies' experts to assess the bilateral limb, torso or asymmetric deficit in various sports.

Key words: Functional movement screen, injury, assessment System.

1. Introduction

Les blessures sportives sont également un facteur de risque d'abandon de d'activités physiques et sportives. En effet, il est estimé que 8 % des gens abandonnent la pratique d'activités physiques et sportives annuellement à la suite d'une blessure (Grimmer, Jones, & Williams, 2000). Dans une revue de la littérature sur les déterminants du retour au sport, des taux d'abandon du sport allant jusqu'à 60 % ont été rapportés chez les athlètes (Arderm, Taylor, Feller, & Webster, 2012).

Tout d'abord, (Caine), nous informe que 8 % des adolescents abandonnent une activité physique pour cause de blessures. Si l'on se réfère à leurs données épidémiologiques, aux USA, il y a une moyenne de 26 blessures pour 100 adolescents par an. Ainsi réduire la part de blessures aurait un impact positif en santé publique. En effet, si l'on réduit cette part de blessures, les adolescents bougeront mieux et en plus grande quantité, ce qui prévient certaines pathologies et maladies du types cardiovasculaires et métaboliques en particulier l'obésité. (Caïn et al, 2006).

O'Connor précise que les blessures musculosquelettiques figurent parmi les principales causes de morbidités et de Mortalités chez des militaires : 24 % des 34000 évacuations de 2004 à 2007 sur une l'opération Iraqi Freedom. Toujours sur une population militaire, (O'Connor et al, 2008) Teyhen déclarent que L'on retrouve 10 à 12 blessures par soldats par mois. Ceci est bien illustré dans l'étude de Jones qui a réalisé une surveillance médicale des blessures chez une population militaire : ils en ont conclu que les blessures musculosquelettiques constituaient le motif de consultation le plus fréquent (49% pour les entorses) et qu'il est nécessaire de faire un travail de prévention de ces blessures parce que cela peut être une question de survie dans ce type de population. (Teyhen et al 2008).

La plupart des blessures sportives qui affectent un individu peuvent être dues à manque de préparation physique, exercices d'haute intensité qui ne correspondent pas à la capacité musculaire de l'individu ; manque de confort physique et peut-être ; faux mouvements. ...et toutes ces raisons Conduisent à des blessures sportives. Mais le point de vue de (Gray cook) peut-être diffère et il a dit que la majorité des blessures sportives surviennent parce qu'elles sont imprévisibles avant qu'elles ne surviennent. (Gray Cook et al 2006) puis il a inventé un test appelé écran de mouvement fonctionnel (FMS) un test pour prédiction et minimisé des blessures. Le (FMS) un système de notation qui évalue les schémas de mouvement et identifie les limitations de mouvement, les faiblesses musculaires, les asymétries et l'instabilité, Le (FMS) comprend sept tests de mouvements fondamentaux qui nécessitent force, mobilité et stabilité. Ces tests placent l'individu dans des positions fonctionnelles quotidiennes où des faiblesses et des déséquilibres peuvent devenir perceptibles. Cela surprend de nombreux patients, même des sportifs d'élite, lorsqu'ils sont incapables d'effectuer ces mouvements simples avec une bonne force et un bon contrôle. Le test FMS génère un score utilisé pour mettre en évidence et cibler les problèmes. Ce système de notation indique ensuite les exercices correctifs les plus efficaces pour rétablir les mouvements normaux. Ce test est idéal pour tout le monde, car en identifiant les faiblesses, nous pouvons ensuite mettre en évidence les points à améliorer. Nous pouvons surveiller votre score FMS pour suivre vos progrès et identifier les stratégies correctives qui seront les plus efficaces pour renforcer votre force et vous permettre de continuer à être à votre meilleur niveau. (Cook et al. 2006). (Gray cook) a répondu aux questions « qui peut utiliser ce test ? » Et il a dit :

Les athlètes qui souhaitent améliorer leurs performances fonctionnelles et réduire les risques de blessures.

Clients ou patients désirant augmenter leur capacité physique

Clients ou patients en sortie de traitement qui souhaitent reprendre leur sport ou activité

-Équipes sportives voulant améliorer la performance fonctionnelle de l'athlète et réduire le risque de blessures et de récurrences.

-Toute personne cherchant à améliorer ses capacités de mouvement dans la vie quotidienne ou l'activité.

Plusieurs études dans différents pays du monde prouvent l'efficacité de ce test dans la prévision de l'incidence des blessures sportives et parmi ces études :

-Etude de Frédéric Caussemémoire de l'ifmk d'Alsace – 2015 -institut de formation masso-kinesithérapie sous le titre : le functional movements screen : un outil fiable dans la prédiction d'un risque de blessures ?

Le résultat était :

-Le (FMS) est un système d'évaluation qui semble être fiable en inter examinateur et intra-examinateur que ce soit pour le score total ou pour les scores individuels et sa valeur prédictive concernant un risque de blessure est également bonne.

-Ce test (FMS) dépend de la précision et de l'expérience et la connaissance en anatomie et en biomécaniques et une grande vision aussi avec une observation visuelle à l'aide de critères standardisés et le (FMS) a été créé pour une observation en Temps réel étant donné que son évaluation prend en moyenne 15 à 20 minutes par participant pour chaque mouvement et prend beaucoup de temps, surtout avec un grand échantillon et avec des gens qui ont un manque d'expérience. (Gray cook ; Burton, Hoogenboom et Voight, 2014).

Problématique

Les caractéristiques des individus sont les différents individuels de sexe, de structure morphologique, de caractéristiques, de niveau d'intelligence et d'autres différences, ainsi que le pourcentage de blessures sportives d'une personne à l'autre. Par conséquent, l'entraîneur ou le préparateur physique devrait être le responsable de tout plan qui traite et résout les problèmes et blessures chez les athlètes. (Emery et al. 2006).

Comme nous l'avons mentionné dans l'introduction, afin de minimiser les blessures sportives avant qu'ils ne se produisent. Il existe plusieurs tests prédictifs de blessures sportives, parmi lesquels nous avons choisi le functional movement screen (FMS) le plus commun aux États-Unis-canada- et le plus efficace pour tous les sports et tous les athlètes sportifs et non sportifs, une problématique pertinente et difficile pour de nombreuses personnes d'évaluer les sept situations de functional movement screen (FMS) ainsi de faire un mauvais diagnostic des résultats par un observateur ou bien un évaluateur. La personne qui évalue les sept tests functional movement screen doit posséder une grande expérience et connaissances en anatomie et en biomécanique.

Une autre difficulté de gestion de temps de traitement et d'analyse est cruciale dans la Prise de bonne décision par l'évaluateur et observateur de test.

Plusieurs études réalisées dans ce domaine révèlent un grand intérêt des chercheurs et physiothérapeutes et préparateur physique professionnel des grands clubs (Cook, Burton, & Hoogenboom) physiothérapeutes, ont mis au point le FMS pour accroître l'objectivité et la collaboration entre les praticiens de la santé, les entraîneurs en conditionnement physique et en musculation, ainsi que l'entraînement sportif. À ce moment la revue de la

littérature et la recherche n'ont pas permis de mettre au point un outil systématique permettant de déceler une asymétrie fonctionnelle ou une limitation

Majeure des schémas fonctionnels de mouvement. La plupart des tests effectués à cette époque étaient axés sur les performances sportives ou spécifiques.

Le functional movement screen a été mis au point à l'origine pour rassembler des données objectives permettant une analyse statistique des schémas de circulation des personnes en ce qui concerne la performance fonctionnelle, la prévention des blessures et la réadaptation.

Depuis 2001, le FMS a été largement adopté aux États-Unis et commence à gagner en popularité au Canada. Il est utilisé avec la majorité des équipes de la NFL, le hockey, le baseball, l'athlétisme universitaire et la tactique. Il a également été largement utilisé par les cliniciens. (Marissa JaeBasar 2017, p 9)

Depuis quelques années, quelques chercheurs se sont penchés sur la prédiction des risques des blessures dans les sports d'équipe et individuelle (Cook, Burton, & Hoogenboom, 2006 b ; Cook et al., 2006 à ; Dorel, Long, Shaffer, & Myer, 2015 ; Chorba, Chorba, Bouillon, Overmyer, & Landis, 2010 ; Kiesel, Rhodes, Mueller, Waninger, & Butler, 2017 ; Gnacinski, Cornell, Meyer, Arvinen-Barrow, & Earl-Boehm, 2016 ; Letafatkar, Hadadnezhad, Shojaedin, & Mohammadi, 2014 ; Moran, Schneiders, Mason, & Sullivan, 2017). Une approche en particulier nous a intéressés, soit celle de (Cook et al, 2006 à, 2006 b). Ces chercheurs ont développé un test de prédiction des risques des blessures individuelles dans les sports d'équipe et individuel. Ce test de mesure functional movement screen (FMS) nous apparaissait intéressant par son concept simple et ses résultats situés sur un score de performance réaliser et qu'il était possible de pondérer en fonction d'une importance plus ou moins.

De plus, la clarté des variables observées rend ce test et cette procédure intéressante pour une utilisation régulière par les entraîneurs et les experts de réhabilitation des sportifs.

De nombreux tests de prédiction de risques des blessures ont été effectués et utilisés dans l'évaluation de la performance des athlètes sportives et non sportives (Sanders, Blackburn, & Boucher, 2013). En conséquence, de nombreux tests de prédiction des blessures ont été développés pour évaluer non seulement les mouvements de locomoteur, de manipulation et de stabilisation de base en plaçant un individu dans des positions extrêmes mais aussi d'évaluer les faiblesses et les déséquilibres qui deviennent perceptibles si la mobilité et le contrôle moteur appropriés ne sont pas utilisés. Une fois ces déficiences identifiées par le biais du FMS, un programme d'exercices correctifs est ensuite mis au point dans le but de prévenir les blessures musculosquelettiques (Cook et al. 2014) mais nul n'a utilisé un programme informatique typique dans la réalisation de (FMS) test pour le traitement et l'analyse des données sous forme d'une application facile à manipuler par les différents acteurs de domaine de prédiction des blessures et réhabilitations fonctionnelles. Ainsi, les deux étudiants chercheurs ont décidé d'étudier ce problème à travers la conception d'un outil informatique de traitement et d'analyse de données du test FMS.

À ce titre la principale question de la présente recherche se résume en ce qui suit :

Comment un programme informatique peut-il traiter, analyser et interpréter les résultats des données de test Functional movement screen (FMS) en vue d'évaluer les risques des blessures chez les sportifs et non sportif ?

Hypothèses de Recherche

La conception d'un programme informatique facilitera la tâche à l'analyse et l'interprétation des résultats de tests Functional movement screen (FMS).

Objectif général

L'objectif général de cette recherche est de concevoir une application facile à utiliser dans des situations de travail à l'aide d'intégration des nouvelles technologies.

Objectifs spécifiques

Concevoir un prototype d'évaluation automatique afin d'évaluer le premier test (Deep Squat).

Conception

Est une activité de création souvent à vocation industrielle ou commerciale, pouvant s'orienter vers les milieux sociaux, politiques, scientifiques et environnementaux. Le but premier du design est d'inventer, d'améliorer ou de faciliter l'usage ou le processus d'un élément ayant à interagir avec un produit ou un service matériel ou virtuel. (Andrea Branzi 2007).

Programme informatique

Est un ensemble d'opérations destinées à être exécutées par un ordinateur. (Michael Sheetz, , John Wiley and Sons – 2007).

Mouvement fonctionnel :

Mouvement biomécanique typique dans le domaine de l'activité humaine normale.

C'est un mouvement qui a une compatibilité avec des patrons moteurs généraux.

-C'est un mouvement où l'on doit maintenir son centre de gravité au-dessus de sa base de support. (Cook et al. 2014).

Écran de mouvement fonctionnel

-C'est Une batterie de tâches conçues par Gray Cook pour évaluer le mouvement fonctionnel. (Cook et al. 2014).

Blessures sportives

-La blessure sportive inclurait toutes concussions, blessures aux nerfs et aux yeux et exclurait les maladies et diverses infections. (Flint, 1998)

Etude de	Année	Titre	Les résultats
Dariusz Boguszewski et al...	2011	The-assessment-of movement-patterns-of,,children-practicing karate.using.theFunctional.Movement screen test.	<p>Les filles pratiquant le karaté ont obtenu des résultats significativement plus élevés ($p = 0,005$) dans le test FMS que les filles du groupe témoin.</p> <p>Les mêmes tendances ont été observées chez les garçons - le carotène a obtenu un résultat plus élevé que les garçons du groupe témoin ($p = 0,001$). Chez les garçons, le résultat le plus élevé a été obtenu en ce qui concerne la mobilité des épaules et le plus faible - en ce qui concerne la stabilité du tronc.</p> <p>Aucune différence significative entre les côtés dominant et non dominant n'a été notée pour aucun des groupes et pour aucun exercice.</p>
Bardenett, Micca et al...	2012	Valeurs normatives du FMS et validité pour des sportifs du secondaire : le FMS	Sur les 167 sportifs, 39 ont subi une blessure musculosquelettique. Sur l'ensemble des tests effectués, la fente en ligne était significativement plus élevée chez les joueurs blessés.

		peut-il être utilisé comme prédicteur du risque de blessure ?	Le score concernant la mobilité de l'épaule était significativement plus bas chez les joueurs blessés. Aucune association significative n'a été observée entre score total du FMS et blessures
Michael garrison, richard westrick et al	2015	Association between the,functionalmovement,screenand;injury development,in college athletes.	Les athlètes avec un score composite FMS TM inférieur ou égal à 14, associé à des antécédents de blessure auto-déclarés présentaient un risque de blessure 15 fois plus élevé. Un rapport de probabilité positif de 5,8 a été calculé, ce qui a amélioré la probabilité de prédire une blessure de 33% avant le test à 74% après le test.
COL Deydre S. Teyhen et al...	2016	Application,of Athletic Movement Tests that Predict Injury Risk in a Military Population: Development of Normative Data.	Les Rangers ont obtenu les meilleurs résultats pour toutes les mesures de performance et de condition physique (p <0,05). Les soldats de combat ont eu de meilleurs résultats Que les services de combat et les soldats de soutien lors de plusieurs tests de performance physique test d'aptitude physique de l'armée (p <0,05). La

			performance des soldats des services de combat et de soutien de service était équivalente sur la plupart des mesures ($p < 0,05$).
Nicole, Jchimerera, shelbyknoeller-roncooper et al....	2017	Prédiction de la performance de l'écran de mouvement fonctionnel à partir d'une gamme de mouvement extrêmement inférieur d'essais centraux	Sur le côté gauche, la réduction de la densité et de la quantité de salve a considérablement prédit une réduction du FMS™ CS. Sur le côté droit, seul le DF réduit prédit de manière significative le FMS™ CS inférieur. Les modèles de régression logistique ordinaire pour les schémas de mouvement fondamentaux ont démontré que la réduction de la ROM DF était associée de manière significative à une performance inférieure sur un squat profond. Une extension réduite du genou gauche était associée de manière significative à une meilleure performance en levée de la jambe droite gauche ; tandis que la flexion de la hanche droite réduite était significativement associée à une augmentation de la levée de la jambe droite. La SLS inférieure était associée à une réduction de la stabilité du tronc.

Synthèse des études similaires

D'après nos constatations les études précédentes sont toutes centrées sur l'efficacité et la fiabilité de l'écran de mouvement fonctionnel pour prédire les blessures sportives et aussi des effets d'exercices correctifs sur la performance et l'évaluation dans FMS et là Comparaison de FMS avec autres tests et outils comme GMC etc...et Vous devez être un professionnel et avec une grande expérience pour évaluer les sept tests de FMS et Aussi avec une observation visuelle à l'aide de critères standardisés (Cook et al., 2006a ; Cook, Burton, Hoogenboom et Voight, 2014).

Le FMS a été créé pour une observation en Temps réel étant donné que son évaluation prend en moyenne 15 à 20 minutes par participant.

C'est parmi les points communs entre les études précédentes et nos recherches actuelles, on trouve l'idée de prédire l'occurrence de blessures sportives en utilisant l'écran de mouvement fonctionnel et dans les études précédentes, de grands échantillons d'athlètes de différents d'âge ont été sélectionnés.

Notre étude va apporter une nouvelle approche nous essayons de donner une addition scientifique dans le domaine sportif en général et dans les blessures sportives spécifiques et essayons de donner une méthode d'évaluation automatique à travers la conception d'un programme informatique pour l'évaluation automatique des scores des sept tests du FMS et grâce à cette application nous pourrions faciliter l'analyse de FMS sans aide d'un expert, l'application sera mise à la disposition de tout le monde (entraîneur enseignant Jeunes athlètes, seniors adultes

Première Partie
Analyse Bibliographique

CHAPITRE I

**Écran de mouvement
fonctionnel**

(FMS)

Functiona lmovement screen

1.1. « Gray Cook »

Gray Cook est un « physicaltherapist, a orthopediccertifiedspecialist, a certifiedstrength and conditioningspecialist and an RKC kettlebellinstructor » c'est-à-dire qu'il est l'équivalent d'un masseur-kinésithérapeute voire d'un médecin rééducateur en France, et d'un préparateur physique et personal trainer. Il est également auteur de Plusieurs livres dont Movement et a développé sa méthode basée sur le FMS et la SFMA (un autre système d'analyse mais où les douleurs sont présentes chez le patient).

2. Définition (FMS)

-Le FMS est un outil utilisé pour identifier les asymétries qui entraînent des déficiences fonctionnelles du mouvement. Le FMS vise à identifier les déséquilibres de mobilité et de stabilité au cours de sept schémas de mouvement fondamentaux. Ces modèles de mouvements sont conçus pour fournir des performances observables des mouvements de locomoteur, de manipulation et de stabilisation de base en plaçant un individu dans des Positions extrêmes où les faiblesses et les déséquilibres deviennent perceptibles si la mobilité et le contrôle moteurs appropriés ne sont pas utilisés. Une fois ces déficiences Identifiées par le biais du FMS, un programme d'exercices correctifs est ensuite mis au point dans le but de prévenir les blessures musculosquelettiques (Cook et al. 2014).

3. Les scores de l'écran de mouvement fonctionnel (FMS)

-L'écran de mouvement fonctionnel (FMS) teste sept modèles de mouvement différents, en les notant sur une échelle de 0 à 3.

0- Les mouvements ont été douloureux et ont nécessité une référence à un professionnel de la santé.

1- Incapacité d'effectuer ou de compléter un schéma de mouvement fonctionnel.

2- Capacité à exécuter un modèle fonctionnel, mais avec une certaine compensation.

3- Capacité incontestée à exécuter le modèle de mouvement et Le totale des tests est 21.

3.1. Score final

-Le score le plus bas pour le score brut (de chaque côté) est reporté pour donner un score final. Une personne qui marque trois à droite et deux à gauche se voit attribuer une note finale de deux. Le score final est ensuite résumé et utilisé comme score total.

Sur un score total de 21, les scores moyens vont d'environ 13 à 15, selon l'âge et le niveau de condition physique. Un score de 1 sur un écran signifie que le mouvement ne doit pas être entraîné, mais doit être corrigé. Un score de 0 nécessite qu'un professionnel de la santé compétent effectue une évaluation. Une asymétrie telle qu'un score de 1 d'un côté et de 2 de l'autre est le dysfonctionnement du mouvement le plus important à corriger immédiatement et les individus ayant un score de ≤ 14 auraient un risque de blessures fois plus élevé. Il serait donc important de s'assurer de corriger nos déficits si notre score est de 14 ou moins et que l'on participe à une activité à risque de blessure. De plus, la fidélité du FMS a été démontrée comme étant acceptable, ce qui veut dire que l'on peut facilement reproduire les résultats du test chez un participant (bill foran, 2001 p27).

4. Tous les scores des sept tests sont écrits sur un formulaire d'origine de (gray Cook)

FMS



NAME: _____ DATE: _____ DOB: _____

ADDRESS: _____

CITY, STATE, ZIP: _____ PHONE: _____

SCHOOL/AFFILIATION: _____

HEIGHT: _____ WEIGHT: _____ AGE: _____ GENDER: _____

PRIMARY SPORT: _____ PRIMARY POSITION: _____

HAND/LEG DOMINANCE: _____ PREVIOUS TEST SCORE: _____

TEST	RAW SCORE	FINAL SCORE	COMMENTS
DEEP SQUAT			
HURDLE STEP	L		
	R		
INLINE LUNGE	L		
	R		
SHOULDER MOBILITY	L		
	R		
	L		
	SHOULDER CLEARING TEST +/-		
	R +/-		
ACTIVE STRAIGHT-LEG RAISE	L		
	R		
TRUNK STABILITY PUSHUP			
	EXTENSION CLEARING TEST +/-		
ROTARY STABILITY	L		
	R		
	FLEXION CLEARING TEST +/-		
TOTAL SCREEN SCORE			

Raw Score : This score is used to denote right and left side scoring. The right and left sides are scored in five of the seven tests and both are documented in this space.

Final Score : This score is used to denote the overall score for the test. The lowest score for the raw score (each side) is carried over to give a final score for the test. A person who scores a three on the right and a two on the left would receive a final score of two.

Figure 1:formulaire d'écran de mouvement fonctionnel FMS

5. présentation succincte des différents tests du l'écran de mouvement fonctionnel (FMS)

5.1. Deep squat : (Le squat profond)

5.1.1. Définition : est un test qui met au défi la mécanique du corps complet lorsqu'il est effectué correctement. Il est utilisé pour évaluer la mobilité bilatérale, symétrique et fonctionnelle des hanches, des genoux et des chevilles. La cheville suspendue au-dessus de la tête évalue la mobilité bilatérale symétrique des épaules ainsi que de la colonne vertébrale thoracique.

5.1.2. Conseils pour tester

- Le client peut effectuer le mouvement jusqu'à trois fois si nécessaire.
- Si un score de trois n'est pas obtenu, répétez les instructions ci-dessus en utilisant le tableau sous les talons du client.
- Toutes les positions, y compris la position du pied, doivent rester inchangées lorsque les talons sont relevés avec soit le kit FMS, soit un tableau de taille similaire. (Gray Cook 2010.)

5.1.3. Les scores

3 points

-le haut du torse est parallèle au tibia ou à la verticale, le fémur est en dessous de l'horizontal, les genoux sont alignés sur les pieds et la cheville est également alignée sur les pieds. (Marissa JaeBasar 2017, p 51)



Figure 2 : (Deep Squat 3 point).

2 points

La partie supérieure du torse est parallèle au tibia ou à la verticale, le fémur est en dessous de l'horizontale, les genoux au-dessus des pieds, le goujon est également aligné avec les pieds, mais les talons sont relevés sur une planche ”. (Marissa JaeBasar 2017, p51)



Figure 3 : (Deep Squat 2 point).

1 point

(Marissa JaeBasar 2017, Illinois State University page 51)

Le tibia et la partie supérieure du torse ne sont pas parallèles, le fémur n'est pas en dessous de l'horizontale, les genoux ne sont pas alignés sur les pieds ou une flexion lombaire est notée. Les talons sont élevés sur une planche ”.



Figure 4 :(Deep squat 1 point)

0 point

-Une personne reçoit un score de zéro si la douleur est associée à une partie quelconque de ce test. Un professionnel de la santé doit procéder à une évaluation approfondie de la zone douloureuse. (Bill foran-,2001 p28-29)-(Michael P. Reiman, Robert C. Manske 2009 p 91-92).

5.2.Hurdlestep



5.2.1. Définition

Le modèle de passage de haie fait partie intégrante de la locomotion et de l'accélération. Ce mouvement met au défi la mécanique du pas et de la foulée du corps, tout en testant la stabilité et le contrôle dans une posture à la jambe. L'étape d'obstacle nécessite une mobilité bilatérale et une stabilité des hanches, des genoux et des chevilles. Le test met également au défi la stabilité et le contrôle du bassin et du noyau car il offre la possibilité d'observer la symétrie fonctionnelle.

5.2.2. Conseils pour tester

- Assurez-vous que le cordon est correctement aligné.
- Dites au client de se tenir le plus haut possible au début du test.
- Marquez la jambe en mouvement.
- Répétez le test des deux côtés.
- Le client peut effectuer le mouvement jusqu'à trois fois de chaque côté si nécessaire.
- Observez par l'avant et les côtés.
- Assurez-vous que les orteils de la jambe de force restent en contact avec l'obstacle pendant et après chaque répétition.
- Si le client ne peut pas physiquement rapprocher ses pieds, demandez-leur de les rapprocher le plus possible.

Rapprocher autant que possible les orteils touchant le kit de test, puis leur permettre d'effectuer le test à partir de cette position. (Gray Cook 2010.)

5.2.3. Lesscores

3 points

les hanches, les genoux et les chevilles restent alignés dans le plan sagittal. Un mouvement minime ou nul est noté dans la colonne lombaire, et le goujon et la haie restent parallèles.

(Marissa JaeBasar 2017 p 51)



Figure 5 :(Hurdlestep 3 points)

2 points

L'alignement est perdu entre les hanches, les genoux et les chevilles. Le mouvement est noté dans la colonne lombaire, ou la cheville et la haie ne restent pas parallèles.(Marissa JaeBasar 2017, p 51)



Figure 6 :(Hurdlestep 2 points)

1 point

Un athlète doit recevoir la note « 1 » si le contact avec l'obstacle se produit pendant le test ou si une perte d'équilibre est constatée.(Michael P. Reiman, Robert C. Manske 2009, p 93-94) - (Dave Randolph, 2015 p26 – 27)



Figure 7 :(Hurdle step 1 point)

5.3. Inline-Lunge



5.3.1. Définition

Le modèle de (Inline-lunge) le corps dans une position permettant de simuler des contraintes lors de la rotation, de la décélération et des mouvements latéraux. Inline lung (La fente en ligne) place les membres inférieurs dans une scission, tandis que les membres supérieurs suivent un schéma opposé ou réciproque. Cela reproduit un équilibre naturel entre les membres supérieurs et inférieurs qui se complètent, car il exige uniquement la stabilisation de la colonne vertébrale. Ce test met également au défi la mobilité et la stabilité de la hanche, du genou, de la cheville et du pied.

5.3.2. Conseils pour tester

- La jambe avant identifie le côté que vous marquez.
- La cheville reste verticale et en contact avec la tête, le haut du dos et l'os de la queue pendant le mouvement.
- Le talon avant reste en contact avec la planche et le talon arrière touche la planche lors du retour à la position de départ. Surveillez la perte d'équilibre. Pour la fente en ligne, une perte d'équilibre s'éloigne de la planche.
- Restez près du client pour éviter une perte d'équilibre.
- Il est important de se rappeler que si la personne ne prend pas au moins contact avec le conseil.
- Avec le genou quelque part, c'est l'incapacité de terminer le mouvement, c'est un score d'un.
- Le client peut effectuer le mouvement jusqu'à trois fois de chaque côté si nécessaire. (Gray Cook 2010.)

5.3.3. Les scores

3 points

le goujon reste vertical et au contact de la colonne vertébrale, il n'y a pas de mouvement du torse, le goujon et les pieds restent dans le plan sagittal et le genou touche la planche derrière le talon du pied avant.(Marissa JaeBasar 2017, p 51)



Figure 8 : (Inline-Lunge3 points)

2 points

les contacts de cheville ne sont pas maintenus, la cheville ne reste pas verticale, un mouvement est noté dans le torse, la cheville et les pieds ne restent pas dans le plan sagittal, ou le genou ne se touche pas derrière le talon du pied avant.(Bill foran,2001 p 32-33).



Figure 9 : (Inline-Lunge2 points)

1 point

Un score de «1 » est attribué si l'athlète perd l'équilibre. (Michael P. Reiman, Robert C. Manske2009 ; p 95.)



Figure 10 : (Inline-Lunge 1 points)

5.4. Shoulder Mobility



5.4.1. Définition

Le modèle Shoulder Mobility montre le rythme complémentaire naturel de la région scapulo-thoracique, de la colonne vertébrale thoracique et de la cage thoracique lors des mouvements réciproques des épaules des membres supérieurs. Ce modèle observe également l'amplitude des mouvements bilatéraux des épaules, combinant extension, rotation interne et adduction dans une extrémité, ainsi que la flexion, la rotation externe et l'abduction de l'autre.

5.4.2. Conseils de tester

- L'épaule supérieure identifie le côté marqué.
- Répétez les instructions verbales suivantes : "Tiens-toi debout ...". Si par la 3ème tentative ils perdent toujours la position de réglage avec flexion cervicale ou arrondi du Dos, arrêtez le mouvement au point où ils commencent à perdre position. Ensuite, Prenez la mesure.
- Si la mesure de la main est la même que la distance entre deux points, marquez bas.
- Assurez-vous que le client n'essaie pas de marcher les mains l'une vers l'autre après le placement initial.
- Répétez le test et en terminant l'examen des deux côtés.
- Le client peut effectuer le mouvement jusqu'à trois fois de chaque côté si nécessaire

(Frédéric cause 2015).

5.4.3. Les scores :

3 points

-Les poings sont à une longueur de la main



Figure 11 :(ShoulderMobility3 points)

2 points

-Les poings sont dans une main et demi longueurs.



Figure 12 : (ShoulderMobility2 points)

1 point

-Les poings ne sont pas à une main et demie des longueurs.(Bill foran,2001 p 34-35) –

(Michael P. Reiman, Robert C. Manske p 96, 2009).



Figure 13 : (ShoulderMobility1 point)



5.5. ActiveStraight Legraiss

5.5.1.Définition

Le modèle Active Straight Leg raiss identifie non seulement la mobilité active de la hanche fléchie, mais également la stabilité de base du modèle, ainsi que l'extension disponible de la hanche de l'autre hanche. Il ne s'agit pas vraiment d'un test de flexion de la hanche d'un côté, mais bien d'une évaluation de la capacité de séparer les extrémités inférieures en position non chargée. Ce schéma met également au défi la capacité de dissocier les extrémités inférieures tout en maintenant la stabilité dans le bassin et le noyau.

5.5.2. Conseils pour tester :

- Le membre en mouvement identifie le côté marqué.
- Assurez-vous que le membre immobile maintient une position neutre.
- Répétez le test des deux côtés.
- Le client peut effectuer le mouvement jusqu'à trois fois de chaque côté si nécessaire.
- Ne déplacez le bâton que si une référence verticale définitive est nécessaire à la limite de 1 ou 2 à la ligne médiane.
- Leur demander de rapprocher leurs pieds le plus possible. Ensuite, effectuez le test à partir de cette position.
- Les semelles des pieds doivent encore être perpendiculaires au sol.
- La ligne verticale de la malléole réside.(Gray Cook 2010.)

5.5.3. Les scores :

3 points

- Le membre immobile reste en position neutre position.



Figure 14 : (Active Straight Legrais3 points)

2 points

- La ligne verticale de la malléole réside entre -cuisse et -patella.
- Le membre immobile reste en position neutre.



Figure 15 : (Active Straight Legrais2 points)

1 point

- La ligne verticale de la malléole réside dessous de la rotule.
- Le membre immobile reste en position neutre position.(Bill foran-,2001 p 36-37.) - (Dave Randolph 2015 pages 29).



Figure 16 :(Active Straight Legrais1 points)



5.6.TrunkStabiliyPush Up

5.6.1.Définition

Le modèle (Trunk Stabiliy Push Up)est utilisé comme observation de base de la stabilisation du noyau réflexe et ne constitue pas un test ou une mesure de la force du haut du corps. Le but est d'initier le mouvement avec les extrémités supérieures dans un mouvement de poussée vers le haut sans permettre de mouvement dans la colonne vertébrale ou les hanches. Le mouvement teste l'aptitude à stabiliser la colonne vertébrale dans le plan sagittal au cours de la chaîne cinétique fermée, mouvement symétrique du haut du corps.

5.6.2. Conseils pour tester

- Le client doit soulever le corps comme une unité.
- Pour identifier "la largeur des épaules" pour la position de la main, alignez la toile du pouce avec le pli de l'aisselle. Cela placera les mains à la position "devrait-largeur" des individus.
- Assurez-vous que la cliente commence avec les bras au-dessus de la tête puis traîne les mains à la largeur des épaules en dehors de la position de départ. Il peut être nécessaire de leur donner un signal tactile pour ajuster leur main à la position correcte.
- A chaque tentative, assurez-vous que le client maintient la position des mains et que les mains ne glissent pas le client se prépare à pousser.
- Assurez-vous que la poitrine et l'estomac se détachent simultanément du sol.
- Le client peut effectuer le mouvement jusqu'à trois fois si nécessaire. (Frédéric cause 2015).

5.6.3. Les scores :

3 points

- Les hommes effectuent une répétition avec les pouces alignés avec le haut du front
- Les femmes répètent avec les pouces alignés avec le menton
- Le corps se lève comme une unité sans décalage dans la colonne vertébrale.(Marissa JaeBasar 2017, p 52)



Figure 17: (Trunk Stability Push up 3 points)

2 points

- Les hommes effectuent une répétition avec les pouces alignés avec le menton.
- Les femmes répètent avec les pouces alignés avec la clavicule.
- Le corps se lève comme une unité sans décalage dans la colonne vertébrale (MarissaJaeBasar2017, p52).



Figure 18 :(Trunk Stability Push Up 2 points)

1 point

- Les hommes sont incapables de répéter avec les pouces alignés avec le menton
- Les femmes sont incapables de faire une répétition avec les pouces alignés avec la clavicule des longueurs. (Bill foran, 2001 pages 38-39) – (Dave Randolph, 2015 p 30.)



Figure 19: (Trunk Stability Push up 1 point)



5.7. Rotary Stability

5.7.1. Définition

ce modèle est complexe et nécessite une coordination neuromusculaire appropriée et un transfert d'énergie à travers le torse. Ce modèle observe la stabilité du bassin, du noyau et de la ceinture scapulaire sur plusieurs plans lors d'un mouvement combiné des membres supérieurs et inférieurs. Le mouvement démontre une stabilisation des réflexes et un transfert de poids dans le plan transversal, et représente les efforts coordonnés de mobilité et de stabilité observés dans les modèles d'escalade fondamentaux.

5.7.2. Conseils pour tester

- Demander au client de tenter unilatéralement une tentative et, s'ils ne sont pas en mesure de satisfaire aux critères de Score de 3, puis demandez-leur d'essayer le motif en diagonale pour le score de 2 du même côté avant passer sur le côté opposé.
- Le membre mobile supérieur indique le côté testé.
- Assurez-vous que les membres unilatéraux restent sur le tableau pour obtenir un score de trois.
- Le genou et le coude en diagonale doivent se rencontrer par-dessus le plateau pour obtenir un score de deux.
- Assurez-vous que les hanches et les épaules sont perpendiculaires au début.
- Répéter le test des deux côtés. (Gray Cook 2010.)

5.7.3. Les scores :

3 points

- Effectue une répétition unilatérale correcte.

- Les membres unilatéraux restent sur le plateau
- Sans toucher le sol, touchez le coude du même côté au genou du même côté. (Marissa JaeBasar 2017p 52)



Figure 20 :(Rotary Stability3 points)

2 points

- Effectue une répétition diagonale correcte
- Le genou et le coude en diagonale
- Sans toucher le sol, touchez le coude et genou opposés sur la planche.(Marissa JaeBasar 2017, p 52)



Figure 21 : (Rotary Stability2 points)

1 point

- Inaptitude à effectuer une répétition diagonale. (Bille foran, 2001 pages 40-41)
- (Randolph, 2015 pages 30 – 31).



Figure 22 : (Rotary Stability2 points)

CHAPITRE II

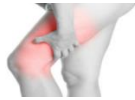
Les blessures sportives

1. Les blessures sportives

1.1 Introduction : La blessure sportive inclurait toutes concussions, blessures aux nerfs et aux yeux et exclurait les maladies et diverses infections (Pargman, 1993 ; Flint, 1998).

2. Les différents types de blessures

2.1. Les Blessures musculaires



Figures 23 : Crampe musculaire

2.1.1. La crampe musculaire

-C'est une contraction douloureuse, involontaire et passagère d'un ou de plusieurs muscles. Elle peut survenir au repos ou à l'effort. Les crampes qui surviennent dans la pratique d'un sport ont une origine complexe. (Rechik et al, 2007).

2.1.1.1. Les types de crampes musculaires

- Les crampes à l'effort.
- Les crampes survenant au repos.

2.1.1.2. Les causes de crampes musculaires

- Plusieurs causes sont évoquées pour expliquer l'apparition des crampes :
- La réalisation d'un effort inhabituel trop intense, trop prolongé, dans des conditions de pratique inhabituelle surtout s'il fait chaud.
- Une mauvaise alimentation et surtout hydratation qui conduit à l'épuisement du glycogène musculaire.
- Accumulation d'acide dans le muscle.
- Déficit en potassium, calcium, sodium ou même en magnésium.
- Une fatigue musculaire passagère après un épisode viral ou infectieux.

-Des chaussures trop serrées, un équipement inadapté, un stress inhabituel. (Bacquaert, 2014).

2.2. Contracture musculaire



Figures 24 :Muscle contracté

- une contraction musculaire involontaire d'un certain nombre de fibres musculaires d'un muscle ou d'un groupe de muscles. Elle se différencie de la crampe par une durée beaucoup plus longue. Souvent douloureuse, elle est en général non associée à une lésion de la fibre musculaire.

2.2.1. Les types de contracture musculaire

-Celles dues à la sur utilisation à la limite de l'épuisement d'un muscle, et celles dues à la réaction de défense (après un coup type « béquille ») dans ce cas une bonne prise en charge initiale en limite les conséquences. (Patrick Bacquaert 2018).

2.2.2. Les causes de contracture musculaires

-Une contracture musculaire peut avoir différentes causes :

-La contracture peut provenir d'une contraction réflexe qui vise à protéger le muscle à la suite d'un étirement important ;

-Deuxième origine possible : une fatigue importante du muscle entraînant des désordres de certaines molécules au niveau cellulaire telles que le calcium, le potassium, le magnésium.

2.3. Déchirure musculaire

-Les muscles mobilisés lors d'un effort physique sont appelés « muscles striés squelettiques » et sont composés de « cellules allongées » ou fibres musculaires.

2.3.1. Les différents types de déchirure musculaire

2.3.1.1. L'élongation : correspond à un étirement du muscle avec déchirure de quelques fibres, sans saignement (grade I).

2.3.1.2. Le claquage : musculaire (ou "déchirure incomplète") représente une déchirure plus importante des fibres (grade II, avec saignement et constitution d'un hématome).

2.3.1.3. La rupture musculo-tendineuse : complète se caractérise par une déchirure du muscle et de son tendon (grade III avec saignement et hématome).



Figure 25 :Elongation ; Déchirure ; Rupture

2.3.2. Les Causes de déchirure musculaires

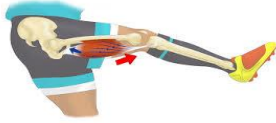
-Les sportifs sont souvent sujets à des traumatismes musculaires tels que les déchirures musculaires.

-Les lésions qui en résultent sont dues à un effort physique important ou un mouvement brutal. Lorsqu'il s'agit d'une déchirure partielle ou claquage, on parle de lésion de grade 2 et de grade 1 pour une simple élongation musculaire.

En cas de déchirure complète du muscle et de son tendon, on parle alors de lésion de grade 3.

2.4. Le claquage musculaire

-Le claquage est une lésion musculaire consécutive à la rupture d'un nombre plus ou moins important de fibres musculaires (des cellules capables de contraction contenues dans les muscles) (Y. Carillon, 2007).



Figures 26 Claquage musculaire

2.4.1. Les causes de claquage musculaire

- Un échauffement inexistant ou inadéquat
- Un effort inhabituel ou excessif
- Un état de fatigue
- Un manque de souplesse (diminution des amplitudes articulaires)
- Des antécédents de déchirure musculaire (2,7 fois plus de risque)
- Des lésions articulaires sous-jacentes (2 à 3 fois plus de risque)
- 20 % des lésions surviendraient durant les matchs contre 31 % durant les entraînements sportifs.

2.5. L'élongation

-L'élongation c'est l'allongement traumatique du muscle. L'élongation survient durant une sollicitation excessive à la limite de l'étirement du muscle ou à la suite d'une contraction trop forte du muscle (dépassement de la capacité d'élasticité). (Rechik et al. 2007).

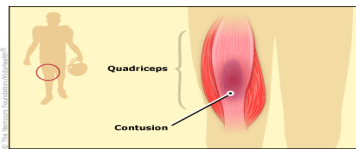
2.5.1. Les causes de l'élongation musculaire

-L'élongation survient lorsque le muscle s'est étiré au-delà de ses capacités. Elle se produit au cours d'un effort physique : au début, à la fin, ou pendant l'exercice. Mouvements brusques, déséquilibre, effort prolongé, fatigue, manque d'échauffement ou d'hydratation, matériel ou entraînement inadéquats peuvent causer une élongation. Les

sportifs, amateurs ou de haut niveau, sont les personnes les plus sujettes à l'élongation musculaire

2.6. La contusion musculaire

-La contusion musculaire (aussi appelée Charley horse lorsqu'elle survient dans les Jambes) Elle est la conséquence d'un coup reçu sur un muscle en phase de contraction. Elle se manifeste par une douleur musculaire localisée au point d'impact, de l'enflure et une ecchymose (épanchement de sang sous la peau consécutif à une rupture des vaisseaux), qui sont d'autant plus importantes et profondes que le choc est fort. (Rechik et al., 2007).



Figures 27 : Contusion musculaire

2.6.1. Les types de contusion musculaires

Selon leur prise en charge on distingue 2 stades de gravité :

2.6.1.1. La contusion simple

-La force est conservée, la gêne fonctionnelle est modérée, les amplitudes articulaires du segment asservi sont peu limitées. Il n'y a pas d'augmentation de volume du muscle atteint.

2.6.1.2. La contusion grave la perte de force est nette. Elle s'accompagne d'une impotence fonctionnelle et d'une réduction d'au moins 50/100 des amplitudes sollicitant le segment blessé. Une augmentation de volume localisée puis une ecchymose secondaire sont fréquemment retrouvées. (Rochcongar et al. 2009).

2.6.1.3. Les causes de contusions musculaires

-Les contusions musculaires sont dues à des chocs directs ou des coups (« béquille »), très fréquents dans les sports de contact.

-Le coup provoque des lésions des fibres musculaires du muscle sous-jacent à la région blessée. Ces lésions des fibres musculaires peuvent s'associer à des lésions des tendons, des vaisseaux sanguins et des terminaisons nerveuses.

-Dans les sports de combat ou les sports collectifs, les coups sur l'os du tibia ne sont pas rares. La douleur est due à la lésion de la membrane qui entoure l'os du tibia sous la peau (« périoste ») et à la formation d'un hématome entre cette membrane et l'os.

2.7. Les hématomes

-Les hématomes sont fréquents à la suite d'un choc, en particulier les hématomes cutanés et les hématomes musculaires. Un hématome est un épanchement de sang dans les tissus superficiels ou profonds (peau, organe, muscle) consécutif à la rupture d'un ou de plusieurs vaisseaux sanguins. Les hématomes cutanés sont les plus fréquents : ils se signalent par un gonflement douloureux et une couleur bleutée. Quand l'hématome touche un ongle, on parle d'hématome sous-unguéal. L'hématome peut survenir sur un muscle. (Dr Jésus Cardenas, 2013).

2.7.1. Les type d'hématomes

2.7.1.1. D'hématomes musculaires un claquage -qui peut entraîner un saignement ce qui signe une lésion musculaire importante- ou un choc direct dans le muscle, souvent appelé "béquille" par les sportifs, et qui peut entraîner le même type de lésion", indique le Dr Jean-Marie Coudreuse, responsable de l'unité de médecine du sport pôle de médecine physique et de réadaptation, médecine du sport à l'hôpital Salvator (Marseille).

2.7.1.2. D'hématomes intracrâniens c'est le plus grave, ils touchent les tissus profonds : (hématome sous-dural aigu, hématome extradural, hématome intracérébral, hématome

sous-dural chronique), ou les hématomes rétro-placentaires (hémorragies survenant pendant la grossesse entre le placenta et l'utérus).

1.3-Les blessures tendineuses et ligamentaires



Figures 28 :tendon d'Achille

-La tendinite est une inflammation des tendons, due au surmenage où a des Microtraumatismes. Quelques-unes des fibres qui constituent le tendon se rompent et sont le siège d'une réaction inflammatoire, atteignant la gaine synoviale entourant le tendon (téno-synovite). Les tendinites surviennent surtout chez les sportifs et dans les professions qu'exigent de faire des gestes répétitifs.

1.3.1-Causes de la tendinite

-Plusieurs éléments peuvent être à l'origine d'une tendinopathie ou d'une tendinite. Le plus souvent, la douleur s'installe progressivement en raison de la répétition d'un mouvement ou de la sollicitation excessive du tendon. (Allard, 2012).

1.3.2. Les blessures ligamentaires

-Les blessures ligamentaires sont assez fréquentes, en particulier chez les athlètes. Elles surviennent le plus souvent au niveau de la cheville, du pied, de l'épaule et du genou.

1.3.2.1. Les type de ligaments

1.3.2.1.1. Le ligament collatéral médial

-Est l'un des ligaments situés du côté de l'articulation du genou. Il court entre le fémur et le tibia à l'intérieur du genou. Il aide à protéger et à stabiliser l'articulation du genou contre

toutes les forces exercées sur le côté de la jambe. Cela aide à limiter le mouvement du genou d'un côté à l'autre.

1.3.2.1.2. Le ligament collatéral latéral

-Est l'autre ligament principal situé de l'autre côté de l'articulation du genou. Il se situe entre le fémur et le péroné à l'extérieur du genou. Il aide à protéger et à stabiliser l'articulation du genou contre toutes les forces exercées sur le côté de la jambe

1.3.2.1.3. Le ligament croisé antérieur

Est l'un des ligaments à l'intérieur de l'articulation du genou. Il relie diagonalement l'avant (antérieur) du tibia à l'arrière (postérieur) du fémur. Ce ligament aide à stabiliser l'articulation du genou en contrôlant les mouvements du genou en avant et en arrière. Il empêche le tibia de se déplacer en avant devant le fémur.

1.3.2.1.4. Le ligament croisé postérieur

Est l'autre ligament à l'intérieur de l'articulation du genou. Il traverse également le genou en diagonale, reliant le dos (postérieur) du tibia à l'avant (antérieur) du fémur. L'ACL et le PCL se croisent à l'intérieur de l'articulation du genou et certaines personnes les appellent les ligaments croisés (crucifié signifie en forme de croix). (Bachmann LM, Kolb E, Koller MT, et al ; 2003 p417).



Figures 29 : types des gaments de genoux

1.4-Les blessures osseuses

1.4.1-La luxation

-Les articulations sont des liaisons entre deux ou plusieurs os, qui permettent des mouvements contrôlés. Lorsque les composants osseux ont perdu leur contact anatomique correct, il s'est produit un déboîtement, une luxation.



Figure 30: Luxation de l'épaule

1.4.1.1-Les Causes de luxation

-Les mouvements articulaires sont contrôlés par :

-La formation adéquate osseuse de l'articulation. Exemple : une tête fémorale doit s'articuler en coïncidant dans la cavité articulaire de la hanche, c'est pourquoi la cavité articulaire doit être modelée pour cet emboîtement.

-Les ligaments articulaires comme éléments passifs. Lors d'une déchirure ligamentaire, la stabilité peut être perdue et les os faisant partie de l'articulation perdent leur contact correct.

1.4.1.2-Types de luxation ou subluxation en rapport avec leurs causes

1.4.1.2.1-Luxation traumatique



Figures 31 :luxation traumatique de l'épaule

Dans la plupart des cas un choc ou une chute entraîne pour les os concernés des mouvements de rotation et d'étirement combinés, menant à l'élongation ou au

fléchissement. La liaison articulaire „cède“ et les surfaces articulaires perdent leur contact. Parfois les surfaces osseuses faisant partie de l'articulation présentent des fractures, il s'agit alors d'une fracture-luxation. Les blessures concomitantes des luxations traumatiques sont les pincements de nerfs, de vaisseaux sanguins et de ligaments.

1.4.1.2.2-Luxation congénitale

Luxation de la hanche



Figures 32 : luxation de la hanche

La plupart du temps une ou les deux articulations de la hanche sont concernées. La face articulaire est insuffisamment formée.

1.4.1.2.3-Luxation pathologique

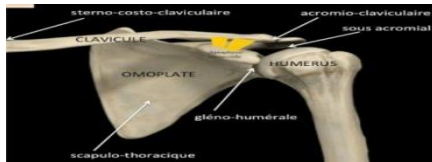


Figure 33:luxation pathologique

A cause de déformations maladiques et de la destruction de parties articulaires, en premier lieu par l'arthrose, les composants osseux d'une articulation ne s'adaptent plus l'un à l'autre, il s'ensuit des déplacements, conduisant à une subluxation.

1.4.1.2.4-Luxation spontanée et répétitive

Les déboîtements spontanés qui surviennent sans événement extérieur, „par eux-mêmes“, lors du travail quotidien sont particulièrement connus à l'épaule et à la rotule. Les causes sont dues à des transformations articulaires suite à une prédisposition ; elles peuvent être congénitales (ligaments distendus, surfaces articulaires trop plates) ou dues à de

précédentes luxations avec „relâchement“ des ligaments. La luxation qui se répète spontanément est décrite comme luxation habituelle. (Dr Ute Hopp, PD Dr Jürg Baltensweiler2018).

1.4.2-La fracture



Figure 34: types des fractures

-Une fracture est une cassure qui survient sur un os ou du cartilage dur, le plus souvent à la suite d'un traumatisme direct ou indirect (choc, chute, torsion.)

1.4.3. -Les types de fractures

1.4.3.1-Les fractures simples : l'os se brise à la suite d'un choc.

1.4.3.2-Les fractures spontanées : l'os se brise à cause d'une extrême fragilité due à une autre affection (par exemple, l'ostéoporose.)

1.4.3.3-Les fractures ouvertes : l'os brisé traverse la peau et est apparent.

1.4.3.4-Les fractures de fatigue : l'os se brise après de petits chocs qui se répètent sur une longue durée.

1.4.3.6-Les fractures en « bois vert » : présentes chez les jeunes enfants. On appelle ainsi des fractures qui touchent tout l'os, mais dont l'une des surfaces reste intacte (comme un roseauplié.)

CHAPITRE III

(Généralité sur MATLAB)

MATLAB

(« *Matrix laboratory* ») est un langage de script émulé par un environnement de développement du même nom ; il est utilisé à des fins de calcul numérique. Développé par la société The MathWorks, MATLAB permet de manipuler des matrices, d'afficher des courbes et des données, de mettre en œuvre des algorithmes, de créer des interfaces utilisateurs, et peut s'interfacer avec d'autres langages comme le C, C++, Java, et Fortran. Les utilisateurs de MATLAB (environ 2 millions en 2019) sont de milieux très différents comme l'ingénierie, les sciences et l'économie dans un contexte aussi bien industriel que pour la recherche. Matlab peut s'utiliser seul ou bien avec des *toolboxes* (« boîte à outils »).

Histoire

Le langage MATLAB a été conçu par CleveMoler à la fin des années 1970 à partir des bibliothèques Fortran, LINPACK et EISPACK. Alors professeur de mathématiques à l'université du Nouveau-Mexique, il souhaitait permettre à ses étudiants de pouvoir utiliser ces deux bibliothèques sans connaître le Fortran. CleveMoler l'utilisa ensuite pour des cours donnés à l'université Stanford où il reçut un accueil mitigé de la part des étudiants en mathématiques (habitués au Fortran). Par contre, les étudiants en technologie, en particulier en traitement du signal, furent beaucoup plus intéressés. Un ingénieur, Jack Little en comprend rapidement les capacités et entreprend avec un collègue, Steve Bangert, de le recoder en langage C. Jack Little, CleveMoler et Steve Bangert créèrent la société The MathWorks en 1984 afin de commercialiser la version 1.0 de MATLAB.

MATLAB a ensuite évolué, en intégrant par exemple la bibliothèque LAPACK en 2000, en se dotant de nombreuses boîtes à outils (Toolbox) et en incluant les possibilités données par d'autres langages de programmation comme C++ ou Java.

Au démarrage de MATLAB sur un PC, l'interface se présente comme suit :

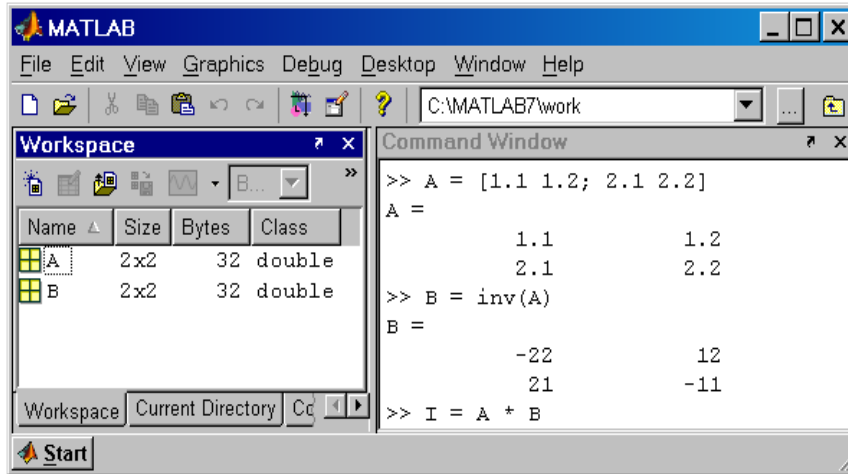


Figure 35 :fenêtre principale de MATALB (version 7.0)

La fenêtre principale de MATLAB contient deux fenêtres secondaires pouvant être déplacées ou fermées. A droite la fenêtre des commandes permet à la fois d'afficher les résultats et d'introduire les commandes ligne par ligne. Le symbole (>>) indique l'attente d'une commande. A gauche, sont imbriquées en volets les fenêtres Workspace, Current Directory et parfois Command History.

- Workspace permet d'afficher les variables utilisées avec leurs tailles.
- Current Directory affiche le chemin d'accès ou le répertoire en cours avec tous les fichiers et les sous répertoires.
- Command History affiche les commandes ayant été saisies.

Les déclarations et les commandes peuvent aussi être introduites sous forme d'un *script* dans un fichier texte d'extension ".m". MATLAB est équipé d'un éditeur de texte permettant de saisir les fichiers script. La commande `edit prog1` ouvre l'éditeur et charge le fichier `prog1.m` s'il existe, sinon l'éditeur s'ouvre sur un fichier vide. La figure suivante montre l'éditeur de MATALB ouvert sur le fichier `prog1.m` en cours de création.

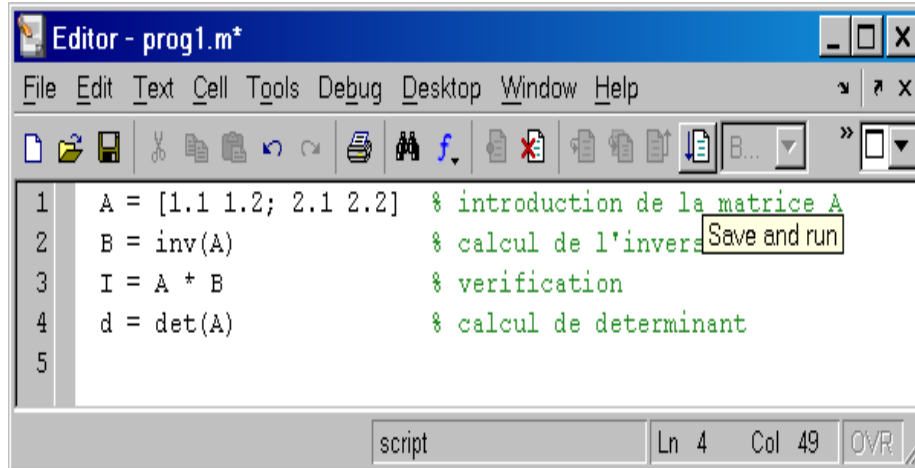


Figure 36 : Editeur de MATLAB

L'exécution du script (les commandes une après une) se fait à l'aide du bouton Save and Run (sélectionné dans la figure) ou avec le menu debug/Save and Run ou bien, simplement, en appuyant sur la touche fonction F5. Les résultats sont affichés dans la fenêtre des commandes.

Syntaxe

Le logiciel MATLAB est construit autour du langage MATLAB. Une interface en ligne de commande, qui est un des éléments du bureau MATLAB, permet d'exécuter des commandes simples. Des séquences de commandes peuvent être sauvegardées dans un fichier texte, typiquement avec l'éditeur MATLAB, sous la forme d'un « script » ou encapsulées dans une fonction

Variables

Les variables sont définies avec l'opérateur d'affectation =. MATLAB est un langage à typage faible (dans le sens où les conversions de type sont implicites)⁹. Les variables ne sont pas déclarées avec leur type, sauf pour les objets symboliques¹⁰. Par exemple :

```
>> x = 17
```

```
x =
```

```
17
```

```
>> x = 'hat'
```

```
x =
```

```
hat
```

Vecteurs/Matrices

Comme son nom l'indique, l'intérêt de MATLAB est de pouvoir manipuler facilement des tableaux à une dimension (« vecteur » dans le vocabulaire MATLAB) ou deux dimensions (« matrices ») ou plus. Par défaut, toutes les variables sont des tableaux, MATLAB permet de faire de la programmation matricielle (en). En pratique, les tableaux sont définis de la manière suivante :

```
>> A = [3*4, pi/2]
```

```
A =
```

```
12.0000 1.5708
```

```
>> B = 3*sin(A)
```

```
B =
```

```
-1.6097 3.0000
```

```
>> C = 1:2:9
```

```
C =
```

```
1 3 5 7 9
```

```
>> D = [16 3 2 13; 5 10 11 8; 9 6 7 12; 4 15 14 1]
```

```
D =
```

```
16 3 2 13
```

```
5 10 11 8
```

```
9 6 7 12
```

```
4 15 14 1
```

```
>> D(2,3)
```

```
ans =
```

```
11
```

Lorsqu'on définit la variable nommée C (ou affecte une nouvelle valeur à cette variable si celle-ci existe déjà), on crée un tableau contenant les nombres 1, 3, 5, 7 et 9. soit un tableau débutant par 1 (valeur initiale), incrémenté à chaque valeur par 2 (l'incrément), et s'arrête avec la valeur (ou après avoir dépassé) 9 (valeur finale). La variable D est une matrice.

L'indexation des tableaux commence à 111, ce qui est la convention utilisée pour les matrices en mathématiques et par le langage Fortran, mais qui est contraire à certains langages de programmation où l'indexation commence à 0 (par exemple C ou Python).

La plupart des fonctions MATLAB acceptent les matrices et s'appliquent à chacun de ses éléments. Par exemple, `mod(2*J,n)` multiplie chaque élément de « J » par 2, puis divise chaque élément modulo « n ». Par ailleurs s'il est possible d'utiliser des boucles « For » ou « while » ; il est possible de se servir des notations vectorielles pour les remplacer. Par exemple, le code suivant, crée un carré magique de dimension n pour, n impair12.

```
[J,I] = meshgrid(1:n);
```

```
A = mod(I+J-(n+3)/2,n);
```

```
B = mod(I+2*J-2,n);
```

```
M = n*A + B + 1;
```

Le graphisme

MATLAB permet de réaliser avec beaucoup de facilités aussi bien les tracés de courbes planes (2D) et des courbes tridimensionnelles (3D) que la représentation des surfaces et des

fonctions à deux variables. Il existe plusieurs fonctions MATLAB dédiées à la création et à la manipulation d'objets graphiques,

la section Contents/MATLAB/Graphics de l'aide fournit beaucoup de détails sur ces fonctions et les démonstrations de demo/MATLAB/Graphics montrent comment les utiliser. Pour lancer les démonstrations on peut taper demo en ligne de commandes et chercher la section Graphics ou bien lancer directement les sections qui nous intéressent comme par exemples :

```
>>playshow graf2d tracés à 2 variables XY
```

```
>>playshow graf2d2 tracés à 3 variables XYZ
```

```
>>playshowcplxdemo tracés de fonctions complexes
```

```
>>graf3d propriétés des surfaces
```

```
>>hdlgraf propriétés des courbes
```

```
>>hdlaxis propriétés des axes
```

```
>>vibes animation des vibrations
```

Il existe plusieurs autres démonstrations, nous nous limiterons à celles-ci et nous ne

Pouvons que constater la puissance graphique de MATLAB.

Outils et modules associés

MATLAB est complété par de multiples boîtes à outils¹³. Parmi les plus utilisés, on trouve :

Communications Toolbox

Control System Toolbox

Simscape

Image Processing Toolbox¹⁴

MATLAB Compiler

Deep Learning Toolbox

OptimizationToolbox

ParallelComputingtoolbox

Real-Time Workshop, renommé commercialement SimulinkCoder15

Robust Control Toolbox

Signal ProcessingToolbox

Excel Link

Simulink

Statistics and Machine Learning Toolbox

System Identification Toolbox

Predictive Maintenance Toolbox

Stateflow

**PARTIE PRATIQUE
METHODOLOGIE DE LA
RECHERCHE**

1. Méthodologie de la recherche

La méthode de recherche suivie dans cette étude est la méthode expérimentale. Cette méthode est l'une des meilleures méthodes de recherches scientifiques qui représente un moyen très fiable de répondre aux problématiques.

Ainsi elle correspond le mieux à la nature de cette recherche qui nécessite une intervention d'une conception d'un programme informatique qui a pour but d'évaluer une situation des mouvements de (FMS) le deep squat (Squat profond) (Frost, Beach, Callaghan, & McGill, 2012) afin de prédire les risques de blessures.

2. Domain de la recherche

Notre travail initial correspond à l'intégration des nouvelles technologies en sport et spécialement dans le domaine d'évaluation des athlètes à l'aide des programmes informatiques.

3. Les outils, les moyens utilisés dans cette recherche

3.1. Les moyens utilisés pour la collecte des informations

Etudes similaires

Le Functional movement screen Test (Li, Wang, Chen, & Dai, 2015)

4. Les outils et les appareils utilisés

Pc portable modèle (HP. I3)

Des logiciels de programmation (langage : Matlab version).

Un écran d'affichage blanc (120/120cm)

Caméra vidéo Nikon 3020.

Logiciel MATLAB v.14

5. Procédure de la conception de l'application

5.1. L'interface de l'application

5.2. Prototypage et évaluation

-Chaque cycle, la première phase de l'UCD est la conception d'un prototype. Ce travail peut reprendre les prototypes définis dans les précédentes interactions-on parle alors de raffinement. La phase de prototypage se décompose en 3 étapes intermédiaires : l'analyse et la spécification des besoins utilisateurs, la conception et l'implémentation de la solution et enfin l'évaluation de l'interface produite. Nous décrivons, dans cette section, un ensemble de méthodes couramment employées pour réaliser ces trois objectifs. Cette présentation n'est pas exhaustive, elle illustre les techniques les plus employées dans le domaine de l'Ambiant. Le lecteur pourra se référer à (Kolski, 1995) pour une présentation plus détaillée de ces techniques.

6. Protocol de Programmation avec MATLAB

Afin de bien examiner les mouvements du candidat et dans le but de ne pas le sanctionner, l'idée est de créer une application qui permet de bien noter le candidat à partir de quelques clichés prises selon différents formats (face et profil) et cela sans la présence de plusieurs membres de Jury.

L'application, créée en utilisant le logiciel Matlab, considère l'image acquise comme étant un tableau de plusieurs lignes et colonnes. L'intersection de chaque ligne et colonne forme un pixel. Ainsi, l'analyse se fait uniquement sur les différents pixels clés.

Toutefois, pour simplifier la tâche au programmeur la couleur noire couvre les parties essentielles tels que les bords de la barre, les pieds, le côté profil du torse et du tibia,

L'application inclut des commandes du logiciel Matlab, quelques outils mathématiques et de traitement d'image et aussi l'application réalisée prend en considération les effets indésirables, comme par exemple la qualité de l'appareil photo, la numérisation de l'image, dans ce sens une certaine tolérance est permise.

Une première expérience a été réalisée sur des prototypes du mouvement du deep squat. La figure 37, montre que si les pieds sont posés par terre (coté profil), la barre est parallèle au sol (côté face) et le torse est parallèle au tibia (coté profil) le score de 3 est attribué au candidat.

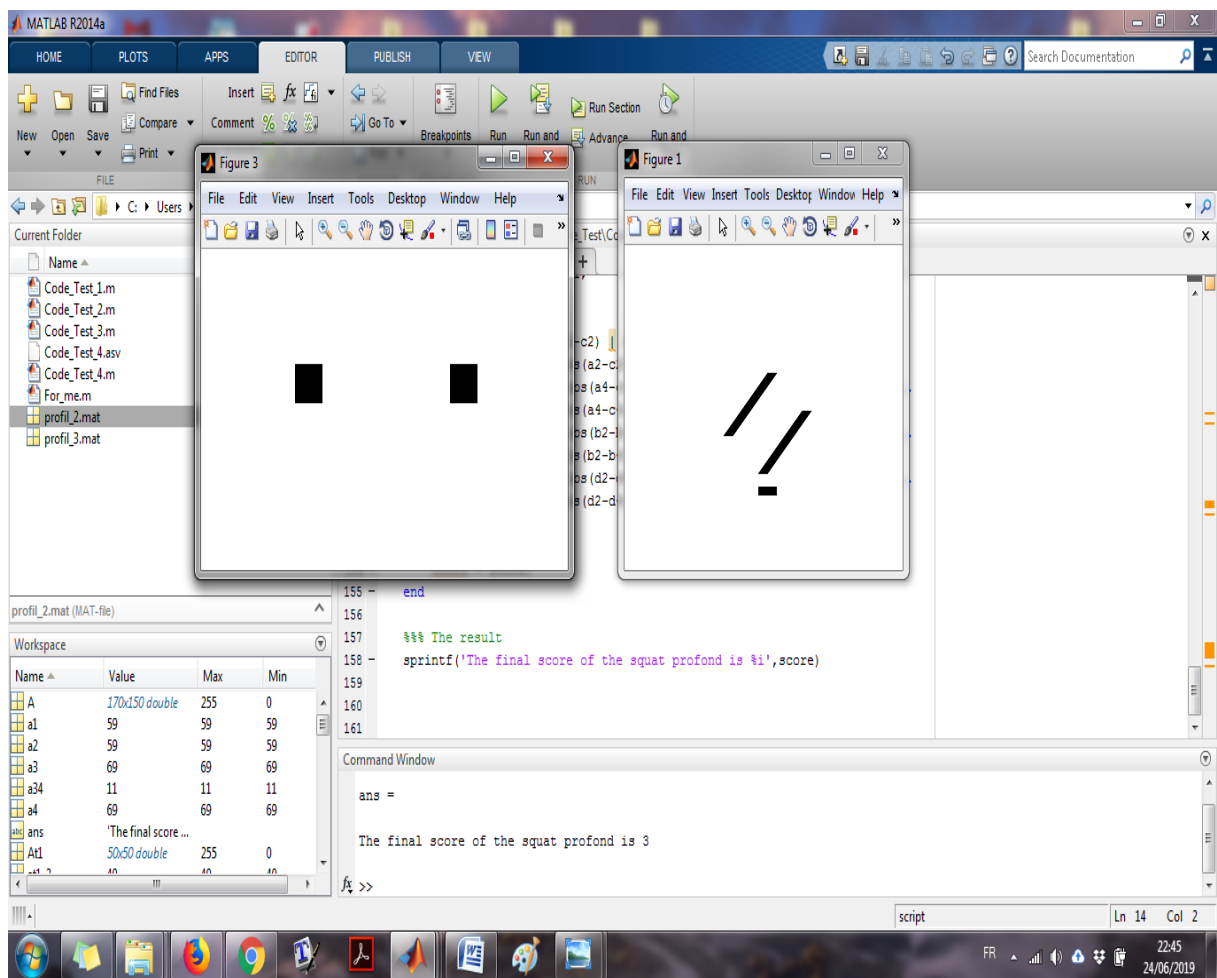


Figure 37 : Score 3 sur l'interface de MATLAB

La position tibia parallèle au torse est réalisable sur une image prototype cependant pour des raisons pratiques sur des images réelles, nous testerons la fiabilité de la position via un autre moyen. Ce nouveau test lequel est la position de la barre par rapport à la cheville est équivalent à la position du torse parallèle du tibia.

Sur des images prototypes, le résultat est :

Score 3

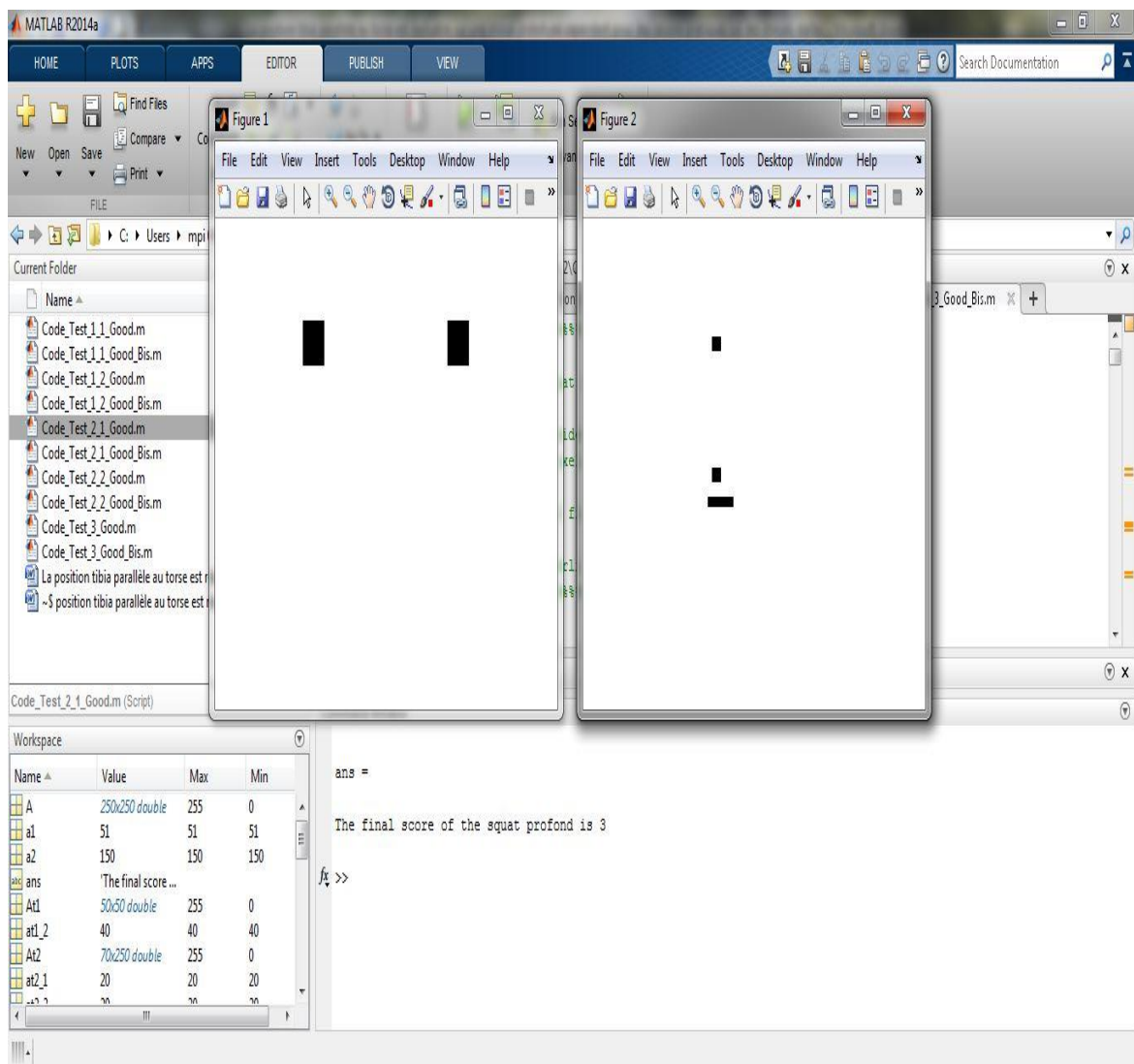


Figure 38 : Score 3 sur l'interface de MATLAB

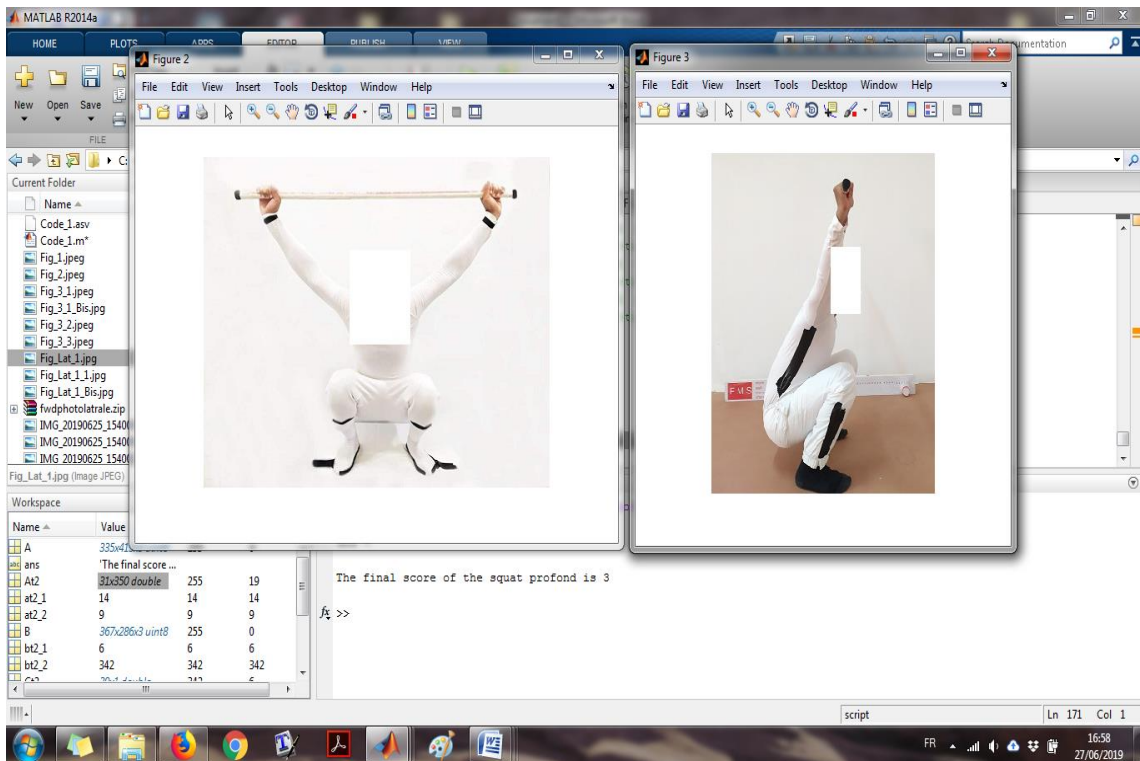


Figure 39 : Score 3 sur une photo réelle sur l'interface de MATLAB

Score 02

Par contre, si le candidat n'arrive pas à réaliser ce mouvement, le Jury lui rajoute une barre au sol laquelle lui permet une position d'équilibre. Dans ce cas, le score de 2 lui sera attribué sachant que la barre doit être parallèle au sol (côté face) et le torse parallèle au tibia (coté profil) figure 40 et 41.



Figure 40 : Score 2 photo réel de (deep squat) avec compensation de la Barr de FMS.

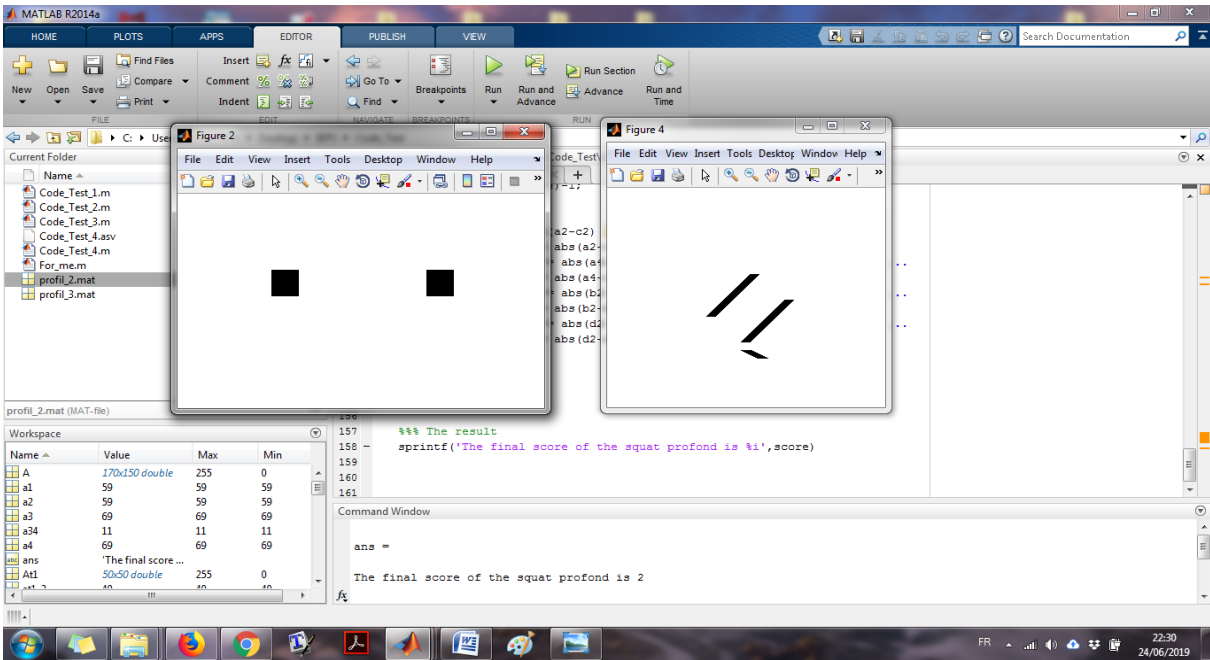


Figure 41 : Score 2 sur interface de matlab

Score 2 – 1^{er} cas

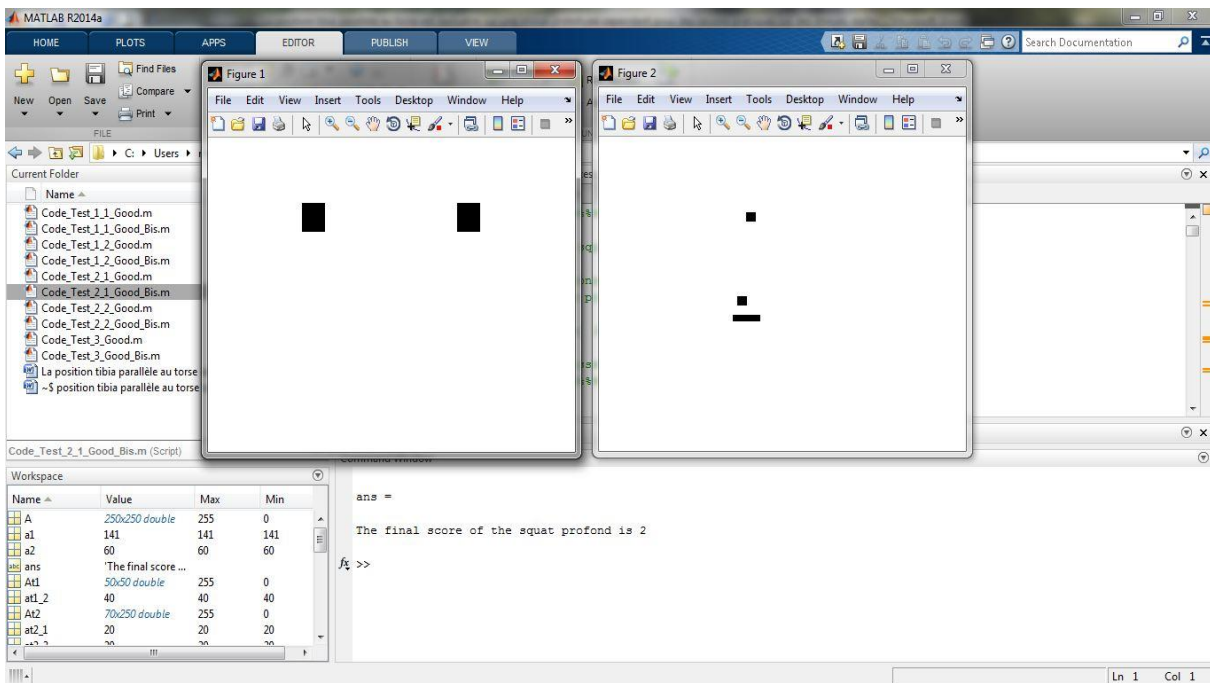
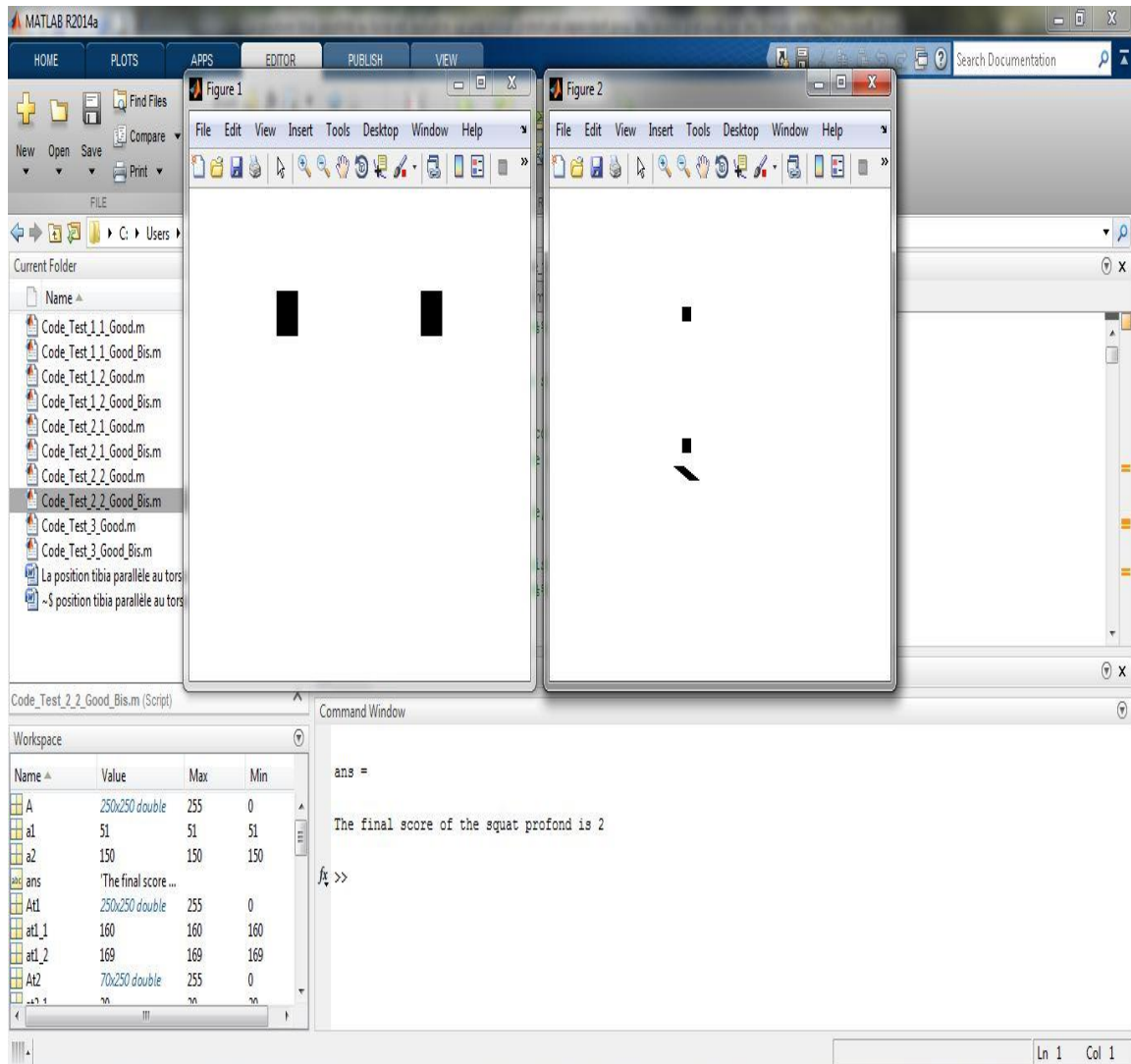


Figure 42 : Score 2 cas1 sur interface de matlab

Score 2 – 2^{eme} cas**Figure 43 : Score 2 cas2 surl'interface de MATLAB**

En dernier, en maintenant la barre au sol, autrement dit les pieds soulevés du sol, et soit en gardant la barre parallèle au sol (côté face) ou bien le torse parallèle au tibia (coté profil), le score de 1 sera attribué au candidat comme le montre les deux cas figures 44 et 45.

Score 1 – 1^{er} cas

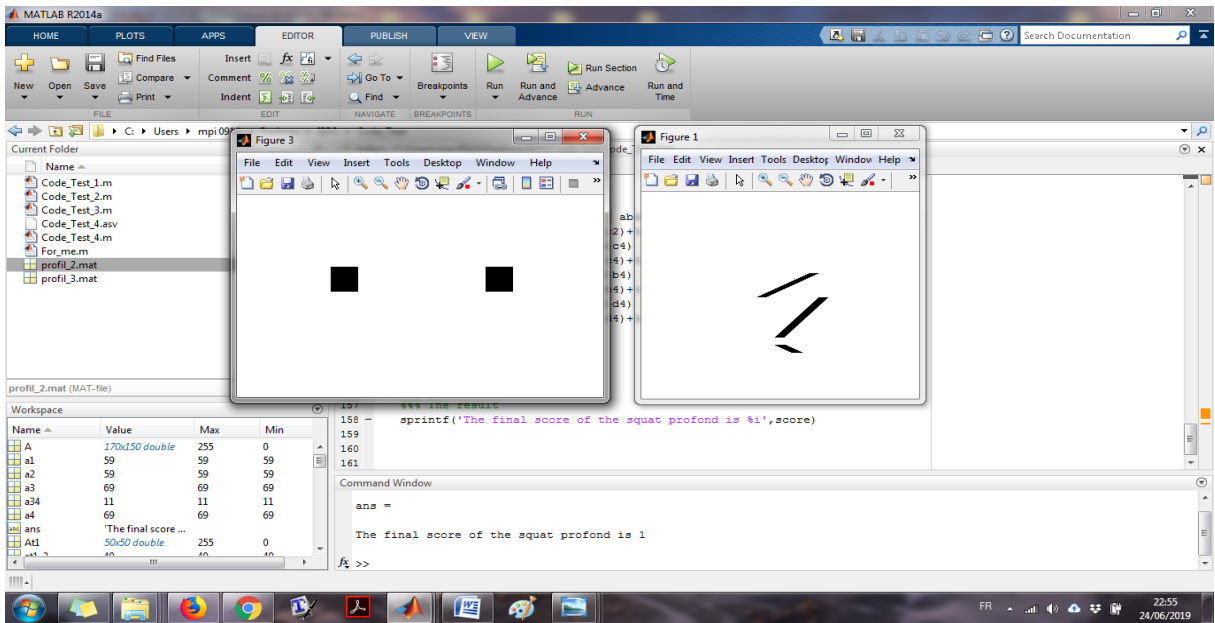


Figure 44: Score 01 – Premier cas sur interface de matlab

Score 1 – 2^{eme} cas

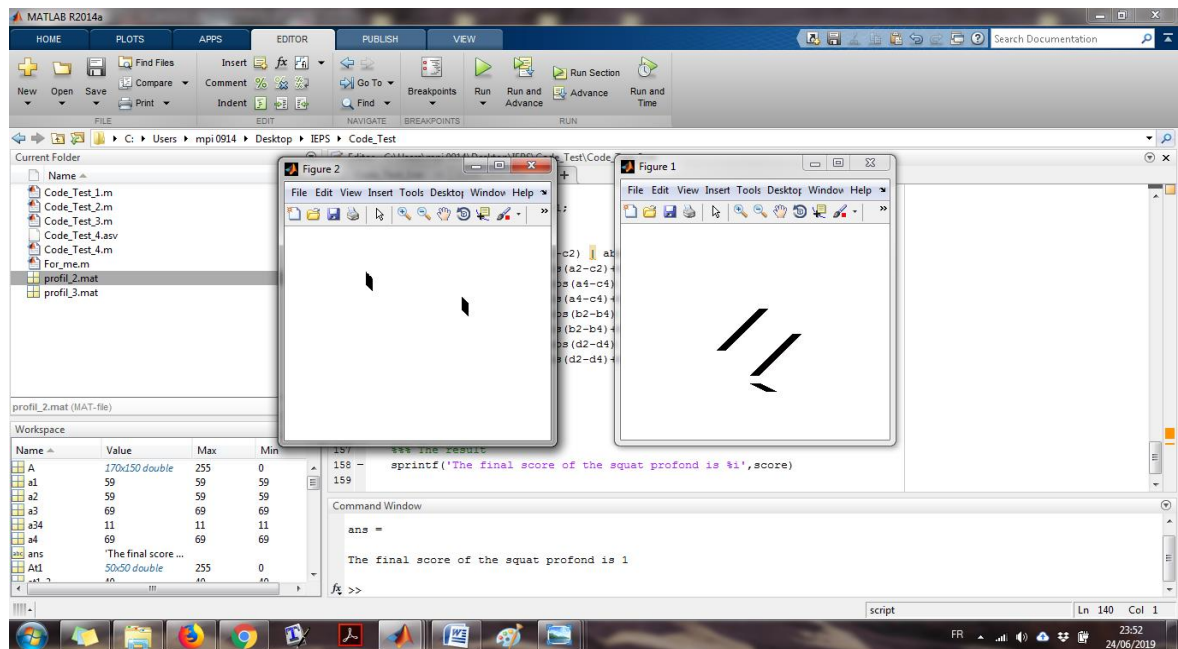


Figure 45 : Score 1 deuxième cas sur interface de matlab



Figure 46 : Score 1 deuxième cas sur interface de matlab

Et pour une validation concrète de cette application sur le mouvement deep squat, des images réelles ont été prise et testée. Les différents résultats sont présentés dans les figures ci-dessous.

7. Les fonctionnalités de l'application

Sur des images réelles les résultats obtenus sont

Score 3

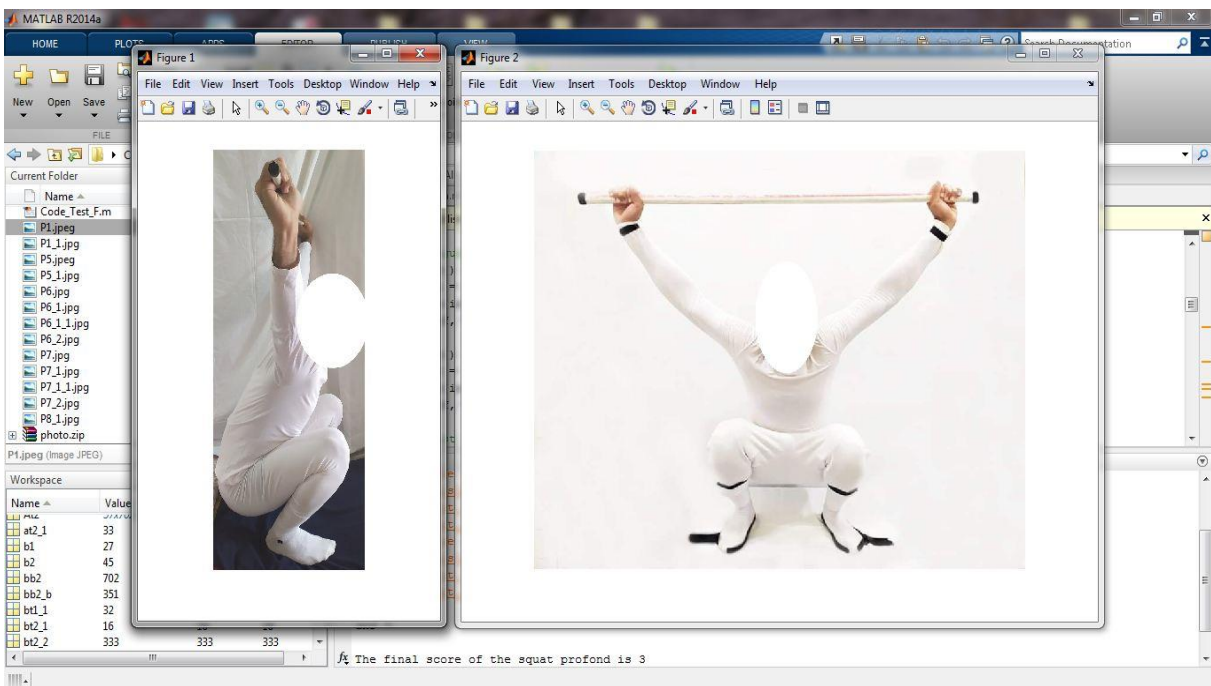


Figure 47 : Les fonctionnalités de l'application Sur des images réelles score3

Score 2

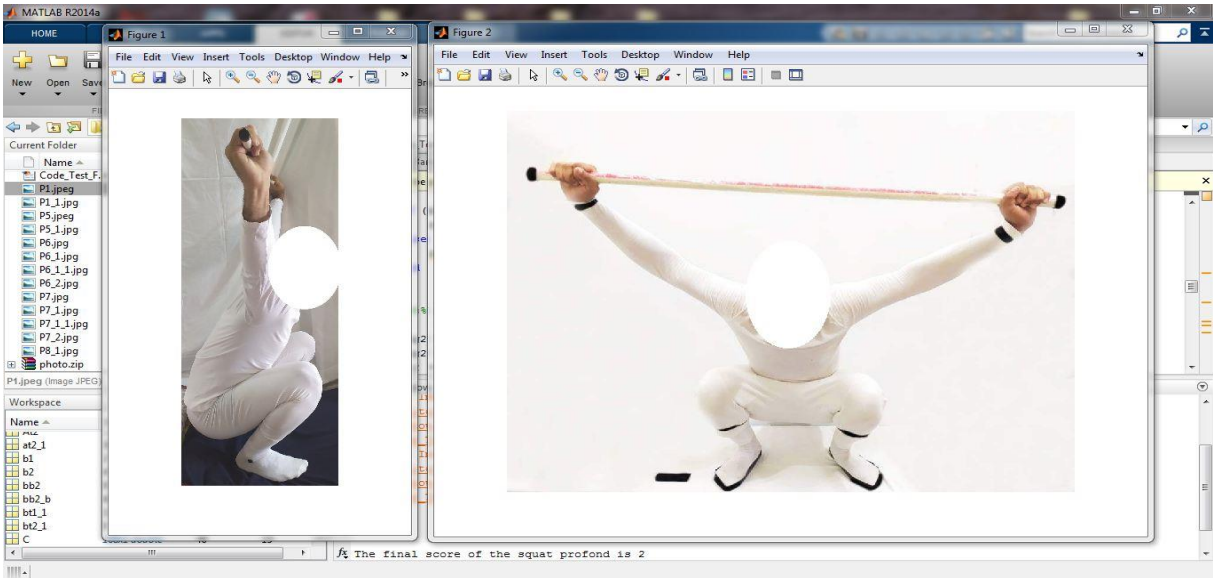


Figure 48: Les fonctionnalités de l'application Sur des images réelles score2

Score 1

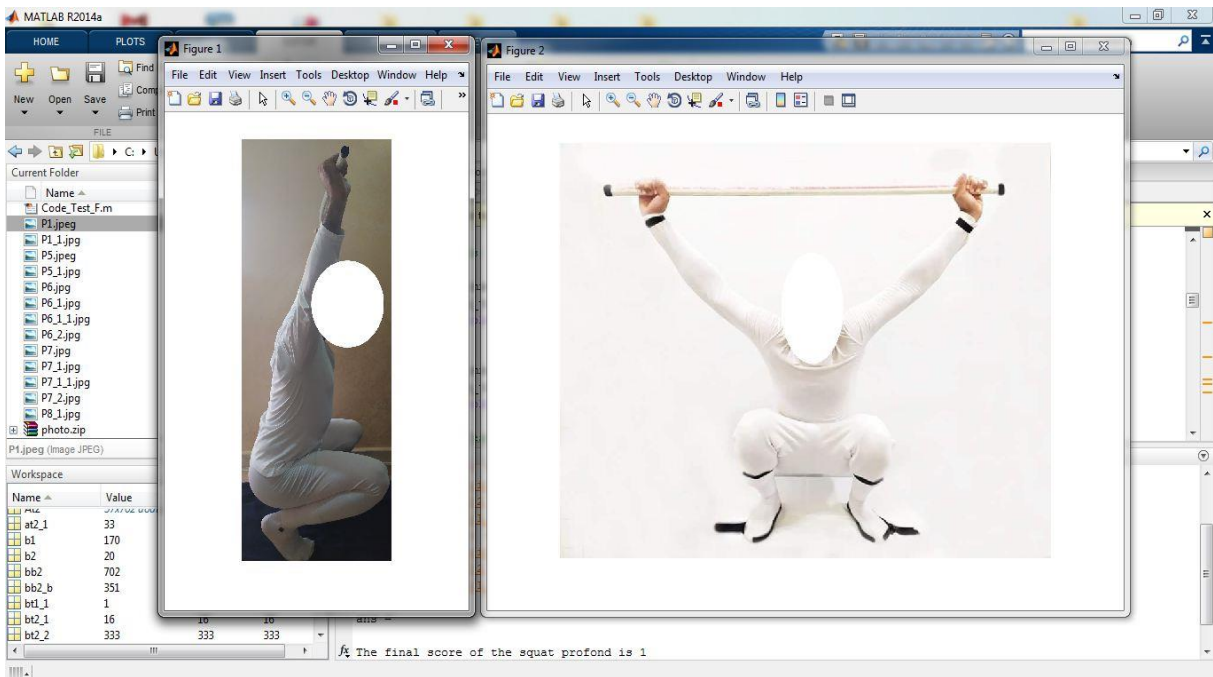


Figure 49: Les fonctionnalités de l'application Sur des images réelles score 1

Score 0

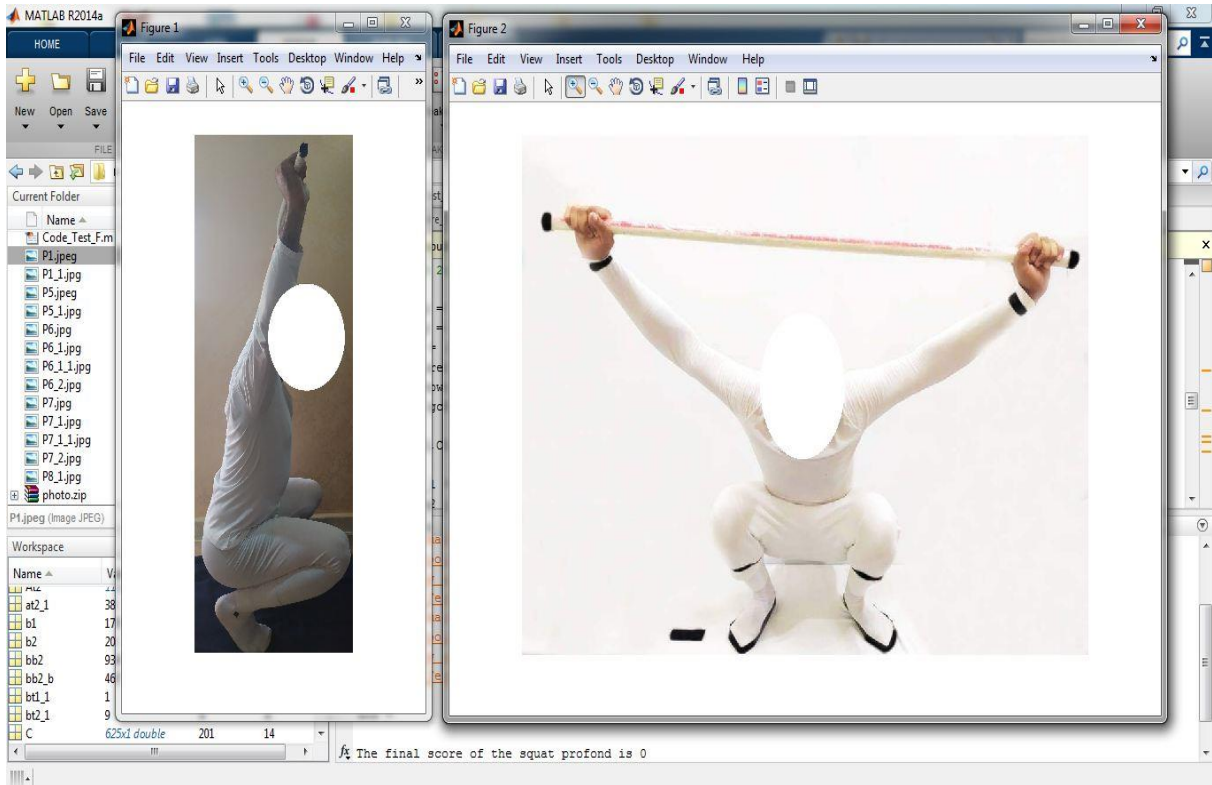


Figure 50: Les fonctionnalités de l'application Sur des images réelles score 0

8. Application de test sur terrain

Pour avoir la meilleure façon pour appliquer le test et avoir un résultat bien précis, on a testé l'expérimentation sur un athlète de judo âgé de (32) appartenant au judo club de Mostaganem (JCM).

9. Lieu

-Palais des sports de TijditteMostaganem.

-Lors de l'implémentation, plusieurs critères ont été pris en considération, les plus importants sont :

-La tenue du candidat doit être blanche et les points clés en noir (cheville et plante des pieds).

-L'arrière-plan et le sol doivent être de couleur blanche.

-La luminosité doit être respectée lors de la prise face et profil

-La distance entre le candidat et l'appareil photo doit être respectée.

Et pour des raisons de programmation des tolérances ont été considérées pour la couleur blanche, noir, et les pixels (on considérera que la position est correcte si elle est réalisée à 90% c'est-à-dire un décalage de 0.5cm est acceptable). De plus, le score est initialisé à 0.

Le déroulement du programme réalisé est comme suit :

1 – prise de photos côté face et profil

2 – Stockage des photos sur un ordinateur.

3 – Lecture des images par le logiciel Matlab.

4 – Traitement des images selon les tests

Test 1 : Le programme réalisé vérifie sur l'image prise de profil si les pieds sont posés sur le sol ou non. Dans le cas où les pieds sont posés sur le sol, le score devient 1, sinon il garde sa valeur initiale.

Test 2 : L'étape suivante est dédiée à la vérification sur l'image prise de face si la barre est parallèle au sol. Si c'est le cas on rajoute 1 au score précédent, sinon on conserve le même score.

Test 3 : Le dernier test concerne la vérification sur l'image prise de profil si la cheville et le profil de la barre sont alignés et perpendiculaire au sol. Dans ce cas, 1 point est ajouté au score précédent, sinon on conserve le même score.

Affichage du score final et des deux images

10. Difficultés rencontrées dans l'étude

Certaines difficultés ont émaillé la réalisation de la présente étude.

Le manque d'étude concernant notre sujet surtout au niveau national.

Du temps nécessaire à une intervention plus longue.

La difficulté de la programmation des sept tests en même temps.

11. Conclusion

L'étude menée dans ce chapitre sur les mouvements de FMS Deep squat nous a permis de construire un algorithme de contrôle plus performant. En effet, il augmente la rapidité du système ainsi que sa précision en changeant les valeurs lors de réalisation de test FMS (Deep squat). Chaque test du FMS influence directement sur le résultat final ou bien le Score final. Nous avons constaté que toute perturbation d'un mouvement de FMS agissant directement sur le score réalisé par l'athlète et permettre à partir de ce score d'être classé dans l'un des quatre zones des risques de blessures avant d'être orienté vers des exercices de correction ou bien de réhabilitation.

-Le déploiement sur le terrain pour mesurer ses performances ;

-Enrichir le profil des entraîneurs et athlètes pour une meilleure planification et évaluation durant toute la saison sportive.

-Etendre l'utilité de l'application à l'environnement des sportifs. (Tous les sportifs).

12. Recommandation

Nous recommandons ce qui suit

La liaison de l'application à des capteurs de fréquence cardiaques.

La conversion de logiciel à une application Android.

L'Hébergement de l'application dans un site web dynamique.

Solliciter d'autres tests physiologiques en dans la même plateforme de (SJFT Tools manger)

13. Conclusion générale

L'objectif principal du travail est d'adopter un modèle mathématique de complexité minimal et d'avoir des lois de commande d'évaluation qui permettent d'assurer l'attribution d'un score précis.

Cette expérience était extrêmement enrichissante et formatrice puisque les connaissances nécessaires à la résolution de notre problématique dépassent largement le cadre de l'informatique, vu qu'elle inclue d'autres domaines tels que la biomécanique et la posture qui nous ont permis d'enrichir nos connaissances.

Le but de la première partie est à la fois de présenter les sept tests de FMS plus précisément le deep squat, mais aussi d'exposer son fonctionnement, son domaine d'applications et ces différentes composantes.

L'évaluation d'un deep squat est une tâche complexe. Il s'agit d'une étape indispensable à la bonne compréhension de réalisation des sept mouvements de test de FMS. Pour cela nous avons exploités un modèle statique, pour le but de décrire les trois scores d'un deep squat. Le modèle utilisé est celui de matlab car il produit un modèle de façon récursive qui est en général plus rapide en calcul et en commande avec six degrés de liberté. Le processus de modélisation est constitué de plusieurs équations qui identifient toutes les positions et les ayant un impact sur le deep squat. Ce dernier était implémenté sous matlab et ensuite assemblé dans un modèle complet.

La commande utilisée est la commande matlab, cette technique est simple, efficace et de haute performance. Elle nous a permis de bien contrôler les différentes situations d'un deep squat.

14. Perspectives

Pour développer et améliorer ce travail, nous comptons réaliser les tâches suivantes :

- Améliorer la génération des autres situations de FMS TEST.
- Implémenter les algorithmes des autres tests de FMS sous MATLAB.
- Développée une plate-forme de calculer et d'analyse de score final de FMS.

1. A Complete Guide to Barbell Lifts—from Beginner to Gold Medal Auteur Dave Randolph Éditeur Ulysses Press, 2015 pages 29.(
2. billforan-redacteur : bill foran-edition : illustrée-editeur : human kinetics,2001 pages page 27).
3. christinAeberhard ,2007 p ;36-41)
4. Jean Cardinet, Évaluation scolaire et mesure, De Boeck Université, c1988.)
5. Jésus cardenas 2015 directeur médicale de Doctissimo)
6. Juanito.docteurlic, mon dossier santé, 2015)
7. Moore, H. (2017a). MATLAB for Engineers. Pearson.
8. Moore, H. (2017b). MATLAB for Engineers (5th Edition) (5th éd.). Pearson.
9. P. Bacquaert, institut de recherche du bien-être de la médecine et du sport santé (irbms) 2014).
10. Pargman. D, (1993). Psychological bases of sport injuries. Morgantown : fitness informationtechnology, inc.)
11. Parisi. L, et al : muscularcramps : proposal for a new classification. Acta neuroscand, 2003.)
12. Ultimate Olympic Weightlifting : A Complete Guide to Barbell Lifts—from Beginner to Gold Medal Auteur Dave Randolph Éditeur Ulysses Press, 2015 pages 26 – 27)
13. Allard, recherche et rédaction, passeport-santé. Fiche crée : avril 2012).
14. Bonanza, N. A., Smuin, D., Onks, C. A., Silvis, M. L., & Dhawan, A. (2017). Reliability, validity, and injury predictive value of the functional movement screen : à systematic review and meta-analysis. The American journal of sports médecine, 45(3), 725-732).
15. Bachmann LM, Kolb E, Koller MT, et al ; Accuracy of Ottawa ankle rules to exclude fractures of the ankle and mid-foot : systematic review. BMJ. 2003 Feb 22;326(7386) :417).
16. Chorba, R. S., Chorba, D. J., Bouillon, L. E., Overmyer, C. A., & Landis, J. A. (2010). Use of a Functional Movement Screening Tool to Determine Injury Risk in Female Collegiate Athletes. *North American Journal of Sports Physical Therapy : NAJSPT*, 5(2), 47-54.

17. Cook, G., Burton, L., & Hoogenboom, B. (2006a). Pre-participation screening: The use of fundamental movements as an assessment of function - part 1. *North American Journal of Sports Physical Therapy: NAJSPT*, 1(2), 62-72.
18. Cook, G., Burton, L., & Hoogenboom, B. (2006b). Pre-participation screening: The use of fundamental movements as an assessment of function - part 2. *North American Journal of Sports Physical Therapy: NAJSPT*, 1(3), 132-139
19. Dorrel, B. S., Long, T., Shaffer, S., & Myer, G. D. (2015). Evaluation of the Functional Movement Screen as an Injury Prediction Tool Among Active Adult Populations: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Health*, 7(6), 532-537. doi: 10.1177/1941738115607445
20. Frost, D. M., Beach, T. A., Callaghan, J. P., & McGill, S. M. (2012). Using the Functional Movement Screen™ to evaluate the effectiveness of training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(6), 1620-1630.
21. Gary B. Shelly et Misty E. Vermaat, *Discovering Computers* 2011).
22. Gnacinski, S. L., Cornell, D. J., Meyer, B. B., Arvinen-Barrow, M., & Earl-Boehm, J. E. (2016). Functional Movement Screen Factorial Validity and Measurement Invariance Across Sex Among Collegiate Student-Athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(12), 3388-3395. doi: 10.1519/JSC.0000000000001448
23. Hordé, p, la santé et de la médecine. 2014).
24. Houcque, D. (2005). Introduction to Matlab for engineering students. Northwestern University, 1-64.
25. Jacques Allard M.D. FCMFC.2016) passeport santé-les traitement médicaux de la tendinite)
26. Kiesel, K., Rhodes, T., Mueller, J., Waninger, A., & Butler, R. (2017). DEVELOPMENT OF A SCREENING PROTOCOL TO IDENTIFY INDIVIDUALS WITH DYSFUNCTIONAL BREATHING. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 12(5), 774-786.

27. Kolski, C. (1995). Méthodes et modèles de conception et d'évaluation des interfaces homme-machine. Université de Valenciennes et du Hainaut-Cambrésis.
28. Lapresté, Jean-Thierry. (2009). Introduction à Matlab. Paris: Ellipses.
29. Letafatkar, A., Hadadnezhad, M., Shojaedin, S., & Mohamadi, E. (2014). RELATIONSHIP BETWEEN FUNCTIONAL MOVEMENT SCREENING SCORE AND HISTORY OF INJURY. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 9(1), 21-27.
30. Li, Y., Wang, X., Chen, X., & Dai, B. (2015). Exploratory factor analysis of the functional movement screen in elite athletes. *Journal of sports sciences*, 33(11), 1166-1172.
31. Pathologies musculaires du sportif, 2014. Elsevier Masson Blog – www.blog-elsevier-masson.fr – (accessed 1.18.18).
32. Moran, R. W., Schneiders, A. G., Mason, J., & Sullivan, S. J. (2017). Do Functional Movement Screen (FMS) composite scores predict subsequent injury? A systematic review with meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 51(23), 1661-1669. doi: 10.1136/bjsports-2016-096938
33. Michael Sheetz, Computer Forensics: An Essential Guide for Accountants, Lawyers, and Managers, John Wiley and Sons - 2007
34. Moore, H. (2017a). MATLAB for Engineers. Pearson.
35. Moore, H. (2017b). MATLAB for Engineers (5th Edition) (5th éd.). Pearson.
36. Moran, R. W., Schneiders, A. G., Mason, J., & Sullivan, S. J. (2017). Do Functional Movement Screen (FMS) composite scores predict subsequent injury? A systematic review with meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 51(23), 1661-1669. doi: 10.1136/bjsports-2016-096938
37. Peytavin, J., de la faculté de médecine de Lyon, alimentation et tendinite, 2002).
38. Philippe Chiron, Service de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique, CHU Ranguéil, 2011)
39. Pinti, A., Rambaud, F., Griffon, J.-L., & Ahmed, A. T. (2010). A tool developed in Matlab for multiple correspondence analysis of fuzzy coded data sets:

Application to morphometric skull data. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 98(1), 66-75. doi: 10.1016/j.cmpb.2009.09.009

40. S. Brunot, S. Dubeau et al., Lésion isolée des muscles obturateurs chez le footballeur professionnel. *Journal de Traumatologie du Sport* 27 (2010) 139-141)
41. S. Brunot, S. Dubeau et al., Lésion isolée des muscles obturateurs chez le footballeur professionnel. *Journal de Traumatologie du Sport* 27 (2010) 139-141)
42. Sanders, B., Blackburn, T. A., & Boucher, B. (2013). PREPARTICIPATION SCREENING – THE SPORTS PHYSICAL THERAPY PERSPECTIVE. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 8(2), 180-193.
43. Y. Carillon, Le muscle du sportif, *Journal de radiologie*, Vol 88, N° 1-C2 - janvier 2007 pp. 129-142).
44. Y. Carillon, Le muscle du sportif, *Journal de radiologie*, Vol 88, N° 1-C2 - janvier 2007 pp. 129-142).

Internet et memoires

45. Frédérick cause (2015) Le FunctionalMovementScreen : un outil fiable dans la prédiction d'un risque de blessure ? Institut de Formation en Masso-Kinésithérapie d'Alsace).
46. Institut de recherche du bien-être de la médecine et du sport santé irbms 2014)
47. Marissa JaeBasar 2017, Illinois State University page 9-51-)
48. MATLAB. (2019). In Wikipédia. Consulté à l'adresse <https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=MATLAB&oldid=158073362>