



Avertissement

Ce document est le fruit d'un long travail et a été validé par l'auteur et son directeur de mémoire en vue de l'obtention de l'UE 28, Unité d'Enseignement intégrée à la formation initiale de masseur kinésithérapeute.

L'ILFMK de Nancy n'est pas garant du contenu de ce mémoire mais le met à disposition de la communauté scientifique élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact : secretariat@kine-nancy.eu

Liens utiles

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4 Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10

http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php <https://www.service-public.fr/professionnels-entreprises/vosdroits/F23431>

MINISTÈRE DE LA SANTÉ

RÉGION GRAND EST

INSTITUT LORRAIN DE FORMATION DE MASSO-KINÉSITHÉRAPIE DE NANCY

**ÉVALUATION DU CONTRÔLE MOTEUR DE L'ÉPAULE
DOULOUREUSE INSTABLE : PROPOSITION D'UN
TEST EN CHAÎNE CINÉTIQUE OUVERTE**

Sous la direction de Mr PARENT A.

Mémoire présenté par **Claire PHULPIN**,
étudiante en 4^{ème} année de masso-
kinésithérapie, en vue de valider l'UE 28
dans le cadre de la formation initiale du
Diplôme d'État de Masseur-Kinésithérapeute

Promotion 2016-2020.



UE 28 - MÉMOIRE

DÉCLARATION SUR L'HONNEUR CONTRE LE PLAGIAT

Je soussigné(e), PHULPIN Claire

Certifie qu'il s'agit d'un travail original et que toutes les sources utilisées ont été indiquées dans leur totalité. Je certifie, de surcroît, que je n'ai ni recopié ni utilisé des idées ou des formulations tirées d'un ouvrage, article ou mémoire, en version imprimée ou électronique, sans mentionner précisément leur origine et que les citations intégrales sont signalées entre guillemets.

Conformément à la loi, le non-respect de ces dispositions me rend passible de poursuites devant le conseil de discipline de l'ILFMK et les tribunaux de la République Française.

Fait à Nancy, le 04.05.2020

Signature

Institut Lorrain de Formation en Masso-Kinésithérapie

57 bis rue de Nabécor 54000 Nancy Tél : 03 83 51 83 33 Fax : 03 83 51 83 38
secretariat@kine-nancy.eu <http://www.kine-nancy.eu>

UE 28 – Attestation contre le plagiat

Version 1 – 30/07/2018

Remerciements :

Je tiens d'abord à remercier mes parents et ma sœur, qui m'ont toujours permis de suivre mes études dans les meilleures conditions possibles et m'ont soutenue dans toutes mes démarches.

Je remercie mon directeur de mémoire, M. Parent pour son aide, sa disponibilité et ses conseils pour l'élaboration de ce projet.

Merci aux enseignants de l'IFMK, notamment ma référente Mme Muller qui m'a accompagnée au cours de ces 4 années, Mme Jambeau et Mme Buatois pour les réponses qu'elles ont pu apporter à mes nombreuses questions.

Enfin, je remercie tous mes amis de l'IFMK avec qui j'ai partagé ces 4 dernières années.

Merci à Violette, Chloé et Julie pour leurs relectures et corrections.

Évaluation du contrôle moteur de l'épaule douloureuse instable : proposition d'un test en chaîne cinétique ouverte

Introduction : Après un épisode d'épaule douloureuse instable (EDI), le retour à l'activité, qu'elle soit sportive ou non, peut-être envisagé selon des critères cliniques et fonctionnels. Les tests fonctionnels apprécient l'aptitude du sujet à utiliser son épaule avec la force, la vitesse, la stabilité et la mobilité requises pour l'activité en question. Néanmoins, peu de tests évaluent l'utilisation du membre supérieur (MS) dans sa composante principale : la chaîne cinétique ouverte (CCO). À travers cette étude, nous avons souhaité mettre en lumière et essayer de combler ce manque d'outils d'évaluation. L'objectif était de proposer un test fonctionnel du membre supérieur qui serait capable d'évaluer le contrôle sensorimoteur, en chaîne cinétique ouverte, d'une EDI en fin de rééducation. **Matériel et méthode** : 24 étudiants sains de l'IFMK de Nancy ont participé à l'étude. Ils passaient le test en CCO et le CKCUEST à deux reprises. Pour chaque session les principaux critères retenus étaient le nombre de touches totales, le nombre de touches bonnes et un score. **Résultats** : Les sujets réalisaient en moyenne 17,52 touches avec le membre dominant (MD) et 16,92 touches avec le membre non dominant (MND). Ils réalisaient 13,29 touches bonnes avec le MD et 14,08 avec le MND. Les scores obtenus étaient de 76,26% avec le MD et 83,39% avec le MND. **Discussion** : L'élaboration du protocole a demandé de nombreux pré tests en amont, et des modifications restent à y apporter. Notre étude est une approche de la problématique mais il serait désirable de poursuivre les recherches avec plus de moyens humains et matériels.

Mots-clés : Critères, Epaule, Instabilité, Proprioception, Retour à l'activité/sport.

Evaluation of the sensorimotor control of an unstable painful shoulder: proposition for an open kinetic chain test

Introduction : After an episode of painful shoulder instability, a return to activity, sport-related or not, should be considered in accordance with clinical and functional criteria. Functional tests identify the subject's ability to use his shoulder with strength, speed, stability and mobility required for the activity in question. Nevertheless, a few tests assess the use of the upper limb (UL) in its main component : the open kinetic chain (OKC). Through this study, we wanted to highlight a lack of assessment tools while simultaneously creating one. The aim of this study was to propose an upper limb's functional test which would be able to evaluate the sensorimotor control during an open kinetic chain of a painful, unstable shoulder at the end of rehabilitation. **Materials and methods**: Twenty four healthy students from the Federal Institution of Physiotherapists of Nancy participated in the study. Each subject performed the OKC test and the CKCUEST twice. For each session, the main criteria were the total number of movements, the number of good movements and a score. **Results**: Subjects obtained an average of 17.52 movements for the dominant arm and 16.92 movements for the non-dominant arm. They performed 13.29 good movements with the dominant arm and 14.08 with the non-dominant arm. Scores obtained were 76.26% for the dominant side and 83.39% for the non-dominant side. **Discussion**: The elaboration of protocol required multiple trials and new modifications were discovered and deemed necessary for future trials. Our study is an attempt to create a new assessment tool for shoulder evaluation, but it is important to conduct further research with more test subjects and resources.

Keywords : Criteria, Shoulder, Instability, Proprioception, Return to activity/sport.

Sommaire :

1. INTRODUCTION	1
1.1 Le système sensorimoteur, garant de la stabilité de l'articulation	1
1.2 De la rééducation à la réathlétisation	2
1.3 Critères de retour à l'activité, des différences notables entre le membre inférieur et le membre supérieur	3
1.4 Les outils d'évaluation de l'épaule	4
1.5 Problématique	5
2. MATÉRIEL ET MÉTHODE	6
2.1 Stratégie de recherche documentaire	6
2.2 Population	7
2.2.1 Critères de sélection	7
2.2.2 Principales caractéristiques	8
2.2.3 Matériel utilisé	8
2.2.4 Protocole du test	8
2.2.5 CKQUEST	14
2.2.6 Critères d'évaluation du test en CCO	14
2.2.7 Méthode d'analyse des résultats	15
3. RÉSULTATS	17
3.1 Diagramme de flux	17
3.2 Résultats principaux	17
3.2.1 Nombre de touches totales	18
3.2.2 Nombre de touches « bonnes » et scores	18
3.2.3 Nombre de touches AB et scores AB	19
3.3 Résultats secondaires	19
3.3.1 Effet d'apprentissage de la première à la deuxième session	19
3.3.2 Différence entre les résultats du côté dominant et non dominant	20
3.3.3 Corrélation avec les résultats du CKQUEST	21
3.3.4 Différence entre les résultats selon différentes classes	22
3.3.5 Intensité de l'effort et de la douleur perçues	23
4. DISCUSSION	23

4.1	Critique des résultats	23
4.1.1	Résultats principaux	23
4.1.1.1	Nombre de touches totales	24
4.1.1.2	Touches bonnes et scores.....	25
4.1.1.3	Touches AB et scores AB.....	25
4.1.2	Résultats secondaires	26
4.1.2.1	Effet d'apprentissage et reproductibilité intersession du test	26
4.1.2.2	Différence entre les résultats du membre dominant et du membre non dominant.....	27
4.1.2.3	Corrélation avec le CKCUEST.....	28
4.1.2.4	Résultats par catégorie	29
4.1.2.5	Intensités de l'effort et de la douleur perçues.....	29
4.2	Intérêt et limites des résultats par rapport à la littérature.....	30
4.3	Intérêts et limites des résultats par rapport à la pratique professionnelle	32
4.4	Perspectives d'approfondissement ou de réorientation	32
4.5	Difficultés rencontrées	33
4.6	Démarche menant au test final	34
4.6.1	Pré test N°1.....	35
4.6.1.1	Justifications	36
4.6.1.2	Critiques et améliorations.....	37
4.6.2	Pré test N°2.....	39
4.6.2.1	Critiques et améliorations.....	39
4.6.3	Pré test N°3.....	40
4.6.3.1	Critiques et améliorations.....	40
4.6.4	Pré test N°4.....	41
4.6.5	Pré test N°5.....	42
4.6.5.1	Réflexion première	42
4.6.5.2	Déroulement du pré test N°5 (Fig. 21).....	45
4.6.5.3	Critiques et améliorations.....	45
5.	CONCLUSION	48

Liste des abréviations :

CCF Chaîne Cinétique Fermée

CCO : Chaîne Cinétique Ouverte

CKCUEST : Closed Kinetic Chain Upper Extremity Stability Test

EBP : Evidence Based Practice

EDI : Epaule Douleuruse Instable

FTPI : Functional Throwing Performance Index

MD : Membre Dominant

MND : Membre Non Dominant

MS : Membre Supérieur

RTP : Return To Play

SSPTT : Seated Shot Put Throw Test

ULRT : Upper Limb Rotation Test

USSPT : Unilateral Seated Shot Put Test

1. INTRODUCTION

1.1 Le système sensorimoteur, garant de la stabilité de l'articulation

Le système sensorimoteur est défini par la *Foundation of Sports Medicine Education and Research workshop* comme « *le processus sensoriel, moteur et d'intégration centrale impliqué dans le maintien de l'homéostasie articulaire durant un mouvement corporel* ». Il regroupe les informations afférentes des muscles squelettiques et du système capsulo-ligamentaire, leur traitement par le système nerveux et les réponses motrices qui en résultent. Ce système permet un contrôle permanent du mouvement selon deux mécanismes : le feedback et le feedforward.

Le feedback met en jeu des mécanismes de réflexes et de rétrocontrôles influencés par les informations afférentes. À l'inverse, le feedforward est un mécanisme d'anticipation basé sur l'expérience du sujet pour réaliser des programmes moteurs adaptés à la situation. Le feedforward permet par exemple d'augmenter la tension des muscles de la main à la réception d'un ballon avant que ceux-ci ne subissent un réflexe d'étirement (1–3).

Ces deux mécanismes sont complémentaires. Ils participent au contrôle sensorimoteur par « *l'activation subconsciente des composants mécaniques de l'articulation, en préparation ou en réponse au mouvement de l'articulation dans le but de la maintenir stable* »(3).

Par exemple lors de l'élévation du membre supérieur (MS), les contractions musculaires se succèdent pour équilibrer les forces de compression et de translation avec le même objectif : maintenir la tête humérale en face de la cavité glénoïde. De la même façon, les co-contractions des muscles péri-scapulaires mobilisent la scapula sur le grill thoracique. Celle-ci garantit l'alignement de la glène avec la tête humérale et constitue un socle stable pour les muscles de la coiffe des rotateurs.

Au vu de ces éléments de biomécanique, il est évident qu'une bonne coordination motrice est nécessaire pour garantir un mouvement non pathogène (4–7).

Malheureusement lors d'une blessure, les éléments de stabilisation de l'articulation sont endommagés et une laxité capsulo-ligamentaire peut s'installer (3). La stimulation des mécanorécepteurs peut donc être altérée, et perturber le contrôle sensorimoteur et la biomécanique de l'articulation.

Par exemple, Ledermänn et coll. ont mis en évidence une réorganisation cérébrale du cortex sensori-moteur de l'aire primaire, et des cortex préfrontal et cingulaire chez des sujets avec antécédents de luxations antérieures. Ces changements parasitaient le contrôle moteur des sujets par une augmentation de l'anxiété et de la résistance motrice lors du mouvement (8).

Une reprise trop précoce de l'activité expose alors le sportif à une récurrence ou à l'aggravation des symptômes (9).

1.2 De la rééducation à la réathlétisation

Dans le cadre de la traumatologie sportive, l'objectif final de la kinésithérapie est, dans la majorité des cas, le retour à l'activité avec un niveau au moins égal au niveau antérieur au traumatisme. C'est le concept du RTP : « Return To Play ». Pour conduire l'athlète jusqu'au RTP, la rééducation ne doit pas se limiter à une rééducation fonctionnelle, mais doit être poussée jusqu'à la réathlétisation.

Insuffisamment considérée ou difficile à mettre en place selon le nombre de séances imposées par les référentiels, la réathlétisation est pourtant souvent négligée. C'est pourquoi il est de plus en plus fréquent que les patients se tournent vers des structures ou des préparateurs physiques indépendants qui proposent des programmes de réathlétisation.

La phase de réathlétisation doit prendre en charge le sportif de façon globale pour pallier au déconditionnement physique induit par la blessure. Elle vise à réintégrer le membre lésé au sein d'une chaîne cinétique, avec la force, l'endurance et la vitesse nécessaire au geste sportif (10). Pour cela, elle doit restaurer les mécanismes de protection de feedback et de feedforward dans des situations stressantes, similaires à celles de la pratique sportive (3,11).

Par exemple, pour M. Cools, la rééducation de l'épaule d'un lanceur doit intégrer à terme des mouvements combinant le lancer à des rotations de tronc et un travail des membres inférieurs en chaîne fermée. A l'inverse, un volleyeur doit solliciter son épaule alors que les membres inférieurs ne sont plus au contact du sol pour respecter la spécificité du geste (12).

Si au sein d'une équipe sportive la reprise de l'activité est décidée en accord avec le restant du staff médical ; nous sommes les premiers interlocuteurs directs des sportifs amateurs. Aussi, c'est vers nous qu'ils se tourneront pour nous poser la question qui leur brûle les lèvres « Quand est-ce que je peux reprendre ? ».

Au terme de la rééducation, le kinésithérapeute doit donc être en mesure de donner son avis quant au retour à l'activité. Dans le contexte « d'Evidence Based Practice » (EBP) actuel, sa décision doit être motivée par des critères objectifs, fiables et reproductibles pour être justifiée auprès des autres professionnels de santé.

1.3 Critères de retour à l'activité, des différences notables entre le membre inférieur et le membre supérieur

Dans les suites d'une ligamentoplastie du ligament croisé antérieur, les concepts de réathlétisation et de RTP sont actuellement bien maîtrisés. Le kinésithérapeute dispose de multiples tests reconnus pour objectiver les performances du patient et ainsi affirmer sa décision.

Le test isocinétique permet de quantifier la force musculaire et les ratios entre les muscles agonistes et antagonistes (13).

Le versant psychologique est évalué grâce à des questionnaires dont : l'IKDC (International Kneed Documentation Committee), le KOOS (Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score), le Lysholm, le Lysholm-Tegner et enfin le ACL-RSI.

Différents tests fonctionnels permettent d'objectiver la force musculaire et la stabilité du membre inférieur : Le Star Excursion Balance Test ; le Drop Jump Test ; le Single Leg Squat Test et les « Hop Tests » (Single Hop Test, le Triple Hop Test, le Cross Over Hop Test, le 6m Timed Hop Test et le Side Hop Test).

Ces tests ont l'avantage d'être « *simples à réaliser, à mettre en place, demandent un temps moyen et n'ont aucun coût* » (13).

Si l'évaluation de la stabilité du genou est aisée après une ligamentoplastie, il est moins

évident de se prononcer sur les caractéristiques d'une EDI.

Dans une revue systématique relevant les critères de retour au sport après stabilisation chirurgicale suite à une instabilité antérieure traumatique, Ciccotti et coll. proposent sept critères majeurs :

- Un délai post-opératoire supérieur à six mois.
- L'indolence.
- Des amplitudes totales et symétriques au côté sain.
- Une force musculaire des muscles de la coiffe et des muscles péri-articulaires symétrique au côté sain et totale, ou supérieure à un pourcentage selon les études.
- Une épaule stable.
- Un bon contrôle proprioceptif.
- Une évaluation radiographique en cas de greffe (14).

Ces critères ressortent dans de multiples études concernant aussi bien des traitements chirurgicaux que des épaules non opérées (9,12,15,16). De façon plus subjective on retrouve également : la confiance du patient en son épaule, une capacité fonctionnelle normale et la possibilité de réaliser le geste sportif spécifique.

Pour objectiver ces critères, plusieurs auteurs se sont penchés sur l'évaluation de la proprioception et de la stabilité de l'épaule à l'aide de divers tests, score et questionnaires.

1.4 Les outils d'évaluation de l'épaule

Les tests cliniques utilisés lors de l'examen de l'épaule cherchent à déceler une lésion des muscles de la coiffe des rotateurs, un conflit ostéo-tendineux ou encore une laxité capsulo-ligamentaire. Dans le cas d'une épaule instable, un test d'appréhension peut être réalisé et couplé au Jobe relocation test ou au surprise test (9). Ils orientent sur la représentation qu'a le sujet de son épaule. Même une épaule jugée stable sur le plan anatomique et apte à reprendre l'activité, peut être ressentie comme instable par le patient.

Les auto-questionnaires permettent d'évaluer les caractéristiques et la fonctionnalité de l'épaule selon le ressenti du patient. Ils présentent différentes catégories parmi lesquelles : les amplitudes de mouvement, la douleur, la réalisation du geste sportif. Le score de Walch-Duplay est le plus utilisé en France. Les autres questionnaires relatés sont : le score de Rowe (17), le Western Ontario Shoulder Instability Index (WOSI)(18,19), le Melbourne Instability Shoulder Scale (MISS) (19), l'Oxford Shoulder Instability Questionnaire (OSIQ) (19), et le score de Constant qui lui n'est pas spécifique à l'instabilité d'épaule.

La proprioception est examinée avec : l'Active Joint Position Sens (AJPS), le Passive Joint Position Sense ou Repositionnement Passive Position (RPP), le manual aiming et le Threshold Detection Passive Motion (TTDPM) (20–23).

Enfin, par analogie aux tests cités pour le genou, les tests fonctionnels (ANNEXE I) permettent d'évaluer la dynamique de l'épaule.

Le Seated Shot Put Throw Test (SSPTT) et le Unilateral Seated Shot Put Test (USSPT) évaluent la performance lors du lancer d'une balle lestée (24–26).

Le Functional Throwing Performance Index (FTPI) évalue la qualité d'une séries de lancers de balle dans une cible (27–30).

Le push-up test, le One Arm Hop Test, le Y Balance Test Upper Quarter (analogie du SEBTest pour le membre inférieur) ; le Closed Kinetic Chain Upper Extremity Stability Test (CKCUEST) et le Upper Limb Rotation Test (ULRT) évaluent la stabilité du complexe de l'épaule en chaîne cinétique fermée (CCF) dans une position de gainage ventral (24,26,28,31).

1.5 Problématique

Actuellement, les cliniciens manquent de critères validés et de valeurs de référence de RTP pour l'épaule (32). Parmi tous les tests retrouvés, il est intéressant de noter que ceux-ci s'effectuent soit à vitesse lente, soit en CCF. Or, le membre supérieur fonctionne la majorité du temps en chaîne cinétique ouverte (CCO) et à haute vitesse.

Les seuls tests regroupant ces deux composantes sont le SSPTT, le USSPT et le FTPI. Cependant, les deux premiers se révèlent être des tests de puissance, puisqu'il s'agit de

mesurer la distance à laquelle le sujet est capable de pousser une balle lestée. Le FTPI lui, s'apparente plus à un test de dextérité, puisqu'il demande de lancer une balle dans une cible le plus rapidement possible. De plus, le FTPI semble avoir été validé et des normes existent mais les données existantes sont basées sur une étude de George J. Davies de 1993 dont la méthodologie n'est pas décrite (28,29).

Il nous a alors semblé pertinent de vouloir proposer un outil exploitant l'épaule dans sa composante principale, en CCO et à haute vitesse. Nous étions d'abord dans l'optique d'apprécier la proprioception des individus, notamment leur capacité de repositionnement. Toutefois, évaluer le sens positionnel lors d'un mouvement à grande vitesse s'est révélé être un mécanisme peu fonctionnel et difficile à mettre en œuvre. C'est pourquoi nous avons débouché sur cette problématique :

Comment évaluer le contrôle sensorimoteur de l'épaule en chaîne cinétique ouverte et à haute vitesse ?

Le test a été pensé pour des individus avec épaules douloureuses instable (EDI) en fin de rééducation. Néanmoins, pour établir des normes nous l'avons expérimenté sur des étudiants sains de l'IFMK.

Nous avons également confronté nos résultats à ceux d'un deuxième test pré existant : le CKQUEST.

2. MATÉRIEL ET MÉTHODE

2.1 Stratégie de recherche documentaire

L'essentiel de la recherche documentaire fut de rassembler les tests existants de la façon la plus exhaustive possible.

Les recherches ont été effectuées sur PubMed et PEDro en majorité.

Les équations de recherches utilisées étaient : (((("stability") OR "proprioception") OR "proprioception ability") OR "proprioception accuracy") AND "shoulder" et ((((((("shoulder") AND "return to play") OR "return to sport") OR "return to activity") AND "criteria") OR "decision") OR "guidelines".

Nous avons sélectionné les méta-analyses, revues systématiques, recommandations de bonnes pratiques et essais contrôlés randomisés datant de moins de dix ans, en anglais et en français.

D'autres recherches ont été effectuées sur le site em-consult.com et doccismef.chu-rouen.fr avec les mots clés « proprioception épaule » ; « retour au sport épaule ».

Ensuite, certains articles dont le titre paraissait intéressant ont été extraits de bibliographies.

2.2 Population

2.2.1 Critères de sélection

En octobre 2019 des fiches de renseignements et de consentement à la participation à l'étude ont été distribuées aux étudiants de 1^{ère} année de l'IFMK (ANNEXE II). De décembre 2019 à janvier 2020, des créneaux de passage leur ont été proposés. Les volontaires devaient s'inscrire sur un google doc sur deux créneaux avec au moins un jour de libre entre chaque passage. Suite à de nombreux désistements les créneaux ont été également ouverts aux étudiants n'ayant pas reçu la fiche de consentement en première intention.

Les critères de non inclusion étaient :

- Une douleur et/ou une instabilité d'épaule actuelle.
- Tout antécédent traumatique ou chirurgical du MS ou du rachis.
- Toute pathologie neuromusculaire connue.

Les critères d'exclusion étaient :

- La présence d'une dyskinésie scapulaire.
- La présence d'une hypoextensibilité des muscles pectoraux.

Ce sont les critères les plus fréquemment retrouvés dans les études ressortant de la recherche bibliographique effectuée en amont (33).

La présence de dyskinésie et l'hypoextensibilité musculaire étaient recherchées par l'investigateur avant le test grâce à la classification de Kibler, au test de Duval-Beaupère pour le petit pectoral et avec le test du chandelier pour le grand pectoral.

2.2.2 Principales caractéristiques

Vingt-quatre sujets ont participé à l'étude dont douze hommes et douze femmes (Fig.10).

Sept sujets pratiquaient un sport impliquant le membre supérieur en CCO au moins trois heures par semaine : boxe, basketball, natation, escrime et biathlon. Ils appartenaient à la classe « sportifs ». La classe « sédentaire » regroupait les sujets ne pratiquant pas d'activité physique, ou une activité n'impliquant pas le MS en CCO.

2.2.3 Matériel utilisé

La réalisation du test nécessitait :

- Un pan de mur libre.
- De l'adhésif coloré.
- Un mètre niveau.
- Une réglette en PVC que nous avons coloré avec de l'adhésif.
- Un smartphone pour filmer.
- Un chronomètre.

2.2.4 Protocole du test

Le test était réalisé deux fois pour chaque sujet. Pour éviter une amélioration des résultats par un effet d'apprentissage, le test était reproduit avec un jour d'intervalle au minimum entre la première et la deuxième session. De plus, le membre choisi pour débiter était une fois le membre dominant (MD) et l'autre fois le membre non dominant (MND). Les sujets ne connaissaient pas leurs résultats. L'investigateur était toujours la même personne.

Le protocole mis en place pour un membre supérieur droit était le suivant :

1 : Vérification du rythme scapulaire lors d'une abduction bilatérale, sujet dos nu.

2 : Vérification de l'extensibilité des muscles pectoraux avec le test du chandelier et le test de Duval Beaupère.

3 : Echauffement global de l'épaule. Le sujet réalise 10 mouvements de circumduction en sens horaire puis 10 en sens anti-horaire et 10 mouvements « d'accolade » en alternant abduction horizontale/adduction horizontale.

5 : Mise en place du sujet (Fig. 1 à 7) :

-Tracer une ligne verticale au mur ou choisir un repère vertical (montant de porte).

-Placer le sujet face à la verticale et tracer un repère à hauteur de son manubrium.

-À l'aide d'un niveau, tracer une ligne horizontale à hauteur du manubrium du sujet, venant couper le repère vertical de départ. Quatre quadrants se dessinent A,B,C et D. (Fig. 1 à 3).

-Placer le sujet de profil, son épaule gauche contre le mur.

-Demander au sujet de tendre les bras devant lui à 90° d'élévation et le faire reculer le long du mur jusqu'à ce que ses poignets soient en regard de la ligne verticale (Fig.4).

-Faire avancer le sujet d'un demi pas : son talon vient en regard de l'hallux de l'autre pied puis il amène les deux pieds à même hauteur.

-Placer un repère au sol en regard des malléoles du sujet (Fig.5).

-Le sujet fait demi-tour et replace sa malléole à hauteur du repère au sol.

-Demander au sujet de s'écarter du mur de façon à pouvoir poser sa main droite sur son épaule droite. Le coude doit effleurer le mur. Vérifier que les pieds soient toujours en regard du repère au sol (Fig.6).

-Demander au sujet d'avancer sa jambe droite d'un pas (position de fente) puis de se tenir à un plan fixe avec la main gauche (table) (Fig.7).



Figure 1 : Prise de repère à hauteur du manubrium

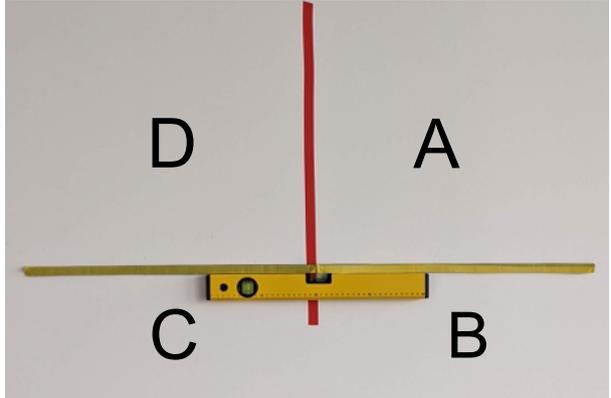


Figure 2 : Mise en place de la ligne horizontale et des quatre quadrants



Figure 3 : Exemple après mise en place des repères



Figure 4 : Le sujet recule jusqu'à ce que son poignet soit en regard de la verticale



Figure 5 : Mise en place du repère au sol à hauteur des malléoles



Figure 6 : Le sujet s'écarte du mur



Figure 7 : Position de départ

6 : Explications et consignes, chaque consigne est mimée devant le sujet :

-Indiquer la position de départ du sujet : paume de la main droite sur la face antérieure de la hanche gauche.

-Préciser le mouvement demandé : « En partant de cette position, vous allez emmener votre main loin derrière comme si vous vouliez jeter une balle puis revenir toucher votre hanche et ainsi de suite. »

-Montrer les limites du geste : Vous avez ici une ligne verticale à dépasser et inversement ici une ligne horizontale à ne pas franchir. A la fin du geste votre main doit donc se trouver dans cette zone (quadrant A), soit au dessus et en arrière de votre tête.

7 : Apprentissage

-Le sujet réalise le mouvement 2 fois à vitesse lente. L'investigateur lui indique s'il est dans la zone cible et le corrige si ce n'est pas le cas. À la fin du deuxième mouvement, le sujet abaisse le bras jusqu'à atteindre la limite inférieure (horizontale), afin de prendre conscience de la position celle-ci.

Le thérapeute précise que le geste doit se terminer avant de franchir cette limite et qu'il doit donc rester dans le quadrant « A ».

8 : Consignes

-Vous allez réaliser ces mouvements le plus de fois possible pendant 20 secondes. Le test commence quand je dis « GO » et s'arrête quand je dis « STOP ».

Le test était filmé à l'aide d'un smartphone placé à hauteur de la ligne horizontale. Les vidéos étaient ensuite visionnées au ralenti pour valider ou non les touches.

Une touche est jugée comme bonne lorsqu'une partie de la paume de main du sujet se place dans le quadrant « A », ou si la paume de la main recouvre la limite. Une touche n'est pas validée si seuls les doigts du sujet sont dans le quadrant « A » ou que la paume de la main du sujet franchit la limite inférieure (Tab.1).

Après chaque passage de vingt secondes, l'intensité de l'effort et de la douleur étaient évaluées via l'échelle de Borg et une échelle numérique allant de 0 à 10.

A l'issue de la deuxième session, nous avons demandé aux cobayes leur ressenti par rapport à la première session sur leur rapidité, leur précision et leur amplitude de mouvement. (ANNEXE III).

Tableau 1 : Exemples de touches validées ou non validées

TOUCHE BONNE ✓	TOUCHE NON VALIDEE ✗
	
	
	

2.2.5 CKQUEST

Deux croix étaient placées sur le sol à 91,4cm de distance. Les hommes se plaçaient en position de push-up avec une main sur chaque repère. Les femmes prenaient une position modifiée sur les genoux, les pieds croisés et décollés du sol, le buste parallèle au sol (31) (Fig. 8 et 9).

L'investigateur donnait les consignes du test tout en le démontrant au sujet : « Vous devez venir toucher de façon alternative votre main droite avec la main gauche et votre main gauche avec la main droite, le plus de fois possible en 15 secondes comme ceci ».

Le sujet pouvait réaliser 5 touches en guise d'essai.

L'investigateur se plaçait face au sujet pour compter le nombre de touches.

Le début et la fin du test étaient donnés à l'oral par les mots « GO » et « STOP ».



Figure 8 : Position pour les hommes



Figure 9 : Position pour les femmes

2.2.6 Critères d'évaluation du test en CCO

Les critères d'évaluation primaires étaient, pour chaque membre :

- Le nombre de touches réalisées au total pendant les vingt secondes.
- Le nombre de touches comptabilisées comme « bonnes ».
- Le ratio entre le nombre de touches « bonnes » sur le nombre de touches au total, appelé « Score ».

Les hypothèses se rapportant à ces critères étaient :

- Un sujet qui appréhende le mouvement, ou pour qui le mouvement est douloureux réalisera moins de touches que le nombre de touches moyennes des sujets sains.
- Il n'ira pas en amplitude maximale, où se contentera d'une extension du coude couplée à une abduction horizontale. Il sera alors dans le quadrant « C » ou « D ». Son score sera alors inférieur au score moyen des sujets sains.

Les critères d'évaluation secondaires étaient :

- L'effet d'apprentissage entre la première et la deuxième session.
- L'influence de la latéralité sur les résultats.
- La corrélation des résultats obtenus avec ceux du CKCUEST.
- Le nombre de touches totales ou du score en fonction de différentes classes (hommes/femmes, droitiers/gauchers, sportifs/sédentaires).
- L'intensité de la douleur lors de la réalisation du test.
- L'intensité de l'effort perçue lors de la réalisation du test.

Les hypothèses correspondantes étaient les suivantes :

- Les sujets n'obtiennent pas de meilleurs résultats à la deuxième session.
- Les résultats du MD et du MND sont similaires.
- Les résultats du test en CCO sont corrélés avec ceux du CKCUEST.
- Les « sportifs » obtiennent de meilleurs résultats. Il n'y a pas de différence des résultats entre hommes/femmes ou droitiers/gauchers.
- Le test ne génère pas de douleur.
- Le test génère une fatigue au moins « modérée » (13/20 sur l'échelle de Borg).

2.2.7 Méthode d'analyse des résultats

À l'issue des tests, les données qualitatives recueillies dans un tableur Excel pour chaque sujet étaient :

- Le sexe.
- La latéralité.
- La pratique d'un sport ou non et sa fréquence.

Pour chaque membre, les données quantitatives relevées étaient :

- Le nombre de touches totales.
- Le nombre de touches « bonnes ».
- Le score (nombre de touches bonnes / nombre de touches totales).
- Le nombre de touches réalisées au CKCUEST.
- L'intensité de la douleur sur une échelle numérique de 1 à 10.
- L'intensité de l'effort évaluée par l'échelle de Borg.

Les analyses ont été établies à l'aide des logiciels Excel et Prism 7.

Les variables suivaient une loi normale d'après le test d'Agostino. Néanmoins, comme la taille de l'échantillon était de $n=24$, nous avons choisi d'utiliser à la fois le test de Student apparié et le test de Mann-Whitney-Wilcoxon. Pour comparer les variables selon différentes classes, nous avons utilisé les mêmes tests sur le mode non apparié.

Pour chaque test, l'analyse était bilatérale, avec un intervalle de confiance de 95% soit une p-value significative pour $p \leq 0,05$.

Pour évaluer l'effet d'apprentissage entre la première et la deuxième session, nous avons pris en compte tous les critères d'évaluation primaires auxquels nous avons rajouté deux critères : le nombre de touches AB et le score AB.

En effet, le nombre de touches « bonnes » se trouvait être la variable la plus aléatoire. Beaucoup de sujets ne validaient pas leurs touches car ils franchissaient la limite horizontale imposée et se retrouvaient dans le quadrant « B », inférieur à la zone cible « A ». Toutefois, la réalisation du geste était correcte, mais la grande amplitude de mouvement du sujet l'autorisait à franchir la limite horizontale.

Les sujets avec les plus grandes amplitudes d'abduction / rotation latérale se voyaient donc attribuer un faible nombre de touches « bonnes », et donc un faible score final.

Cette ambivalence nous donnant des résultats comprenant de faux négatifs, nous avons décidé de recalculer le nombre de touches « bonnes » et les scores, en validant les touches placées dans les quadrants A et B.

Les deux nouveaux critères découlant de cette modification ont été appelés « Nombre de touches bonnes AB » et « Score AB ».

Pour évaluer l'influence de la latéralité et les résultats par classe, nous n'avons utilisé que le nombre de touches totales. L'évaluation du nombre de touches bonnes comportait trop de

biais pour les raisons sus-jacentes. En outre, le nombre de touches AB correspondait au nombre de touches totales et les scores AB étaient tous de 100%. Seuls trois sujets ayant atteint la zone « D » faisaient exception.

Le score obtenu au CKCUEST représente le nombre de touches réalisées en 15 secondes. Pour rester dans la même optique, la corrélation avec le CKCUEST a été calculée avec le nombre de touches totales du test en CCO. Pour simplifier les calculs, les résultats du CKCUEST ne concernent que le nombre de touches réalisées, bien qu'il soit possible de lui attribuer un score normalisé et un score de puissance (31).

3. RÉSULTATS

3.1 Diagramme de flux

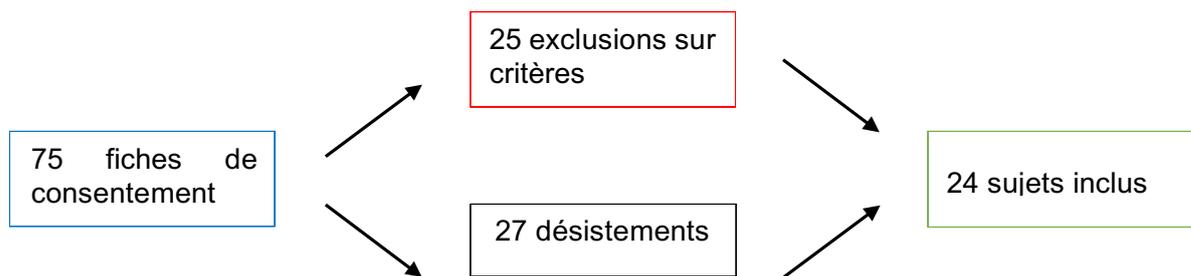


Figure 10 : Diagramme de flux de la population

3.2 Résultats principaux

Les résultats principaux concernent le nombre de touches totales réalisées en vingt secondes, le nombre de touches jugées comme « bonnes » et le score obtenu.

MD = Membre Dominant

MND = Membre Non Dominant

Moyenne : Moyenne des résultats de S1 et S2

S1-S2 = Session 1 – Session 2

Touches AB ou Score AB = Touches ou Score obtenu en validant tous les mouvements franchissant la limite verticale (dans les quadrants « A » et « B »)

3.2.1 Nombre de touches totales

Tableau II : Moyennes et écarts types du nombre de touches totales pour chaque session

	Moyenne MD	Moyenne MND	MD S1	MD S2	MND S1	MND S2
Moyenne	17,52	16,92	16,96	18,08	16,21	17,63
Ecart type	2,66	2,63	2,88	2,73	2,59	3,00
Minimum	12	12	12	12	12	12
Maximum	23	23	24	23	22	24

Les sujets réalisaient en moyenne 17,52 (\pm 2,66) touches du côté dominant et 16,92 (\pm 2,63) touches du côté non dominant (ANNEXE IVa).

3.2.2 Nombre de touches « bonnes » et scores

Tableau III : Moyennes et écarts types du nombre de touches bonnes

	Moyenne MD	Moyenne MND	MD S1	MD S2	MND S1	MND S2
Moyenne	13,29	14,08	12,58	14	13,12	15
Ecart type	6,32	5,30	7,089	7,45	6,51	5,94
Minimum	1,5	5,5	0	0	0	2
Maximum	22,5	23	24	23	22	24

Les sujets réalisaient en moyenne 13,29 (\pm 6,32) touches dans le quadrant « A » du côté dominant et 14,08 (\pm 5,30) touches bonnes du côté non dominant (ANNEXE IVb).

Tableau IV : Moyennes et écarts types des scores

	Moyenne MD	Moyenne MND	MD S1	MD S2	MND S1	MND S2
Moyenne	76,26	83,39	72,83	74,17	78,88	84,42
Ecart type	27,41	23,48	37,77	35,18	35,32	27,62
Minimum	14	37	0	0	0	12
Maximum	100	100	100	100	100	100

Le score moyen était de 76,26% (\pm 27,41) pour le membre dominant et de 83,39% (\pm 23,48) pour le membre non dominant (ANNEXE IVc).

3.2.3 Nombre de touches AB et scores AB

Tableau V : Moyennes et écarts types du nombre de touches AB

	Moyenne MD	Moyenne MND	MD S1	MD S2	MND S1	MND S2
Moyenne	16,90	16,90	15,92	17,88	16,21	17,58
Ecart type	2,52	2,54	3,37	2,92	2,59	2,81
Minimum	12	12	6	12	12	12
Maximum	22,5	22,5	24	23	22	23

Le nombre moyen de touches dans les quadrants « A et B » était de 16,90 ($\pm 2,52$) du côté dominant et de 16,90 ($\pm 2,54$) du côté non dominant (ANNEXE IVd).

Tableau VI : Moyennes et écarts types des scores AB

	Moyenne MD	Moyenne MND	MD S1	MD S2	MND S1	MND S2
Moyenne	98,83	99,67	95,25	98,83	100	99,67
Ecart type	5,72	1,13	15,80	5,72	0	1,13
Minimum	72	96	26	72	100	96
Maximum	100	100	100	100	100	100

Le score AB moyen était de 98,83% ($\pm 5,72\%$) du côté dominant et de 99,67% ($\pm 1,13\%$) du côté non dominant (ANNEXE IVe).

3.3 Résultats secondaires

3.3.1 Effet d'apprentissage de la première à la deuxième session

Le tableau VII récapitule les valeurs obtenues aux t-test et au test de Wilcoxon, lorsque nous opposons les valeurs de chaque sujet entre la première et la deuxième session.

Le Δ correspond à la différence moyenne entre la valeur de la deuxième session et celle de la première session. Par exemple, les sujets ont réalisé en moyenne 1,13 touche de plus avec leur membre dominant à la deuxième session qu'à la première (ANNEXE V).

Tableau VII : Tests d'indépendance entre les résultats de S1 et de S2

	Test	MD	MND
Touches totales	<i>T-test</i>	p= 0,005**	p= 0,002**
	<i>Wilcoxon</i>	p= 0,003**	p= 0,001***
	$\Delta S2-S1$	+ 1,13 touche	+ 1,42 touche
Touches bonnes	<i>T-test</i>	p= 0,344	p= 0,185
	<i>Wilcoxon</i>	p= 0,302	p= 0,195
	$\Delta S2-S1$	+1,42 touche	+1,83 touche
Score	<i>T-test</i>	p= 0,877	p= 0,505
	<i>Wilcoxon</i>	p= 0,890	p= 0,594
	$\Delta S2-S1$	+1%	+6%
Touches AB	<i>T-test</i>	p= 0,035*	p= 0,001**
	<i>Wilcoxon</i>	p= 0,012*	p= 0,001**
	$\Delta S2-S1$	+1,75 touche	+1,42 touche
Score AB	<i>T-test</i>	p= 0,316	p= 0,162
	<i>Wilcoxon</i>	p= 0,625	p= 0,500
	$\Delta S2-S1$	+ 4%	+ 0%

Les étoiles représentent les différences significatives : * = $p \leq 0,05$; ** = $p \leq 0,01$; *** = $p \leq 0,001$

Le nombre de touches totales, de touches bonnes et le score sont significativement différents entre la première et la deuxième session pour le MD et le MND.

Cependant, sur le plan clinique, cela représente une différence de l'ordre de moins de deux touches.

3.3.2 Différence entre les résultats du côté dominant et non dominant

Le tableau VIII récapitule les valeurs obtenues aux t-test et au test de Wilcoxon, lorsque nous opposons les valeurs de chaque sujet entre la première et la deuxième session.

Le Δ correspond à la différence entre la valeur du MND et celle du MD. Par exemple, les sujets ont réalisé en moyenne 0,75 touche de moins avec leur MND qu'avec leur MD à la première session (ANNEXE VI).

Tableau VIII : Tests d'indépendance entre les résultats du membre dominant et non dominant

	Test	S1	S2
Touches totales	<i>T-test</i>	p= 0,003**	p= 0,102
	<i>Wilcoxon</i>	p= 0,005**	p= 0,074
	Δ MND-MD	-0,75 touche	-0,46 touche

Les étoiles représentent les différences significatives : * = $p \leq 0,05$; ** = $p \leq 0,01$; *** = $p \leq 0,001$

Seule la première session présente des différences significatives entre les résultats du membre dominant et non dominant.

D'un point de vue clinique, les sujets ont réalisé 0,75 touche de moins avec leur MND qu'avec leur MD à la première session et 0,46 touche de moins à la deuxième.

3.3.3 Corrélation avec les résultats du CKCUEST

Tableau IX : Coefficients de corrélation entre les résultats du test et ceux du CKCUEST

	Test	Moyenne S1-S2	S1	S2
MD	<i>Pearson</i>	r= 0,341 p= 0,103	r= 0,201 p= 0,345	r= 0,419 p= 0,042*
	<i>Spearman</i>	r= 0,328 p= 0,118	r= 0,191 p= 0,373	r= 0,336 p= 0,109
MND	<i>Pearson</i>	r= 0,365 p= 0,079	r= 0,200 p= 0,348	r= 0,460 p= 0,024*
	<i>Spearman</i>	r= 0,337 p= 0,108	r= 0,221 p= 0,299	r= 0,471 p= 0,020*

Les étoiles représentent les différences significatives : * = $p \leq 0,05$; ** = $p \leq 0,01$; *** = $p \leq 0,001$

La corrélation n'est statistiquement établie entre les résultats du CKCUEST et ceux du test en CCO que lors de la deuxième session (ANNEXE VII).

3.3.4 Différence entre les résultats selon différentes classes

Le tableau X récapitule les valeurs obtenues aux t-test et au test de Wilcoxon, lorsque nous opposons les valeurs des sujets de chaque classe.

Tableau X : Tests d'indépendance entre les différentes classes

	Test	Hommes/Femmes	Droitiers/Gauchers	Sportifs/Sédentaires
Moyenne touches totales MD	<i>T-test</i>	p= 0,161	p= 0,376	p= 0,425
	<i>Wilcoxon</i>	p= 0,399	p= 0,807	p= 0,608
Moyenne touches totales MND	<i>T-test</i>	p= 0,364	p= 0,473	p= 0,794
	<i>Wilcoxon</i>	p= 0,744	p= 0,726	p= 0,988
Touches totales MD S1	<i>T-test</i>	p= 0,237	p= 0,441	p= 0,422
	<i>Wilcoxon</i>	p= 0,760	p= 0,868	p= 0,492
Touches totales MND S1	<i>T-test</i>	p= 0,819	p= 0,811	p= 0,796
	<i>Wilcoxon</i>	p= 0,902	p= 0,912	p= 0,970
Touches totales MD S2	<i>T-test</i>	p= 0,139	p= 0,517	p= 0,480
	<i>Wilcoxon</i>	p= 0,240	p= 0,291	p= 0,627
Touches totales MND S2	<i>T-test</i>	p= 0,158	p= 0,244	p= 0,814
	<i>Wilcoxon</i>	p= 0,452	p= 0,431	p= 0,914

Les étoiles représentent les différences significatives : * = $p \leq 0,05$; ** = $p \leq 0,01$; *** = $p \leq 0,001$

Il n'y a pas de différence significative entre le nombre de touches totales selon les différentes catégories (ANNEXE VIII).

3.3.5 Intensité de l'effort et de la douleur perçues

Tableau XI : Moyennes et écart-types de l'effort perçu et de la douleur

	Moyenne	Ecart-type
Borg après test en CCO	10,19	1,871
Borg après CKCUEST	12,13	1,782
EVA après test en CCO	0,688	1,039
EVA après CKCUEST	0,0625	0,32

L'intensité moyenne de l'effort varie de 1,94 point seulement entre les deux tests. Aucun des deux tests ne présente une moyenne supérieure à 13/20, représentant un effort modéré. Une note de 14/20 représente le seuil à partir duquel on considère que le sujet est fatigué (34).

Les deux tests rapportent une sensation douloureuse inférieure à 1/10.

4. DISCUSSION

4.1 Critique des résultats

4.1.1 Résultats principaux

Les résultats obtenus sont une ébauche de réponses à nos hypothèses puisque seuls vingt-quatre sujets ont participé à l'étude. Nous disposons alors d'une moyenne du nombre de touches totales et du score pour chaque membre.

Cependant, dans un souci d'organisation, en partie avec la mise en place de la loi Jardé, la population choisie ne comportait que des étudiants sains et volontaires de l'IFMK. L'échantillon n'est donc pas représentatif de la population générale et les résultats ne sont donc pas extensibles à la majorité de la population.

4.1.1.1 Nombre de touches totales

L'écart type maximum retrouvé est de 3 touches (Tab. II). Cependant, sur la durée du test, cela représente un gain infime de temps pour chaque mouvement. L'ANNEXE IX montre pour chaque sujet, la différence du nombre de touches totales réalisées entre S1 et S2, et la différence que cela représente en termes de durée d'exécution du mouvement.

Ainsi, même pour le sujet n°7 qui obtient la plus grande variation du nombre de touches entre S1 et S2 (+7 touches), il n'existe un gain que de 0,38 secondes /mouvement (ANNEXE IX).

Néanmoins, la différence de vitesse entre les valeurs extrêmes est plus parlante. Admettons que l'amplitude du mouvement soit de l'ordre de 120°, il existe alors une différence de vitesse de 71°/secondes.

Le sujet réalisant 12 touches adopte une vitesse d'environ 72°/secondes alors que celui qui en réalise 24 s'exécute deux fois plus vite à environ 143°/secondes.

À titre de comparaison, les test isocinétiques de l'épaule utilisent souvent une vitesse de 60°/sec pour un mouvement « lent » et une vitesse de 120 à 180°/sec pour un mouvement « rapide » (37,38). Cette valeur peut aller jusqu'à 240 à 300°/sec chez des sujets sportifs.

Le nombre de touches totales a pu être biaisé par deux phénomènes.

D'abord, certains sujets adoptaient un rythme d'exécution du mouvement qu'ils jugeaient confortable, par exemple un mouvement par seconde. Lors de la deuxième session, ces sujets adoptaient le même rythme et réalisaient le même nombre de touches. Ainsi, les sujets n° 16 et 17 ont réalisé le même nombre de touches peu importe la session ou le membre utilisé. Sept sujets ont réalisé le même nombre de touches avec le MD ou et le MND lors de la première session et cinq sujets lors de la deuxième session.

D'autre part, certains sujets ont confié s'être concentrés sur la précision pour atteindre le quadrant « A », plutôt que de chercher à être le plus rapide possible (ANNEXE III). Cette confusion entre vitesse et précision a pu impacter les résultats du nombre de touches totales.

Pour l'éviter, nous pourrions ajouter un encouragement verbal à la moitié du test comme « Aller, plus vite ». De plus, si l'on considère les zones « A » + « B » comme bonnes, les individus n'auraient plus à se focaliser sur la précision.

4.1.1.2 Touches bonnes et scores

Les résultats concernant ces critères montrent une grande variabilité (Tab. III et IV, ANNEXE V). Comme nous l'avons précisé dans la partie « Résultats », les sujets avec les meilleures amplitudes se retrouvaient dans la zone « B », et obtenaient un score faible.

Ces résultats sont en grande partie affectés par le placement de la limite horizontale. Elle a été introduite pour s'assurer de la bonne réalisation du geste, en assurant une élévation de l'humérus au-delà de 90° (voire Fig.19). Néanmoins, avec l'inertie du mouvement et les mouvements du rachis, beaucoup de sujets franchissaient cette dernière.

Seulement trois sujets ont atteint la zone « D » (antérieure à la limite verticale), à cause de mouvements de trop faibles amplitudes. En réalité, ils n'allaient pas dans leur amplitude maximale pour gagner en vitesse d'exécution. Par exemple, le sujet n°13 a obtenu un score de 26%. En réalité, il fait partie de ceux qui effectuent le plus de touches totales (23), mais en place 17 dans la zone « D » car il ne va pas au bout du geste.

Cette situation nous confronte à la problématique de lier vitesse et précision. L'idéal serait donc de ne plus introduire cette limite horizontale et de ne conserver que la ligne verticale. Le thérapeute veillerait alors pendant le déroulement du test puis avec l'aide de la vidéo, à la réalisation correcte du geste.

4.1.1.3 Touches AB et scores AB

Les propos ci-dessus sont appuyés par les résultats obtenus en tenant compte des quadrants « A » et « B ». Cela correspond donc à la situation où la limite horizontale est supprimée et où toutes les touches en arrière de la ligne verticale sont jugées comme bonnes.

Le nombre de touches AB égale le nombre de touches totales et les scores sont de 100%, sauf pour les trois sujets ayant touché la zone « D ». Les résultats sont donc beaucoup plus homogènes et satisfaisants pour une population de sujets sains.

4.1.2 Résultats secondaires

4.1.2.1 Effet d'apprentissage et reproductibilité intersession du test

La comparaison entre les résultats de S1 et de S2 a pour but d'observer si un effet d'apprentissage a pu améliorer les résultats de S2.

Pour le nombre de touches totales, nous trouvons une différence significative entre S1 et S2 (Tab. VII). Cependant, rappelons qu'en moyenne il s'agit d'une différence de l'ordre de moins de deux touches. Si l'on s'intéresse à la progression individuelle des sujets entre les deux sessions (ANNEXE Va), il en ressort que six sujets ont obtenu les mêmes résultats à S1 et S2 et deux sujets ont régressé de -1 et -3 touches.

La différence significative obtenue aux tests statistiques peut être justifiée par les autres progressions, qui varient de +1 à +3 touches, et une valeur extrême de +7 touches. Toutefois, comme nous l'avons démontré dans la partie « 1.1.1.1. Nombre de touches totales », une augmentation de 3 touches est négligeable sur le plan clinique. En outre le sujet qui a progressé de 7 touches est un cas isolé.

Pour le nombre de touches bonnes, nous avons souhaité vérifier si au deuxième passage, les sujets étaient plus aptes à rester dans le quadrant « A ». Si tel était le cas, alors peut-être qu'une période d'apprentissage plus approfondie avant la réalisation du test pourrait nous faire conserver la limite inférieure.

Malheureusement il n'y a pas de différence significative entre le nombre de touches bonnes ou les scores de S1 et S2. La différence moyenne ne montre qu'une augmentation de moins de 2 touches bonnes et de 6% du score (Tab. IV). De plus, la progression individuelle est très hétérogène (ANNEXE Vb et Vc).

Nous avons également apprécié l'amélioration du geste au sein d'une même session. L'hypothèse était que les premiers mouvements du sujet étaient dans le quadrant « A » et qu'au fur et à mesure avec l'élan, l'inertie et l'échauffement des structures capsulo-ligamentaires et musculaires, ils déviaient dans le quadrant « B ». En réalité les variations sont totalement aléatoires (ANNEXE X).

D'un point de vue subjectif, certains sujets avaient l'impression de nécessiter de plus ou moins d'amplitude entre la première et la deuxième session (ANNEXE III), parfois même entre le membre droit et le gauche lors d'une même session. Cette différence pourrait provenir de l'installation.

Au moment où le sujet recule le long du mur jusqu'à ce que ses poignets soient en regard de la verticale, un mouvement de flexion/extension du rachis ou de l'articulation coxo-fémorale modifierait la position du sujet par rapport à la verticale. Il faudrait donc veiller lors de cette étape, à l'alignement entre le tragus, l'acromion, le grand trochanter et les malléoles fibulaires.

La longueur du pas pourrait aussi influencer la réalisation du test. Plus le pas est grand, plus le sujet franchira la ligne verticale facilement. C'est pourquoi lors de l'installation nous nous sommes assurés que tous les sujets plaçaient leurs talons à côté de l'hallux, et non pas le talon en avant de l'hallux.

Pour homogénéiser les résultats, nous aurions pu augmenter la taille de l'échantillon, ou le nombre de passages. Par exemple, nous aurions pu proposer aux sujets de passer le test trois fois de chaque côté, à chaque session. Une troisième session aurait pu permettre de comparer les résultats de S3 et de S2 afin de shunter l'effet découverte de S1, ou de mieux apprécier l'effet d'apprentissage entre S1 et S3.

4.1.2.2 Différence entre les résultats du membre dominant et du membre non dominant

Il existe une différence significative entre le nombre de touches totales du MD et du MND lors de la première session. Encore une fois, sur le plan clinique cette différence représente en moyenne moins d'une touche ce qui est dérisoire.

Nous considérons donc que la latéralité n'influence pas les résultats du test, ce qui était recherché puisque décrit comme un défaut pour le FTPI.

Une différence du nombre de touches bonnes ou du score n'a pas été recherchée car nous estimons qu'il existe trop de biais pouvant influencer les résultats.

Nous pouvions penser que les résultats aient été meilleurs avec le MD. Celui-ci étant plus habile, il aurait été plus apte à atteindre la zone « A ». Or, le MD est peut-être aussi celui qui

est le plus souple, et nous avons vu que les sujets avec les meilleures amplitudes obtenaient paradoxalement les scores les plus faibles puisqu'ils franchissaient la limite inférieure...

Nous aurions alors pu chercher s'il y avait plus de touches dans le quadrant « B » avec le MD qu'avec le MND. Cela voudrait dire qu'avec le MD les sujets avaient plus d'amplitude et franchissaient la limite horizontale. Mais encore une fois, on peut se retrouver avec des sujets effectuant tous les gestes très rapidement, et dans le quadrant « B » comme des sujets se concentrant sur la précision et plaçant tous les gestes dans le quadrant « A ».

4.1.2.3 Corrélation avec le CKCUEST

Les résultats au test ne sont que faiblement corrélés à ceux du CKCUEST que lors de la deuxième session.

Nous n'avons pas pu mettre en avant de sujets ayant un résultat significativement plus élevé ou plus faible que la moyenne pour chacun des deux tests. Autrement dit, nous n'avons pas pu démontrer que les sujets ayant obtenu les meilleurs scores au test en CCO étaient les mêmes que ceux réalisant les meilleurs scores au CKCUEST.

Ces résultats peuvent être dus à la faible taille de l'échantillon et à son homogénéité. Puisqu'il ne comportait que des sujets sains, tous avaient des résultats élevés au moins au CKCUEST. Ainsi, même le sujet n°16 qui obtient 12 touches totales au test en CCO, réalise 20 touches au CKCUEST, la moyenne étant de 20,5 dans l'étude Tucci et coll. (ANNEXE VII).

De plus, les deux tests n'évaluent pas la même composante de l'épaule. Notre test évalue un mouvement rapide, unilatéral et de grande amplitude en CCO, alors que le CKCUEST s'intéresse à la stabilité de l'épaule en CCF. Le CKCUEST mobilise les deux épaules et sollicite la capacité de gainage du patient. Malgré l'intégrité de leur épaule, certains individus peuvent donc obtenir un faible score par défaut d'endurance des muscles du tronc.

Cependant, il aurait été intéressant de trouver une corrélation entre les résultats de ces deux tests. Premièrement, cela montrerait que notre test pourrait discriminer une EDI d'une épaule saine, au même titre que le CKCUEST (31).

Deuxièmement, cela permettrait d'utiliser le test en CCO en cas d'impossibilité de réaliser le CKCUEST (trouble musculo-squelettique du membre supérieur, mauvais gainage).

4.1.2.4 Résultats par catégorie

Pour simplifier les calculs, nous avons décidé de n'utiliser que le nombre de touches totales pour comparer les différentes classes. Pour les raisons citées plus haut, le nombre de touches bonnes ou du score comportait trop de biais. Quant au nombre de touches AB, il correspond au nombre de touches totales sauf pour trois sujets.

Il n'y avait pas de différence significative entre les résultats des hommes ou des femmes ; des droitiers ou des gauchers ; et des sportifs ou des sédentaires.

La taille de l'échantillon reste toujours un facteur pouvant expliquer ces résultats. En effet sur les vingt-quatre sujets, seulement sept pratiquaient un sport qui implique l'utilisation du MS de façon régulière. En outre, six sujets ont pratiqué un sport impliquant le MS (handball, volleyball, natation) il y a plusieurs années et n'ont pas été inclus dans la catégorie « sportifs » au moment de l'étude.

De plus, tous les individus gauchers appartenaient à la catégorie des sportifs.

Prenons les caractéristiques de tous les sujets au-dessus de la moyenne (17,52 (\pm 2,66) touches pour le MD et 16,92 (\pm 2,63) pour le MND), soit tous les sujets avec un nombre de touches totales ≥ 20 .

Pour chaque membre, nous retrouvons les sujets n°13, 14 et 18. En l'occurrence il s'agit de deux hommes et une femme. Le sujet n°13 pratique l'escrime et les deux autres sujets ont pratiqué respectivement le volley-ball et la natation il y a au moins deux ans. Seul le n°13 est gaucher.

A l'inverse si l'on s'intéresse aux sujets avec un résultat ≤ 14 touches, on retrouve les sujets n°16 et n°21. Les deux sont des femmes droitères. Le sujet n°21 pratiquait le handball il y a trois ans. Leur faible score reste cependant corrélé à leur envie de réaliser correctement le geste plutôt que d'en faire le maximum selon les observations.

4.1.2.5 Intensités de l'effort et de la douleur perçues

Les tests ne semblent pas engendrer de fatigue chez les sujets. Néanmoins, réaliser le test en condition de fatigue pourrait être judicieux. En effet, il semblerait que la fatigue musculaire perturbe la proprioception des individus, notamment en rotation externe (20,39,40).

Il serait donc intéressant d'apprécier la réalisation du test en situation de fatigue musculaire. Pour cela, deux possibilités s'offrent à nous : augmenter le temps de réalisation du test ou augmenter la charge de travail en ajoutant une résistance au mouvement (poids ou élastique), comme l'ont suggéré les créateurs du ULRT (34).

D'autre part, les tests sont indolores. Les gênes rapportées lors du CKCUEST au poignet et à l'épaule confirment que la CCF est une contrainte en cas d'atteinte d'une autre articulation du MS.

Pour le test en CCO, les sujets exprimaient plutôt une sensation de tiraillement ou une gêne à l'épaule qu'une véritable douleur. Même les individus avec la note la plus élevée sur l'EVA (4/10) ont précisé qu'il ne s'agissait pas d'une douleur handicapante ni persistante.

La différence entre leur note et celle des autres cobayes réside dans la subjectivité de la sensation douloureuse.

Ces résultats sont certainement dus à l'étirement du plan capsulo-ligamentaire antérieur. Un échauffement plus long ou plus spécifique serait à envisager pour éviter ces sensations.

En revanche, nous savons que le test en CCO ne doit pas être douloureux lors de son exécution. Dans le cas contraire, il conviendrait d'arrêter le test et de rechercher une éventuelle dysfonction dans la biomécanique de l'épaule du sujet.

A titre de comparaison, dans l'étude de Tucci et coll. sur le CKCUEST (31), les sujets sains ne reportaient aucune douleur tandis que 96,4% des sujets avec un conflit sous acromial exprimaient une douleur modérée à sévère.

4.2 Intérêt et limites des résultats par rapport à la littérature

Ce test a l'avantage de proposer un mouvement en chaîne ouverte, à grande vitesse, dans la position d'instabilité de l'épaule, le plus proche possible du geste sportif. Le manque de test de ce genre dans la littérature renforce la légitimité de notre étude. En effet, les tests recensés jusqu'ici atteignent leur limite quand il s'agit d'évaluer le sujet dans une situation fonctionnelle.

Les tests évaluant la proprioception se font la plupart du temps dans des angulations précises et à vitesse lente, parfois même passivement, loin du contexte de l'activité.

Les tests de puissance type SSPTT ou USSPT se limitent à une position du membre supérieur sous l'horizontale et à un mouvement unique.

Les tests fonctionnels comme le CKCUEST ou le ULRT, utilisent la CCF, ce qui est rarement le cas du MS sauf cas particuliers comme lors de réceptions au sol au judo ou en escalade.

Enfin, le FTPI et le test d'appréhension eux, placent l'épaule dans la position d'instabilité et en CCO. Néanmoins, le test d'appréhension reste un mouvement passif réalisé par le thérapeute. Il teste alors plus la représentation que le sujet a de son épaule dans l'espace, que la capacité du contrôle moteur à protéger l'articulation.

Le FTPI paraissait être le test se rapprochant le plus de nos critères mais celui-ci évalue d'avantage la dextérité des lanceurs que les qualités biomécaniques de l'épaule. La latéralité du sujet biaise la réalisation du test puisque les abaqes existants ne différencient pas les résultats du membre dominant ou non dominant.

De plus, les études à l'origine du FTPI remontent aux années 1990 et n'exposent pas la méthodologie de recherche des auteurs (29). Il nous a été impossible de nous procurer ces deux articles donnant potentiellement ces informations : « Rankin SA, Roe JR. Test —retest reliability analysis of Davies' clinically oriented Functional Throwing Performance Index (FTPI) over extended time intervals » et « Lexington, KY: University of Kentucky; 1996. Thesis. 2: Davies GJ. Protocol for Functional Throwing Performance Index. Workshop Compendium, 1995 ».

C'est pourquoi nous avons utilisé le CKCUEST, plusieurs fois étudié et validé pour objectiver la stabilité du complexe de l'épaule malgré les différences qu'il présente avec notre test. Présenté au début de l'année 2020, le Upper Limb Rotation Test (ULRT) aurait pu être choisi à la place du CKCUEST. En effet, le geste réalisé s'apparente plus à celui de notre test, en couplant l'abduction et la rotation externe de l'épaule en CCF (ANNEXE I).

Les auteurs qui se sont penchés sur le ULRT ont utilisé le CKCUEST en comparaison mais également d'autres tests de force et de puissance du membre supérieur. Parmi lesquels le Seated Medicine Ball Throw Test, une évaluation isocinétique des muscles rotateurs de l'épaule et l'évaluation de l'amplitude de rotation du tronc avec le Seated Trunk Rotation Test. Dans un souci d'accès à l'isocinétisme et des contraintes logistiques que cela engendrait pour les volontaires, nous n'avons pas choisi d'utiliser ce genre de tests en comparaison de nos résultats.

4.3 Intérêts et limites des résultats par rapport à la pratique professionnelle

Actuellement, notre test n'est pas efficient. En effet, le protocole est à modifier pour assurer une meilleure reproductibilité au test. De plus, nous ne pouvons pas le présenter comme un critère de RTP puisqu'il n'a pas été testé sur des sujets pathologiques, ni sur un échantillon assez conséquent de sportifs. Nous ne disposons donc pas de données pour ces populations.

Bien que nous ayons tenté de rendre le test peu coûteux en temps et en matériel, son autre limite est sa diffusion et son utilisation. Comme nous l'avons vu, une multitude de tests et de questionnaires évaluant la performance physique du MS existent déjà. Il est donc difficile pour les praticiens de tous se les approprier, et la proposition d'un bilan de ce genre pourrait donc passer inaperçue.

Néanmoins, ce test inclus dans un cluster d'autres critères d'amplitude et de force musculaire entre autres, permettrait d'évaluer la progression du patient. À l'ère de l'EBP, il serait un critère objectif et traçable pour orienter les praticiens dans leur plan de rééducation et justifier leurs choix thérapeutiques.

En outre, ce test a l'avantage d'être rapide et de ne nécessiter que du petit matériel.

4.4 Perspectives d'approfondissement ou de réorientation

Si cette étude était à poursuivre, voici plusieurs pistes d'améliorations que nous suggérerions :

Les biais de mesure pourraient être diminués grâce à des modifications du protocole.

Premièrement, vérifier l'alignement du tragus, de l'acromion, du trochanter et des malléoles lorsque le sujet se place bras tendus en regard de la verticale.

Pour standardiser la distance entre le sujet et la zone cible, nous pourrions prendre des mesures centimétriques. Par exemple, le sujet serait placé à une distance égale à la taille de son MS à laquelle on soustrait 24cm pour les femmes ou 27cm pour les hommes, taille moyenne d'un pied.

Ensuite, la zone cible à atteindre serait équivalente aux quadrants « A + B ». C'est à dire que seule la limite verticale serait conservée pour contraindre le sujet à aller dans des amplitudes maximales. La bonne réalisation du geste serait garantie par la démonstration faite pendant la consigne et les mouvements d'apprentissage. Ainsi, nous éviterions de créer la confusion chez les sujets entre vitesse et précision.

Des encouragements oraux à la moitié du test pourraient inciter le sujet à être au maximum de ses capacités.

Pour optimiser les résultats, la taille de l'échantillon devrait être supérieure à celle de notre étude. La population comprendrait trois groupes hétérogènes : deux groupes d'individus sains serviraient de référence. L'un comportant des individus ne pratiquant pas d'activité régulière impliquant le membre supérieur, et l'autre des sportifs utilisant le membre supérieur en chaîne ouverte régulièrement. Le troisième groupe serait constitué de sujets diagnostiqués avec une EDI en fin de rééducation. L'objectif étant de voir si ce dernier groupe obtiendrait des résultats significativement plus faibles que les deux autres groupes.

La reproductibilité inter-évaluateurs serait appréciée en comparant les résultats de deux investigateurs.

4.5 Difficultés rencontrées

Lors de l'élaboration du test nous avons rencontré plusieurs difficultés. Tout d'abord il fut difficile de se créer un cadre fixe : quel critère souhaitons-nous mesurer ? Sur quelle population ? À quel moment de la rééducation ?

Ensuite, la difficulté résidait dans le fait d'obtenir un test standardisé mais qui devait rester simple à mettre en œuvre. Pour limiter le coût du matériel et le temps de mise en œuvre, nous avons choisi de ne pas utiliser de gros matériel (accéléromètres, isocinétisme, laboratoire du mouvement) et une installation sans prise de mesures anthropométriques. Cependant, ces choix ont pu impacter la reproductibilité du test comme nous l'avons vu ci-dessus.

Enfin, d'un point de vue personnel, il m'a été difficile d'obtenir un échantillon de plus grande taille à cause de nombreux désistements des élèves en période d'examen. La mise en place de toutes les sessions de tests et de pré-tests ont demandé une logistique plus conséquente que ce que j'imaginai.

Le choix des outils statistiques et leur interprétation clinique furent également chronophages bien que très enrichissants. Il était assez frustrant de constater que les résultats obtenus ne validaient pas nos hypothèses. Néanmoins j'ai appris à voir les résultats sous deux angles différents : le point de vue statistique et le point de vue clinique. Cela m'a permis de savoir être critique par rapport aux résultats statistiques exposés dans des études, en les reconsidérant sur le plan concret.

4.6 Démarche menant au test final

Dans cette partie nous exposerons les pré tests réalisés. Ceux-ci illustrent bien les difficultés rencontrées lors de l'élaboration du protocole, et le cheminement nous ayant conduit jusqu'au protocole final.

L'idée originale de ce mémoire était de proposer un test qui puisse objectiver la proprioception d'une épaule instable en fin de rééducation. Afin d'obtenir des normes, il devait être testé sur des étudiants sains de l'IFMK. Il se devait d'être reproductible et nécessiter peu de matériel et de temps.

Ainsi, en nous calquant sur le principe du test de repositionnement céphalique, nous avons essayé d'évaluer la proprioception de l'épaule via une cible à atteindre avec un pointeur laser. Plusieurs pré tests ont alors été réalisés. Pour chaque pré test, nous notions les modifications nécessaires pour la fois suivante.

4.6.1 Pré test N°1

Le protocole du premier pré test était le suivant :

-Position de départ (Fig.11) : pieds écartés de la largeur du bassin et parallèles. La main controlatérale tient une table fixe. La paume de la main du côté à tester est posée contre l'épine iliaque antéro-supérieure controlatérale. Le sujet tient une balle en mousse dans la main. Le poignet est immobilisé par une orthèse type Manulmmo® pro de Thuasne dans laquelle le laser est inséré entre le premier et le deuxième métacarpien.

-Mouvement demandé : la consigne donnée est « Amenez votre bras en haut et en arrière le plus loin possible comme si vous vouliez jeter une balle. Vous devez répéter ce mouvement le plus de fois possible durant quinze secondes. » Le thérapeute mime le geste en même temps qu'il donne la consigne. (Fig.11)

Le mouvement est en fait une succession de diagonales de Kabat en Flexion/Abduction/Rotation latérale et Extension/Adduction/Rotation médiale.

Le sujet doit répéter le mouvement le plus rapidement possible durant quinze secondes.

-Phase d'apprentissage : le sujet réalise lentement le mouvement de Flexion/Abduction/Rotation latérale une fois dans son amplitude maximale. Le thérapeute accroche alors la cible de façon à ce que le laser pointe au centre de celle-ci.

Il est demandé au sujet de reproduire le mouvement dix fois lentement, pendant lesquelles il doit viser le centre de la cible. Le thérapeute lui indique si le laser pointe dans la cible ou non en lui précisant « plus haut », « plus bas », « en arrière » ou « en avant ».

-Réalisation du test : le départ et la fin du test sont marqués par les mots « GO » et « STOP ». La consigne est rappelée.

La réalisation du test à vitesse lente et à vitesse rapide est filmée pour juger de la qualité du geste et vérifier la trajectoire du laser.

Pour estimer la taille de la cible à utiliser, nous avons utilisé le logiciel d'analyse vidéo « Tracker ». Le centre de la cible était le centre d'un repère orthonormé et nous notions les coordonnées du point laser à chaque mouvement. La dispersion moyenne de ces points devait servir à choisir le diamètre de la cible.



Figure 11a et b : position de départ position d'arrivée du pré test n°1

4.6.1.1 Justifications

Le but était de mimer les mouvements d'armé et de fouetté du membre supérieur lors d'un lancer ou d'un smash par exemple. J. Myers considère que les diagonales de Kabat « suscitent la coordination et ont une similitude entre le plan de mouvement et le mouvement de service. »(2).

De plus, Sainburg et al. ont démontré que les patients dépourvus de proprioception étaient incapables d'effectuer des mouvements poly-articulaires. L'utilisation de toutes les articulations du membre supérieur en CCO pourrait donc permettre de déceler un déficit proprioceptif plus facilement que l'utilisation de l'épaule seule (35).

L'amplitude extrême d'abduction et de rotation latérale était cherchée afin de placer l'épaule en position d'instabilité maximale. De plus, c'est en amplitudes extrêmes que les récepteurs capsulo-ligamentaires de Pacini et de Ruffini sont stimulés (2).

La position debout permettait de rester dans le contexte de la réalisation du geste et la table servait à minimiser les compensations rotatoires du tronc.

L'orthèse et la balle évitaient que l'extension des doigts ne masque le faisceau laser et la balle ajoutait une composante fonctionnelle au geste.

La cible était constituée d'un centre de vingt centimètres de diamètre et de trois cercles concentriques de cinq centimètres de plus à chaque fois. Ces mesures étaient totalement aléatoires.

La consigne avait été testée auparavant sur plusieurs personnes pour s'assurer qu'elle soit claire et que l'on obtienne le mouvement souhaité.

La durée de quinze secondes reprend celle du CKCUEST.

4.6.1.2 Critiques et améliorations

Critiques :

- Quand l'examineur tient le téléphone à la main, le repère orthonormé utilisé ensuite avec le logiciel vidéo n'est plus exploitable puisque le centre du repère est déplacé (Fig.12).
- Les rotations du tronc sont encore trop importantes dans la compensation du mouvement (Fig.12).
- Les mouvements ne sont pas similaires entre les sujets, notamment dans l'amplitude d'abduction (Fig.11b et 12).
- Lors de la phase rapide le sujet gagne en amplitude et dépasse totalement la cible. Le laser se disperse énormément. L'abscisse du laser variait jusqu'à +45 centimètres (Fig.12) et l'ordonnée jusqu'à +75cm, or la cible mesurait 50cm de diamètre ce qui était déjà une taille conséquente. Tous les mouvements hors de la cible impliquent que même un sujet sain obtenait un score très bas (Fig.12). De plus, cela montre que le placement de la cible lors du premier mouvement ne correspondait pas à l'amplitude maximale du sujet.
- Certains sujets se plaignaient de douleurs à la fin du test.

Améliorations suggérées :

- Utilisation d'une cible standard pour tir à l'arc de 40cm de diamètre.
- Stabilisation du téléphone pour que la vidéo soit immobile.
- Stabilisation du tronc en demandant au sujet de fixer un point du regard, ou passage à une position assise.
- Amélioration de la consigne pour rendre le geste plus reproductible : « Pointez le plafond avec la main et amenez le bras le plus loin en arrière comme si vous vouliez jeter une balle ».
- Adaptation de la position du sujet par rapport à la cible : fixation de la cible sur un support roulant. Quand le sujet réalisait le premier mouvement dans l'amplitude maximale nous placions la cible à 30cm de son majeur (Fig.13a).
- Mise en place d'un échauffement avant de passer le test : 10 mouvements de circumduction dans le sens horaire puis dans le sens antihoraire puis 10 mouvements d'accolade.

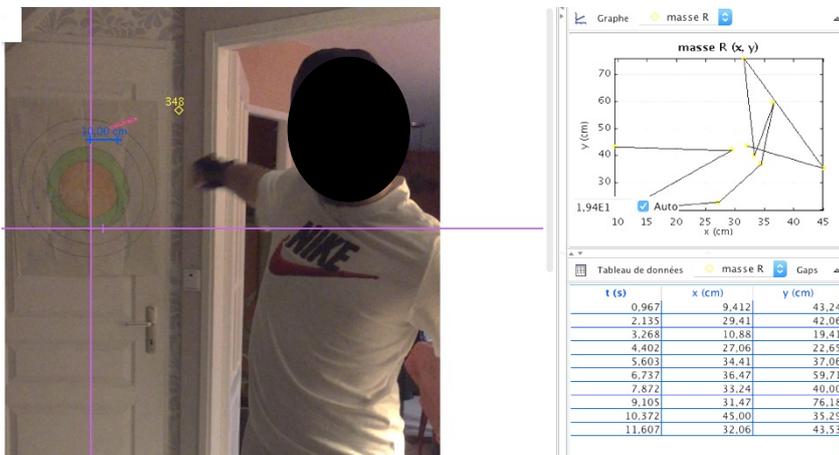


Figure 12 : analyse vidéo de la phase rapide, le centre du repère est déplacé, le sujet compense avec le tronc et n'est pas dans les amplitudes maximales de l'épaule.

4.6.2 Pré test N°2

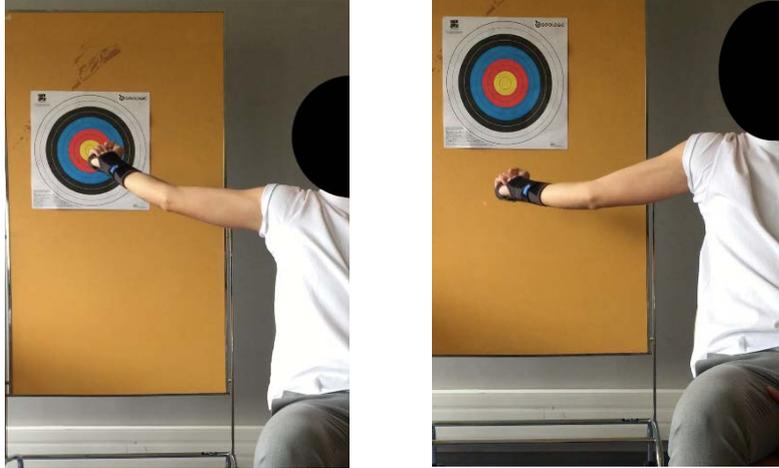


Figure 13a et b : Positions de départ et d'arrivée pour le pré test n°2

4.6.2.1 Critiques et améliorations

Critiques :

- L'amplitude des derniers mouvements reste bien plus grande que celle de départ et fausse les résultats (Fig.13b). L'échauffement ne suffit pas à obtenir une amplitude maximale au moment où l'on place la cible. L'inertie du bras pendant le mouvement rapide qui pose problème.
- Placer la cible sur un support roulant n'est pas toujours possible. Cela prenait trop de temps et le sujet se plaignait de la position inconfortable pour son épaule.

Améliorations suggérées :

- Placer le laser sous le coude du sujet pour shunter le poignet sans nécessité de l'orthèse.
- Aider le sujet à mémoriser d'avantage le mouvement à l'aide d'un miroir durant la phase d'apprentissage.
- Placer la cible sur le mur et tous les sujets à un mètre de celui-ci pour standardiser cette distance.

4.6.3 Pré test N°3

Lorsque le sujet réalisait le premier mouvement dans l'amplitude maximale, le thérapeute plaçait la cible de façon à ce que le laser pointe en son centre, ainsi qu'un repère sur le miroir, en regard de la main du sujet (carré blanc sur la Fig.14a). Ce repère aidait le sujet à se repositionner lors de la phase d'apprentissage.



Figure 14a et b : Position adoptée pour le pré test N°3

4.6.3.1 Critiques et améliorations

Critiques :

- Le positionnement de la cible au départ, ne reflétait pas l'amplitude maximale du sujet. (Fig.14b). Or, il était impossible de la placer pendant la réalisation du geste à vitesse rapide.
- La phase d'apprentissage avec le miroir permettait de limiter le nombre de gestes hors de la cible mais impliquait que le sujet arrête son mouvement d'armé bien avant d'être proche de ses amplitudes extrêmes.

Pour le pré test n°4 nous nous sommes donc attardés pour trouver un moyen de placer la cible, en fonction des mouvements rapides.

4.6.4 Pré test N°4

Le sujet était assis à un mètre du mur comme lors du pré test n°3. À partir de la position de départ, nous avons placé au mur des repères en regard de l'angle supéro-latéral de l'acromion, de l'olécrâne et du grand trochanter du sujet (Fig.15).

Les tests étaient filmés. À l'aide de l'analyse vidéo, nous avons tenté de créer un nuage de points correspondant aux coordonnées du pointeur laser à chaque mouvement. Il devait déterminer la zone où la cible serait placée par rapport aux repères osseux choisis.

Malheureusement, la dispersion des points était trop grande et aléatoire. Certains points sortaient du cadre de la vidéo et atterrissaient sur le mur au dos du sujet (Fig.15).

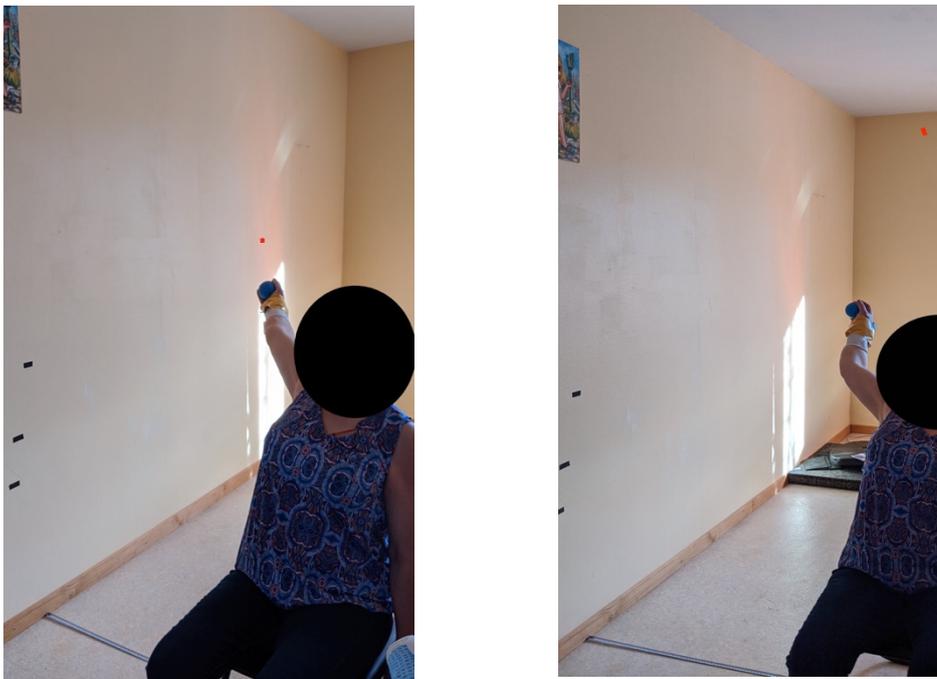


Figure 15 : Projections de deux points laser lors du mouvement, l'un sur le mur l'autre au plafond

Face à cette nouvelle difficulté, nous avons décidé d'abandonner l'utilisation du pointeur laser. Deux autres options ont alors été envisagées.

La première était de placer le sujet dos au mur et d'y fixer une cible que le sujet devait toucher pour valider le mouvement. La deuxième était de laisser le sujet de profil au mur et de définir une zone sur le mur que le sujet devait atteindre. Cette option a été choisie car elle

permet de ne pas donner au sujet de feedback quant à la réussite ou non du mouvement. En effet, un feedback tactile permettrait au sujet de modifier la trajectoire ou la vitesse du mouvement.

4.6.5 Pré test N°5

4.6.5.1 *Réflexion première*

Les sujets étaient assis sur un tabouret haut de façon à libérer les scapulas. Le tabouret était de profil au mur en regard d'un axe vertical. Pour standardiser la position, ils posaient la main contre le mur et s'en écartaient de façon à pouvoir tendre le bras à 90° d'abduction (Fig.16). La main controlatérale se tenait à l'assise du tabouret. Les pieds étaient bloqués derrière les pieds du tabouret.

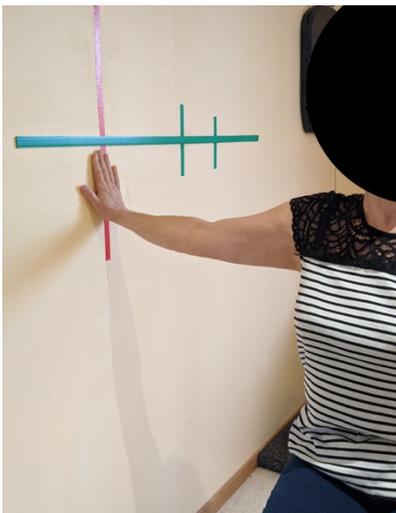


Figure 16 : Installation de départ

Notre objectif était de placer la zone cible à un endroit tel que le sujet soit obligé d'effectuer le geste d'armé jusqu'à la mise en tension du plan capsulo-ligamentaire antérieur de l'épaule pour l'atteindre.

Pour cela nous avons placé une première limite à une distance égale à celle de la taille de l'humérus du sujet. Ainsi, on garantissait l'abduction horizontale de l'humérus (Fig.17).

La deuxième limite était tracée à une distance égale à celle du MS du sujet. Nous déterminerons la taille du MS comme étant égale à la mesure entre l'angle postéro-latéral de

l'acromion et la styloïde radiale. En théorie, c'est la distance maximale que celui-ci pouvait atteindre (Fig.18).



Figure 17 : Première limite

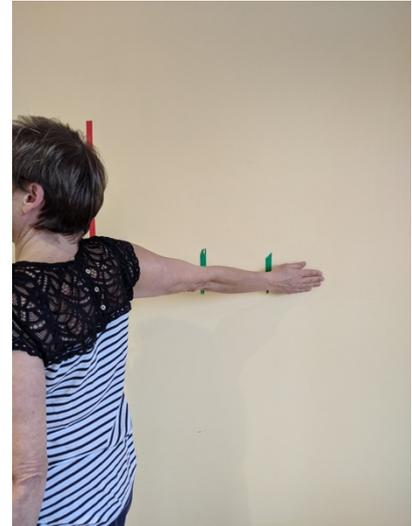


Figure 18 : Deuxième limite

Après quelques essais, nous avons remarqué que certains sujets se contentaient de réaliser une extension du coude et une abduction horizontale de la gléno-humérale. La trajectoire en diagonale et l'association d'abduction et de rotation latérale était donc perdue (Fig.19). Or, une élévation du membre supérieur d'au moins 90° était nécessaire pour assurer la mise en tension du plan capsulo-ligamentaire antérieur (36).

Nous avons alors contraint l'élévation du MS en rapprochant les sujets du mur. Les individus s'écartaient alors du mur d'une distance égale à la taille de leur humérus. C'est à dire qu'ils devaient pouvoir poser leur main sur l'épaule homolatérale et se tenir de profil au mur avec le coude effleurant celui-ci (Fig.6).

Nous avons également tracé une limite inférieure horizontale à hauteur de l'acromion. Elle avait pour but d'assurer les 90° d'élévation minimum (Fig.20).

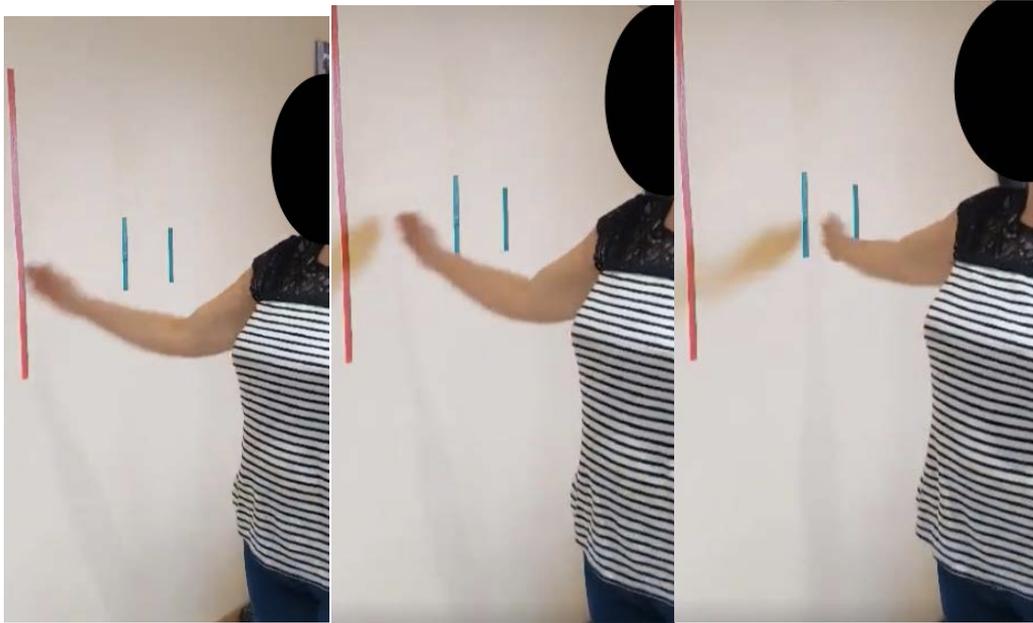


Figure 19 : Exemple de mouvement mal réalisé, l'humérus ne dépasse pas l'horizontale

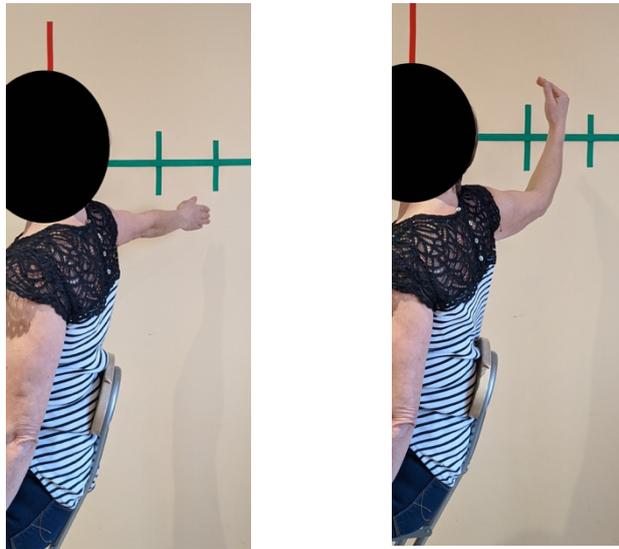


Figure 20 : Intérêt de la limite inférieure lors du mouvement mal réalisé puis bien réalisé

Le fait d'imposer une zone restreinte à atteindre était une façon d'évaluer la proprioception du sujet, et sa capacité de freiner le mouvement par une contraction excentrique des muscles du plan antérieur.

4.6.5.2 Déroulement du pré test N°5 (Fig. 21)

Après deux phases d'apprentissage, les sujets devaient atteindre la zone cible le plus de fois possible en quinze secondes.

Lors de la première phase d'apprentissage, le sujet devait réaliser le mouvement à vitesse lente. L'investigateur lui indiquait lorsqu'il était dans la zone. Sinon il le dirigeait verbalement avec les consignes « plus haut, plus bas, plus loin ou moins loin ».

Lors de la deuxième phase, ils réalisaient le mouvement à vitesse rapide et une mousse était placée à la limite postérieure. Elle permettait au sujet de savoir, par un feedback tactile, quand il dépassait la zone cible.

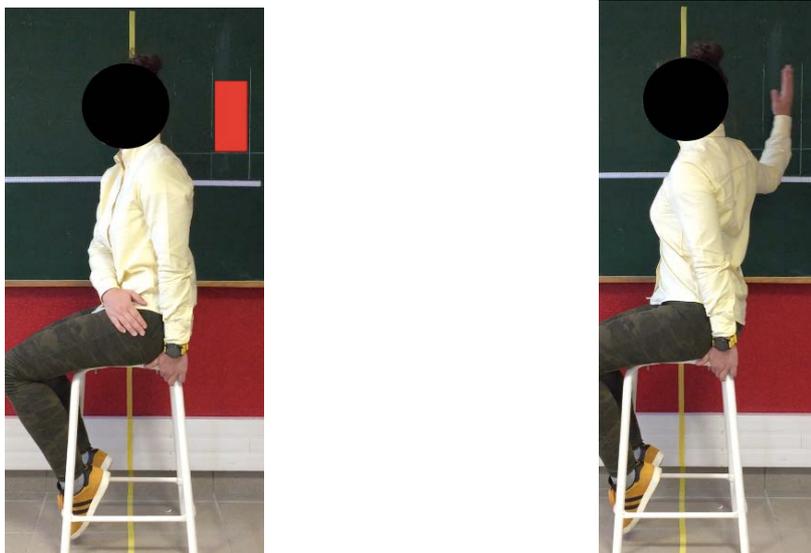


Figure 21 : position de départ et d'arrivée du pré test N°5

4.6.5.3 Critiques et améliorations

Critiques :

- Des compensations en extension ou en rotation du rachis ainsi que l'inertie du mouvement permettaient à la majorité des sujets de franchir les limites postérieures et inférieures.
- Le repositionnement de la main dans la cible ne représentait pas une situation fonctionnelle. En situation réelle, à l'exécution du geste, le sujet ne freinerait pas son

mouvement volontairement mais plutôt grâce à la mise en jeu des structures capsulo-ligamentaires et musculaires du complexe de l'épaule.

À l'issue de ce pré-test nous avons donc choisi de ne plus évaluer la proprioception par le repositionnement mais le contrôle moteur de l'épaule lors d'un mouvement à haute vélocité et en amplitude maximale.

Il fallait donc modifier :

- La position du sujet. La position assise permettait toujours les compensations du rachis et une chaise avec dossier gênait la liberté du mouvement.
- La zone cible choisie. Elle ne devait pas imposer de stopper le mouvement puisque nous ne recherchions plus le repositionnement de la main dans celle-ci.
- La mise en place de la cible, car la prise de mesure était chronophage.

Les dernières modifications ont donc été les suivantes :

- Adoption de la position debout pour rester dans une situation la plus fonctionnelle possible. Nous avons choisi de limiter les compensations du rachis sans les supprimer puisqu'elles participent aux derniers degrés d'amplitude du mouvement.
- Abandon de la limite postérieure.
- Rabais de la limite inférieure au niveau du manubrium.
- Utilisation de repères anthropométriques mais sans mesures : rapide à mettre en œuvre et nécessite peu de matériel.
- Adoption d'une consigne globale laissant de la liberté dans la réalisation du geste, notamment sur la position du coude.
- Augmentation du temps du test à 20 secondes. 15 secondes ne permettaient pas de différencier les sujets lents des sujets plus rapides et 30 secondes paraissaient être de trop selon les participants.

Pour le pré test N°5 le sujet était en regard de la ligne verticale, et il fallait tracer une limite à une distance égale à la taille de son MS.

Pour éviter de tracer cette limite à chaque fois, nous avons décidé que c'était le sujet qui devait s'éloigner de la verticale, d'une distance égale à la taille de son MS (Fig.4). Il avançait ensuite d'un demi pas, puis se déportait du mur d'une distance égale à la taille de son humérus.

Le demi pas est nécessaire pour atteindre la zone cible. Le sujet dessinant un triangle rectangle entre le mur et la zone cible, sans ce demi pas, il devrait parcourir une distance supérieure à celle de son propre membre supérieur pour atteindre la zone (Fig.25).

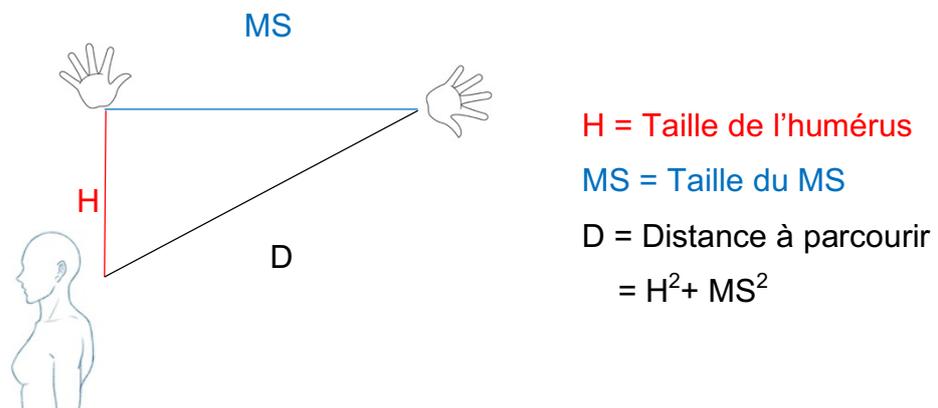


Figure 22 : position du sujet par rapport au mur vue du dessus

5. CONCLUSION

Qu'il s'agisse de l'intégrité anatomique, de la force ou de la puissance musculaire, la littérature propose une palette de tests et de questionnaires destinés à examiner les facultés de l'épaule après blessure.

En fin de rééducation, les tests de performance physique permettent d'apprécier la fonction de l'articulation. Pour rappel, l'épaule est avant tout destinée à la préhension, et donc à une activité en chaîne cinétique ouverte dans les trois plans de l'espace. Seulement, à l'image du CKQUEST ou du SSPT, la plupart des tests existants utilisent la chaîne cinétique fermée ou n'explorent pas les amplitudes au-delà de l'horizontale.

L'objectif de notre étude fût donc de proposer un test permettant d'évaluer le contrôle sensorimoteur de l'épaule lors d'un mouvement à haute vitesse en chaîne cinétique ouverte.

Lors d'une succession de mouvements d'armé du membre supérieur, les sujets devaient atteindre une zone cible le plus de fois possible en un temps imparti. Nous comptons le nombre de touches réalisées au total, ainsi que le nombre de touches dans la cible. Un score égal au quotient du nombre de touches dans la cible par rapport au nombre de touches totales était alors établi.

Le protocole mis en place nous a permis d'obtenir des normes du nombre de touches totales et du score réalisés chez des étudiants sains. Toutefois, il serait intéressant de reconduire l'expérience en considérant les biais évoqués et les modifications proposées.

Ainsi, un échantillon plus conséquent et hétérogène, et une modification du protocole pourraient permettre d'obtenir des résultats plus représentatifs et extrapolables au contexte de RTP.

À terme, une étude de Cohorte pourrait montrer ou non, une corrélation entre un faible score au test et l'apparition ou la récurrence d'une blessure. Ainsi, la validité du test pourrait également être appréciée.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

1. Riemann BL, Lephart SM. The sensorimotor system, part I: the physiologic basis of functional joint stability. *J Athl Train.* janv 2002;37(1):71-9.
2. Myers JB, Lephart SM. The role of the sensorimotor system in the athletic shoulder. *J Athl Train.* juill 2000;35(3):351-63.
3. Myers JB, Wassinger CA, Lephart SM. Sensorimotor contribution to shoulder stability: effect of injury and rehabilitation. *Man Ther.* août 2006;11(3):197-201.
4. McMahon PJ, Lee TQ. Muscles may contribute to shoulder dislocation and stability. *Clin Orthop Relat Res.* oct 2002;(403 Suppl):S18-25.
5. Hawkes DH, Khaiyat OA, Howard AJ, Kemp GJ, Frostick SP. Patterns of muscle coordination during dynamic glenohumeral joint elevation: An EMG study. *PLoS ONE.* 2019;14(2):e0211800.
6. Labriola JE, Lee TQ, Debski RE, McMahon PJ. Stability and instability of the glenohumeral joint: the role of shoulder muscles. *J Shoulder Elbow Surg.* févr 2005;14(1 Suppl S):32S-38S.
7. Page P. Shoulder muscle imbalance and subacromial impingement syndrome in overhead athletes. *Int J Sports Phys Ther.* mars 2011;6(1):51-8.
8. Haller S, Cunningham G, Laedermann A, Hofmeister J, Van De Ville D, Lovblad K-O, et al. Shoulder apprehension impacts large-scale functional brain networks. *AJNR Am J Neuroradiol.* avr 2014;35(4):691-7.
9. Owens BD, Dickens JF, Kilcoyne KG, Rue J-PH. Management of Mid-season Traumatic Anterior Shoulder Instability in Athletes. *J Am Acad Orthop Surg.* août 2012;20:518-26.
10. Hot P. De la rééducation fonctionnelle à la réathlétisation : la prise en charge du sportif en fin de soins. *Kinésithér Scient.* oct 2010;(514):52-6.
11. Puig P-L, Trouvé P, Laboute E. Plaidoyer pour une réathlétisation des plasties du ligament croisé antérieur chez le sportif pour préparer le retour sur le terrain. *Journal de Traumatologie du Sport.* juin 2010;27(2):62-7.
12. McCarty EC, Ritchie P, Gill HS, McFarland EG. Shoulder instability: return to play. *Clinics in Sports Medicine.* juill 2004;23(3):335-51.
13. Catto J, Rambaud A, Lagniaux F. Les moyens d'évaluation validés du retour au sport après ligamentoplastie du LCA. *Kinésithér Scient.* févr 2019;(606):47-51.
14. Ciccotti MC, Syed U, Hoffman R, Abboud JA, Ciccotti MG, Freedman KB. Return to Play Criteria Following Surgical Stabilization for Traumatic Anterior Shoulder Instability: A Systematic Review. *Arthroscopy.* 2018;34(3):903-13.

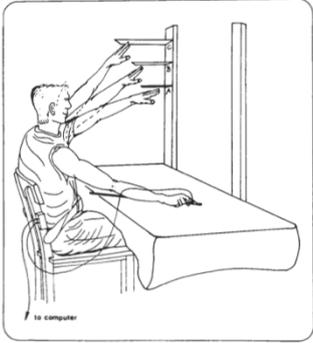
15. Dickens JF, Owens BD, Cameron KL, Kilcoyne K, Allred CD, Svoboda SJ, et al. Return to Play and Recurrent Instability After In-Season Anterior Shoulder Instability: A Prospective Multicenter Study. *Am J Sports Med.* déc 2014;42(12):2842-50.
16. Marc T, Rifkin D, Gaudin T, Teissier J. Rééducation de l'épaule instable. *EMC - Kinésithérapie - Médecine physique - Réadaptation.* janv 2010;6(1):1-16.
17. Edouard P, Beguin L, Fayolle-Minon I, Degache F, Farizon F, Calmels P. Relationship between strength and functional indexes (Rowe and Walch-Duplay scores) after shoulder surgical stabilization by the Latarjet technique. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine.* oct 2010;53(8):499-510.
18. Gaudelli C, Balg F, Godbout V, Pelet S, Djahangiri A, Griffin S, et al. Validity, reliability and responsiveness of the French language translation of the Western Ontario Shoulder Instability Index (WOSI). *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research.* févr 2014;100(1):99-103.
19. Rouleau DM, Faber K, MacDermid JC. Systematic review of patient-administered shoulder functional scores on instability. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery.* déc 2010;19(8):1121-8.
20. Tripp BL, Yochem EM, Uhl TL. Recovery of upper extremity sensorimotor system acuity in baseball athletes after a throwing-fatigue protocol. *J Athl Train.* déc 2007;42(4):452-7.
21. Ager AL, Roy J-S, Roos M, Belley AF, Cools A, Hébert LJ. Shoulder proprioception: How is it measured and is it reliable? A systematic review. *Journal of Hand Therapy.* avr 2017;30(2):221-31.
22. Han J, Waddington G, Adams R, Anson J, Liu Y. Assessing proprioception: A critical review of methods. *Journal of Sport and Health Science.* mars 2016;5(1):80-90.
23. Fyhr C, Gustavsson L, Wassinger C, Sole G. The effects of shoulder injury on kinaesthesia: a systematic review and meta-analysis. *Man Ther.* févr 2015;20(1):28-37.
24. Tarara DT, Fogaca LK, Taylor JB, Hegedus EJ. Clinician-friendly physical performance tests in athletes part 3: a systematic review of measurement properties and correlations to injury for tests in the upper extremity. *Br J Sports Med.* mai 2016;50(9):545-51.
25. Manske R, Reiman M. Functional Performance Testing for Power and Return to Sports. *Sports Health.* mai 2013;5(3):244-50.
26. Borms D, Cools A. Upper-Extremity Functional Performance Tests: Reference Values for Overhead Athletes. *Int J Sports Med.* juin 2018;39(6):433-41.
27. Mornieux G, Hirsh Müller A, Gollhofer A, Südkamp P NP, Maier D. Multimodal assessment of sensorimotor shoulder function in patients with untreated anterior shoulder instability and asymptomatic handball players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness [Internet].* mars 2018 [cité 11 sept 2019];(4). Disponible sur: <https://www.minervamedica.it/index2.php?show=R40Y2018N04A0472>

28. Davies G. Neuromuscular Static and Dynamic Stability of the Shoulder: The Key to Functional Performance. In: Postsurgical Orthopedic Sports Rehabilitation [Internet]. Elsevier; 1996 [cité 7 nov 2019]. p. 133-55. Disponible sur: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780323027021500107>
29. Davies GJ, Dickoff-Hoffman S. Neuromuscular testing and rehabilitation of the shoulder complex. *J Orthop Sports Phys Ther.* août 1993;18(2):449-58.
30. Bos KL, Gehrs KS, C. Hester AL. The Relationship Between a Functional rowing Performance Test and Strength of Various Scapular Muscles. 1999.
31. Tucci HT, Martins J, Sposito G de C, Camarini PMF, de Oliveira AS. Closed Kinetic Chain Upper Extremity Stability test (CKCUES test): a reliability study in persons with and without shoulder impingement syndrome. *BMC Musculoskeletal Disorders* [Internet]. déc 2014 [cité 28 août 2019];15(1). Disponible sur: <https://bmcmusculoskeletaldisord.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2474-15-1>
32. Cools AM, Borms D, Castelein B, Vanderstukken F, Johansson FR. Evidence-based rehabilitation of athletes with glenohumeral instability. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* févr 2016;24(2):382-9.
33. Sciascia A, Uhl T. Reliability of strenght and performance testing measures and their ability to differentiate persons with and without shoulder symptoms. *Int J Sports Phys Ther.* oct 2015;10(5):655-66.
34. Declève P, Attar T, Benameur T, Gaspar V, Van Cant J, Cools AM. The “upper limb rotation test”: Reliability and validity study of a new upper extremity physical performance test. *Physical Therapy in Sport.* mars 2020;42:118-23.
35. Sainburg RL, Poizner H, Ghez C. Loss of proprioception produces deficits in interjoint coordination. *J Neurophysiol.* nov 1993;70(5):2136-47.
36. Kapandji AI, Tubiana R. Physiologie articulaire. schémas commentés de mécanique humaine: 805 dessins originaux de l'auteur 1, 1,. Paris: Maloine; 2005.
37. Dupuis C, Chollet C, Leroy D, Beuret Blanquard F. Influence of the position of the scapula in isokinetic assessment: An example with high level athletes. *Isokinetics and Exercise Science.* 2005;(13):63-6.
38. Codine P, Bernard PL, Sabayrolles P, Herrison C. Reproducibility of isokinetic shoulder testing. *Isokinetics and Exercise Science.* 2005;(13):61-2.
39. Myers JB, Guskiewicz KM, Schneider RA, Prentice WE. Proprioception and neuromuscular control of the shoulder after muscle fatigue. *J Athl Train.* oct 1999;34(4):362-7.
40. Takasaki H, Lim ECW, Soon B. The effect of shoulder muscle fatigue on active repositioning acuity and scapulothoracic resting alignment: A systematic review with meta-analysis. *Phys Ther Sport.* juill 2016;20:61-78.

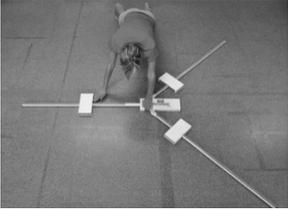
ANNEXE(S)

ANNEXE I : LES TESTS FONCTIONNELS DE L'ÉPAULE (dans l'ordre alphabétique)

Test	Déroulement
<p>Active Multijoint Position Reproduction</p> 	<ul style="list-style-type: none"> -Sujet agenouillé yeux bandés. -Réalise un mouvement de positionnement puis trois passages de repositionnement. -Quand le sujet pense être bien repositionné il actionne un bouton avec l'autre main et reste immobile 1 à 2 secondes. -Des capteurs placés sur le membre supérieur mesurent l'écart d'erreur de repositionnement
<p>CKQUEST (Closed kinetic chain upper extremity stability test)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> -Sujet en position de gainage ventral pour les hommes et de gainage ventral sur les genoux pour les femmes. Les mains sont écartées de 91,4cm. Le dos et les membres inférieurs sont alignés. -Le sujet doit décoller sa main, venir toucher sa main opposée et la repositionner en alternant la main qui travaille à chaque fois. Il doit effectuer le maximum de touches en quinze secondes en maintenant la position de gainage. -Après un essai sous-maximal, le test est réalisé trois fois avec quarante-cinq secondes de repos entre chaque essai.
<p>Force isocinétique des rotateurs</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Il n'y a pas de consensus sur la position de référence : assise ou allongée, ni sur la position de départ du bras. -La position de Davies modifiée montrerait une bonne reproductibilité : patient assis, bras en abduction de 45°, anté-flexion de 30°, coude fléchi à 90°.

<p style="text-align: center;">Functional Throwing Performance Index (FTPI)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> -Le sujet se tient à 4,5m d'une cible de 30x30cm accrochée à une hauteur de 1,2m. -Il doit lancer une balle de 21 pouces dans la cible et la rattraper après rebond le plus de fois possible en 30 secondes. -Pas de consignes spécifiques pour le lancer mais il doit lancer la balle avec l'épaule haute. -4 lancers sous-maximaux d'échauffement -5 maximaux d'essais -3 passages de 30 sec du test
<p>Joint Position Sense (JPS) :</p> <p>AJPS = Active Joint Position Sense</p> <p>PJPS = Passive Joint Position Sense aussi appelé RPP = Repositionement Passive Position</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Le sujet est assis sur une chaise sans dossier et sans t-shirt pour limiter les afférences tactiles. Un bandeau est placé sur ses yeux. -Le sujet est coude tendu, prono-supination neutre -Un inclinomètre est placé au 1/3 inférieur du bras au dessus du coude -Le bras est placé dans une position donnée (abduction, flexion ou rotation) passivement par le thérapeute ou activement par le sujet. -Il est demandé au sujet de replacer son membre dans la position donnée et d'en informer l'examineur. -Chaque mesure est espacée de 5 secondes.
<p>Manual Aiming</p>  <p><small>FIGURE 1. The experimental set-up with targets A, B, and C depicted (actual testing required aiming to targets individually).</small></p>	<ul style="list-style-type: none"> -Le sujet est assis sur une chaise le dos collé au dossier et une ceinture maintenant le bassin. Les bras reposent sur une table coudes tendus. Un système WATSMART est placé dans la main du sujet (capture du mouvement en 3D). -3 cibles de 5x15cm sont placées en face du sujet à environ 100, 120 et 150° d'élévation du bras. -Le sujet doit élever son bras non dominant jusqu'à ce qu'il touche une cible. Ensuite il doit reproduire le mouvement avec le bras dominant et de le maintenir 2 secondes.

	<p>-2 essais sont réalisés yeux ouverts sur chaque cible puis le teste se fait sur 9 essais pour chaque cible yeux ouverts, yeux bandés et yeux bandés avec vibrations sur le muscle deltoïde.</p>
<p>Push-up test Ou Modified push up test</p>	<p>-Sujet en position de pompe ou sur les genoux pour le modified push up test.</p> <p>-Le sujet doit effectuer une pompe en amenant les coudes à 90° de flexion</p> <p>-On compte le nombre de répétitions maximales jusqu'à épuisement</p>
<p>One arm hop test</p>	<p>-Sujet en position de pompe sur une main.</p> <p>-Il doit sauter le plus vite possible sur une marche de 10.2cm, cinq fois.</p>
<p>Seated shot put throw / Unilateral seated shot put test</p> 	<p>-Sujet assis contre un mur, membres inférieurs étendus ou fléchis avec pieds au sol selon description. Il tient une medicine ball de X kg selon l'étude avec les épaules à 90° d'abduction et doit jeter la balle le plus loin possible en face de lui en conservant la tête et le dos collé au mur.</p> <p>Après 3 essais, le test est réalisé 4 fois avec 1 min de repos entre chaque essais.</p>
<p>Stabilometric Force Platform</p> 	<p>-Sujet en position de gainage ventral avec les membres inférieurs reposant sur une table jusqu'aux EIAS.</p> <p>-L'épaule est à 90° de flexion et les coudes tendus, les mains reposant sur la plateforme doigts serrés, avec 4cm entre les poignets (indiqué par des marques sur la plateforme)</p> <p>-Consignes : verrouiller les poignets, les coudes et l'épaule durant le test et être le plus immobile possible.</p> <p>-30 secondes d'essai yeux ouverts avec les 2 mains</p>

	<p>-Puis test 4 fois : yeux ouverts avec 2 mains, yeux fermés avec 2 mains, yeux ouverts avec la main dominante et yeux ouverts avec la main non dominante.</p> <p>-L'enregistrement commence 5sec après la mise en place du sujet et dure 25secondes.</p> <p>-30 secondes de repos entre chaque essais.</p>
<p>TTDPM : Threshold Detection Passive Motion</p>	<p>-Sujet assis, yeux bandés et oreilles bouchées.</p> <p>-L'épaule est mobilisée passivement par la machine dans une position prédéterminée.</p> <p>-Le sujet doit presser un bouton dès qu'il perçoit le mouvement.</p> <p>-Cela teste le seuil de détection du mouvement.</p>
<p>ULRT : Upper Limb Rotation Test</p> 	<p>-Sujet en position de pompe sur les coudes, contre une ligne verticale tracée sur un mur.</p> <p>-Le sujet doit réaliser une rotation du tronc couplée à une rotation latérale de l'épaule à 90° associée à une abduction de 90° et toucher la ligne verticale.</p> <p>-Après un essai, ils réalisent le test 3 fois espacé de 45 secondes de repos.</p>
<p>Y Balance test-upper quarter</p> 	<p>-Mesure de la taille du bras à 90° d'abduction coude tendu et pouce en l'air. Mesure de la distance entre le milieu du processus épineux de C7 et le point le plus distal du majeur. Le côté non dominant est testé en premier. Le membre testé est en appui au centre de la plateforme et le membre libre doit pousser les témoins le plus loin possible.</p> <p>Après 2 essais, le test est réalisé 3 fois de chaque côté avec 30sec de repos entre chaque essais.</p>

ANNEXE II : FORMULAIRE DE CONSENTEMENT

LETTRE D'INFORMATION

DESTINÉE AUX SUJETS PARTICIPANT A UNE ÉTUDE CLINIQUE

Titre de la recherche : ÉVALUATION DES QUALITÉS D'UN TEST DE PROPRICEPTION DE L'ÉPAULE EN CHAÎNE CINÉTIQUE OUVERTE

Madame, Monsieur,

Je vous propose de participer à une étude de recherche clinique. Cette lettre d'information vous détaille en quoi consiste cette dernière.

BUT DE L'ÉTUDE : Évaluer les qualités d'un test de proprioception de l'épaule.

DÉROULEMENT DE L'ÉTUDE :

Votre participation nécessite de passer **2 tests de proprioception de l'épaule** : l'un en chaîne ouverte et l'autre en chaîne fermée (CKCUESTest).

Vous passerez chacun de ces tests **2 fois à au moins 3 jours d'intervalle au sein de PIFMK**.

La durée de passage de chaque session est d'environ **10 minutes**.

TRAITEMENT DES DONNÉES :

L'un des tests nécessite une prise **vidéo**. Les données enregistrées feront l'objet d'un traitement informatisé par le promoteur. Elles seront gardées de façon totalement anonymes. Seuls les investigateurs de l'étude y auront accès. S'agissant de données nominatives, vous bénéficiez à tout moment, du droit **d'accès et de rectification** des données vous concernant. Vous êtes **libre d'accepter** ou de refuser de participer à cette étude.

Vous pouvez également décider en cours d'étude d'arrêter votre participation sans avoir à vous justifier.

Je vous remercie d'avoir pris le temps de lire et de remplir ce formulaire. Si vous êtes d'accord pour participer à cette recherche, je vous invite à signer le formulaire de consentement ci-joint.

Je soussigné(e) (nom et prénom du sujet),.....

Accepte de participer à l'étude évaluation d'un test de proprioception de l'épaule en chaîne cinétique ouverte.

Les objectifs et modalités de l'étude m'ont été clairement expliqués par Mlle PHULPIN Claire.

J'ai lu et compris la fiche d'information qui m'a été remise.

J'accepte que les données nominatives me concernant recueillies à l'occasion de cette étude puissent faire l'objet d'un traitement automatisé par les organisateurs de la recherche.

Après en avoir discuté et avoir obtenu la réponse à toutes mes questions, j'accepte librement et volontairement de participer à la recherche qui m'est proposée.

Fait àle

Nom et signature de l'investigateur :

Signature du sujet :

PHULPIN C.

→
Tournez SVP

Coordonnées du/de la participant(e) :

Nom / Prénom :

Numéro de téléphone (pour vous transmettre l'heure de RDV) :

Année d'étude et lettre du groupe :

Avez-vous des antécédents de chirurgie du membre supérieur ou du rachis ?

OUI NON

Avez-vous déjà subi un traumatisme du membre supérieur ?

OUI NON Si oui, lequel ?

Présentez-vous des troubles neurologiques ?

OUI NON

Suivez-vous actuellement un programme de rééducation/réathlétisation impliquant le membre supérieur ?

OUI NON

Présentez-vous actuellement des douleurs d'épaule ?

OUI NON

Si oui, à quel moment ou lors de quel mouvement se déclarent-elles ?

.....
.....

Présentez-vous une instabilité d'épaule (avérée ou ressentie) ?

OUI NON

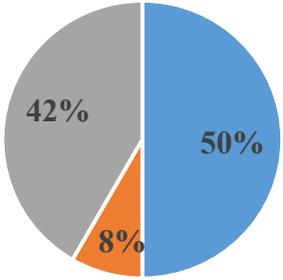
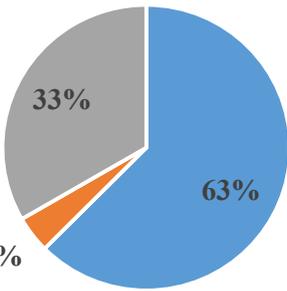
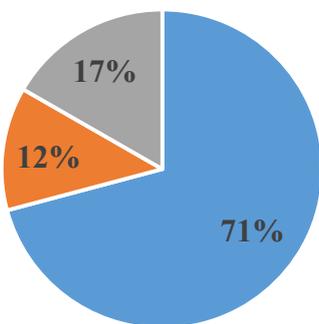
Vous êtes : DROITIER(E) GAUCHER(E)

Pratiquez-vous un sport ? OUI NON

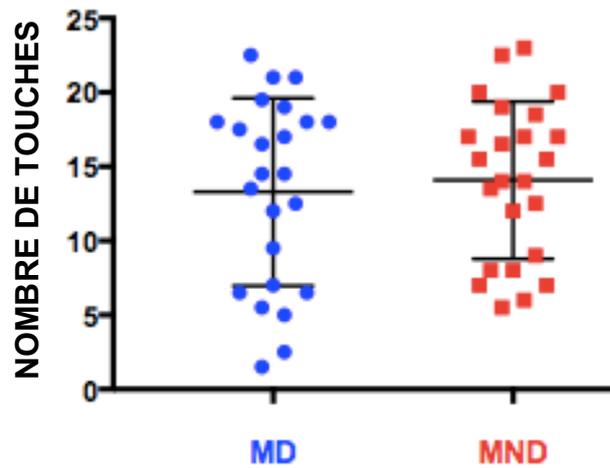
Si oui, lequel ? :

A quelle fréquence ? :

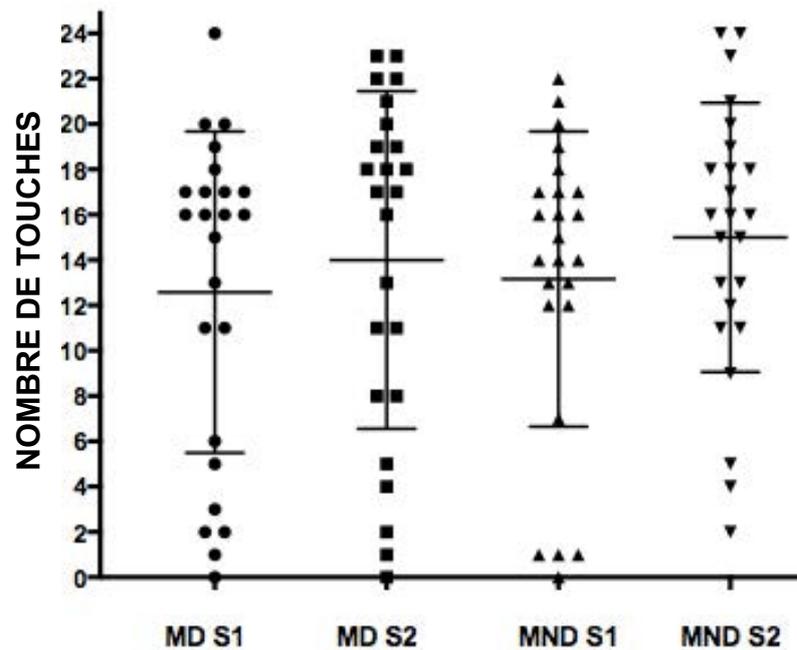
ANNEXE III : REPRÉSENTATION GRAPHIQUE DU RESENTI DES SUJETS

<p style="text-align: center;">PRÉCISION</p>  <p>■ Identique ■ Inférieure ■ Supérieure</p>	<p>-42% des sujets pensaient être plus précis à S2</p> <p>-50% pensaient obtenir le même score</p> <p>-8% pensaient avoir été moins bons</p>
<p style="text-align: center;">RAPIDITÉ</p>  <p>■ Identique ■ Inférieure ■ Supérieure</p>	<p>-33% des sujets pensaient être plus rapides à S2</p> <p>-63% pensaient avoir été aussi rapides aux deux sessions</p> <p>-4% pensaient avoir été moins rapides</p>
<p style="text-align: center;">AMPLITUDE</p>  <p>■ Identique ■ Inférieure ■ Supérieure</p>	<p>-17% des sujets pensaient parcourir plus d'amplitude pour franchir la verticale à S2</p> <p>-71% pensaient avoir réalisé des mouvements identiques</p> <p>-12% pensaient avoir nécessité moins d'amplitude</p>

- ANNEXE IVb : REPRÉSENTATIONS GRAPHIQUES DU NOMBRE DE TOUCHES BONNES

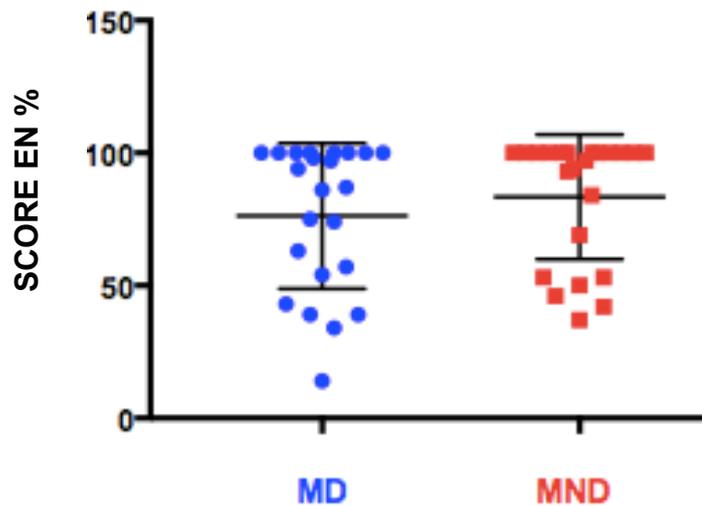


Nuages de points représentant les moyennes du nombre de touches bonnes réalisées aux deux sessions, pour le MD et pour le MND.

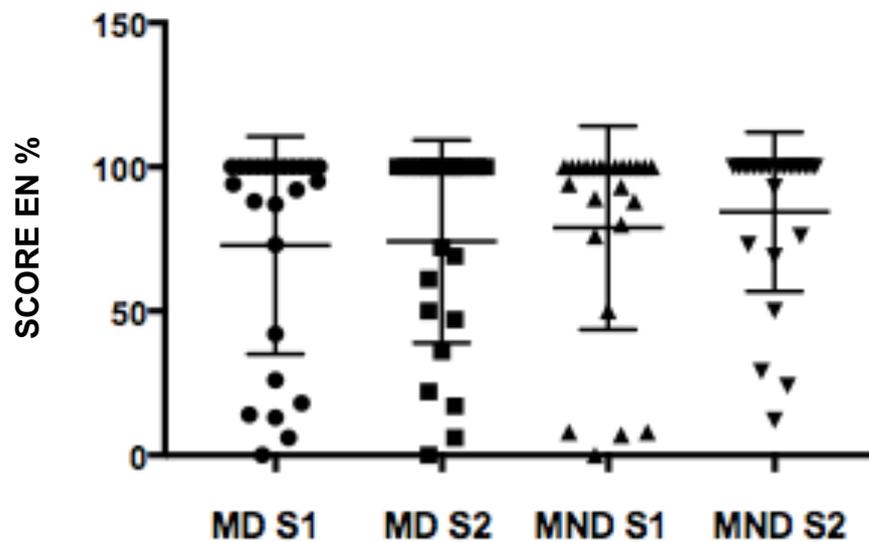


Nuages de points représentant le nombre de touches bonnes pour chaque membre et chaque session.

- ANNEXE IVc : REPRÉSENTATIONS GRAPHIQUES DES SCORES

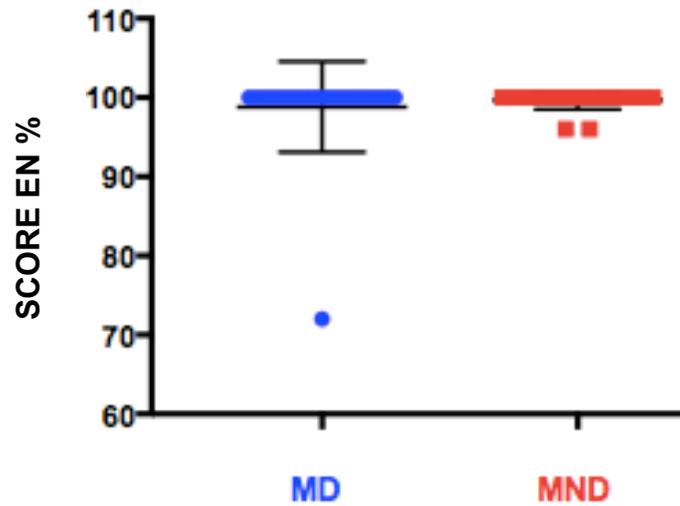


Nuages de points représentant les moyennes des scores réalisés aux deux sessions, pour le MD et pour le MND.

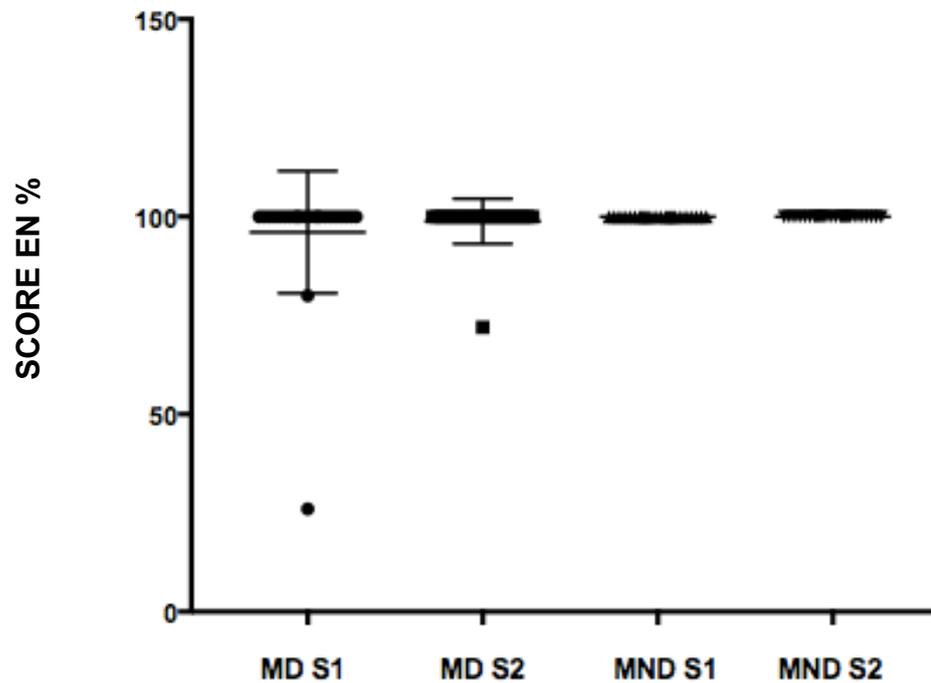


Nuages de points représentant les scores obtenus pour chaque membre et chaque session.

- ANNEXE IVe : REPRÉSENTATION GRAPHIQUES DES SCORES AB



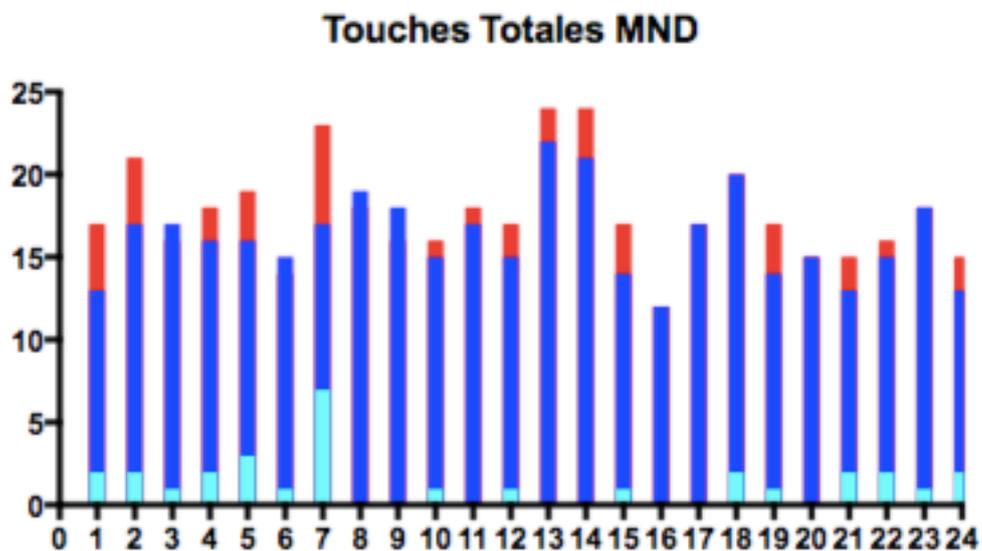
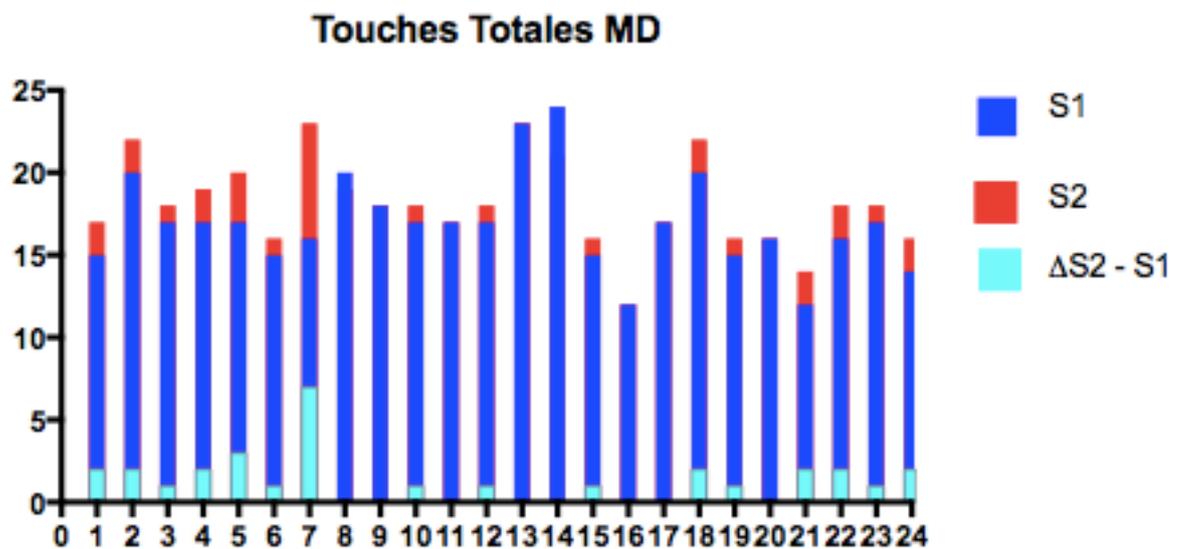
Nuages de points représentant les moyennes des scores AB réalisés aux deux sessions, pour le MD et pour le MND.



Nuages de points représentant les scores AB pour chaque membre et chaque session.

ANNEXE V : PROGRESSION DES RÉSULTATS ENTRE S1 ET S2

- ANNEXE Va : TOUCHES TOTALES

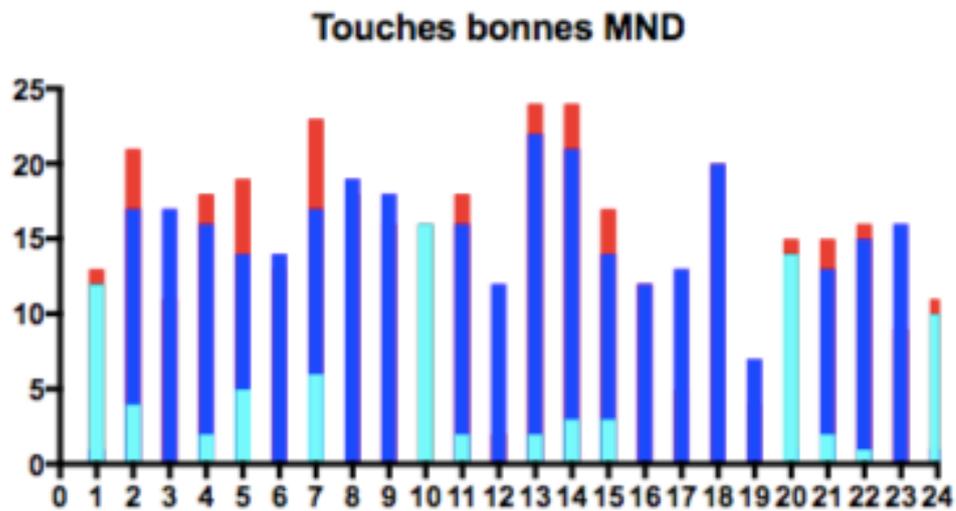
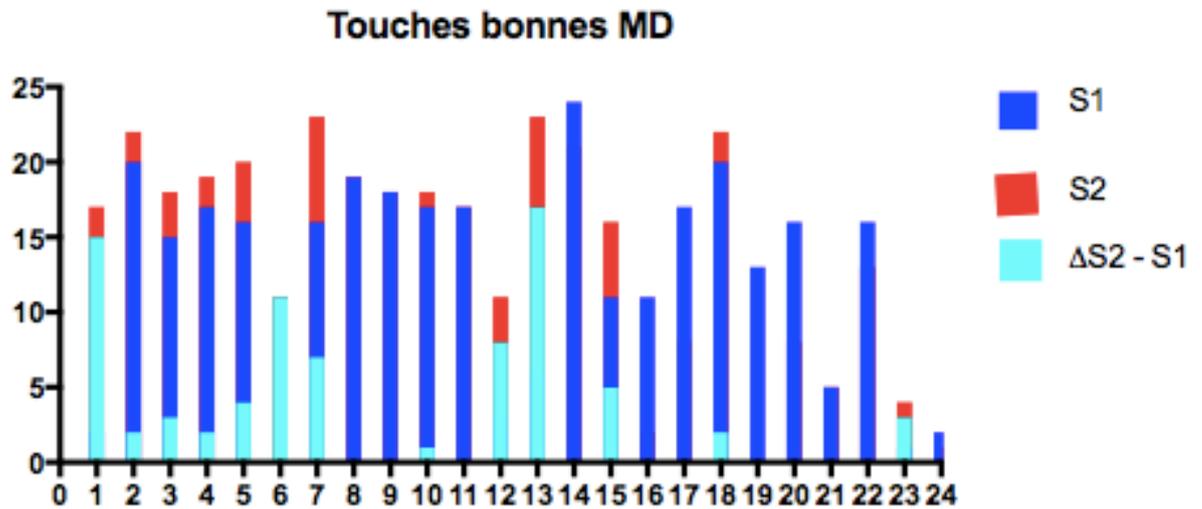


L'abscisse correspond au numéro du sujet et l'ordonnée au nombre de touches totales.

Par exemple, le sujet n°1 a fait 15 touches à S1 et 17 touches à S2.

Le $\Delta S2 - S1$ doit s'interpréter ainsi : Pour le MD, pour le sujet n°1 $\Delta S2 - S1 = 2$.
Le sujet n°1 a donc fait 2 touches de plus à S2 qu'à S1.

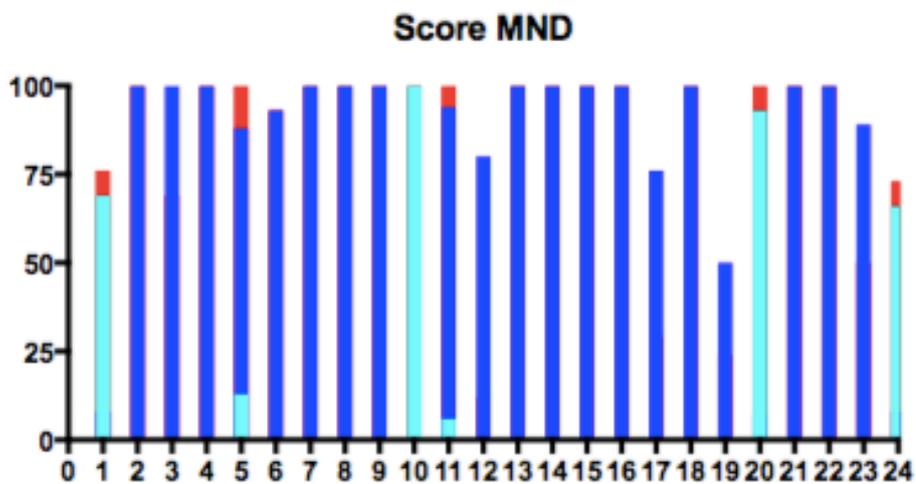
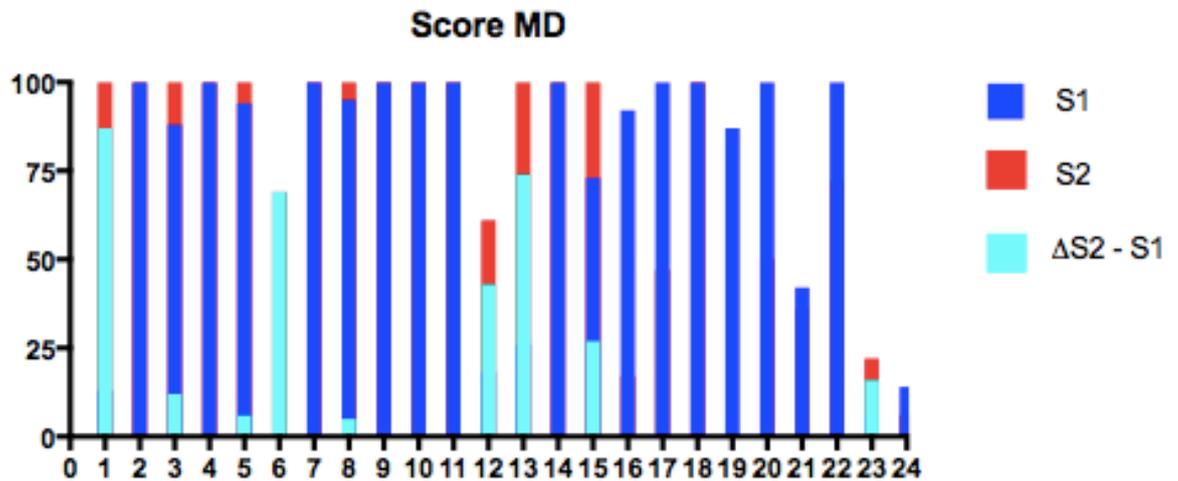
- ANNEXE Vb : TOUCHES BONNES



L'abscisse correspond au numéro du sujet et l'ordonnée au nombre de touches totales.

Le $\Delta S2 - S1$ doit s'interpréter ainsi : Pour le MD, pour le sujet n°1 $\Delta S2 - S1 = 15$.
Le sujet n°1 a donc fait 15 touches bonnes de plus à S2 qu'à S1.

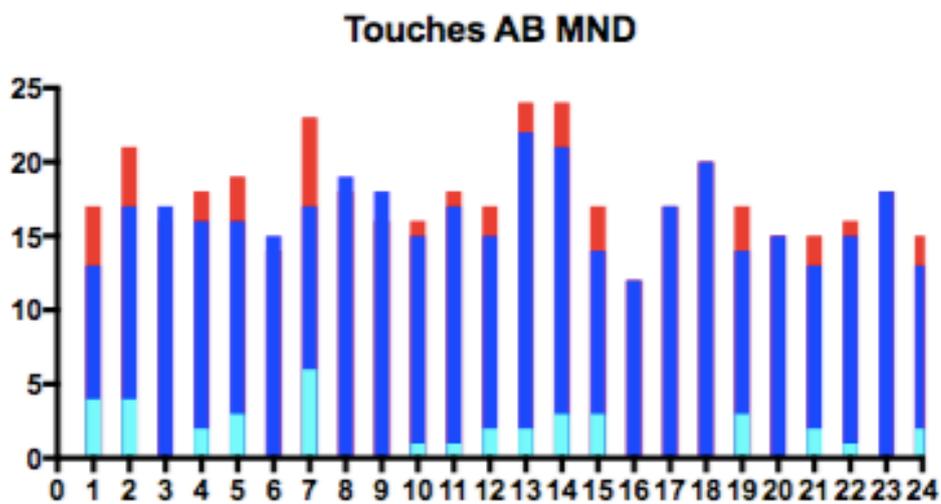
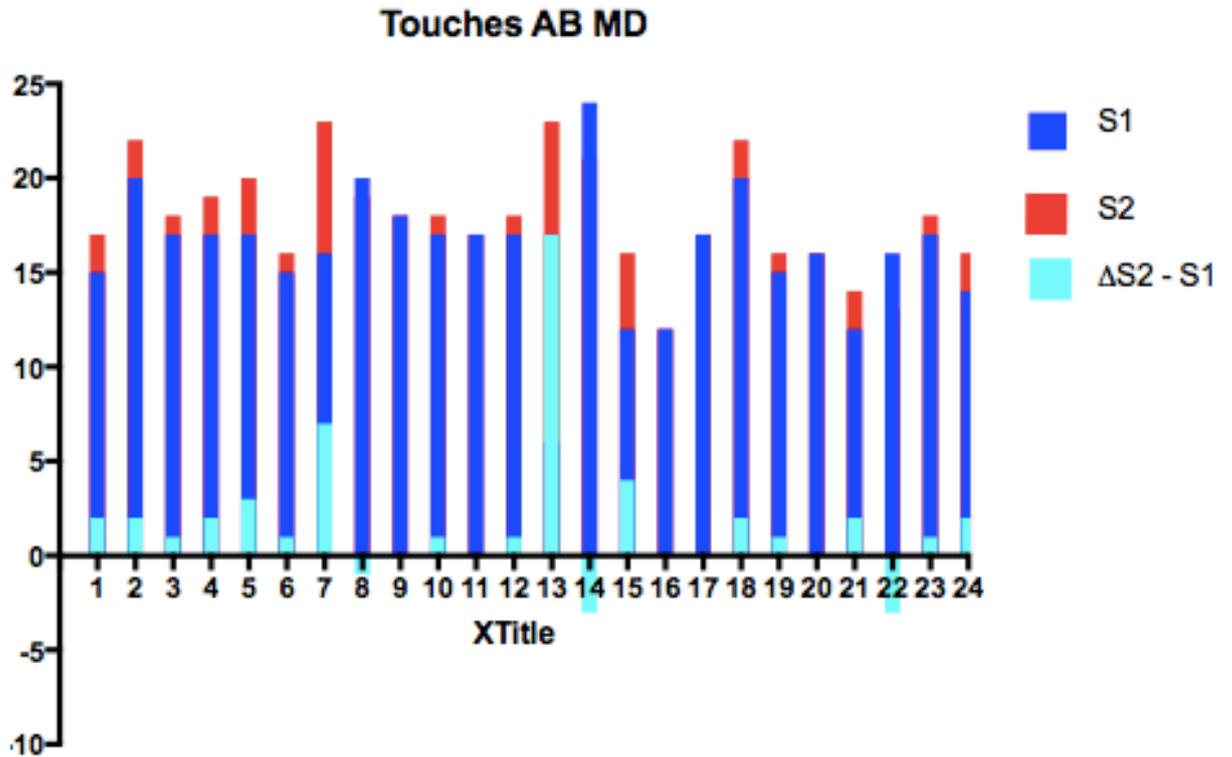
- ANNEXE Vc : SCORES



L'abscisse correspond au numéro du sujet et l'ordonnée au nombre de touches totales.

Le $\Delta S2 - S1$ doit s'interpréter ainsi : Pour le MD, pour le sujet n°1 $\Delta S2 - S1 = 87\%$.
Le sujet n°1 a donc fait 87% de plus à S2 qu'à S1.

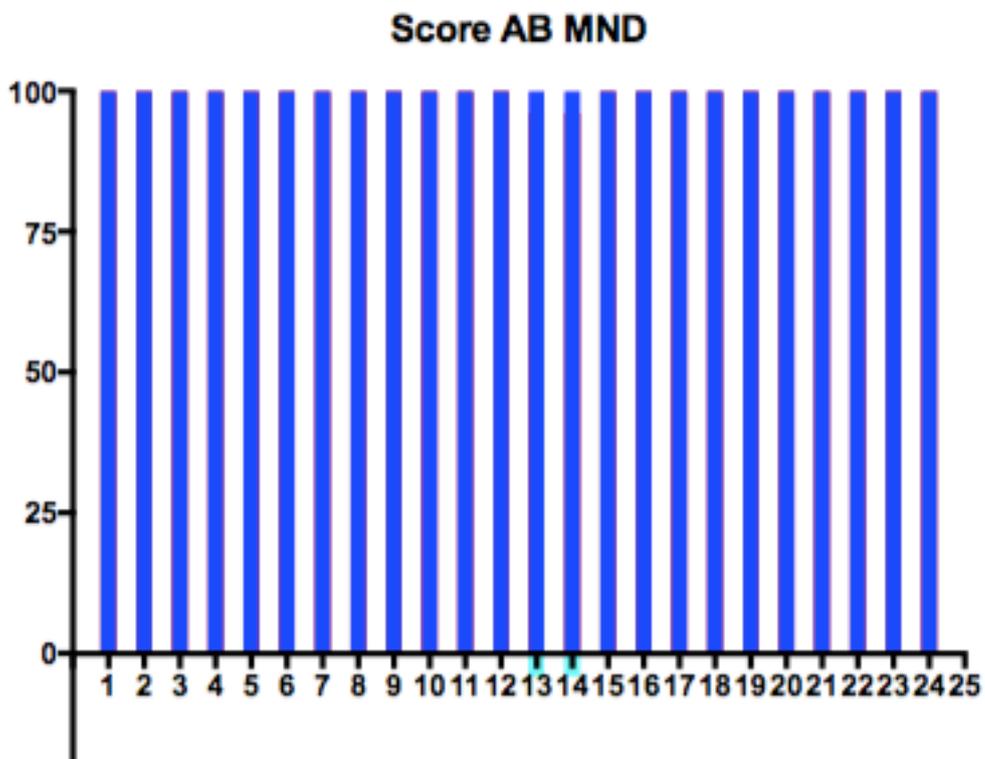
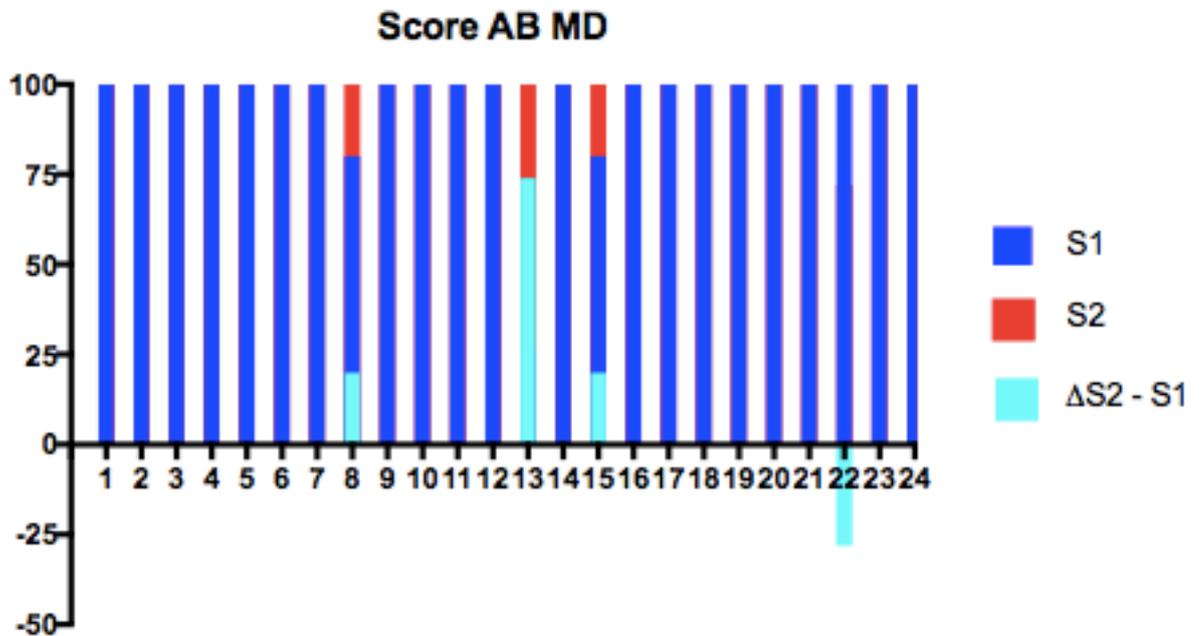
- [ANNEXE Vd : TOUCHES AB](#)



L'abscisse correspond au numéro du sujet et l'ordonnée au nombre de touches AB.

Le $\Delta S2 - S1$ doit s'interpréter ainsi : Pour le MD, pour le sujet n°1 $\Delta S2 - S1 = 2$.
Le sujet n°1 a donc fait 2 touches AB de plus à S2 qu'à S1.

- [ANNEXE Ve : SCORE AB](#)

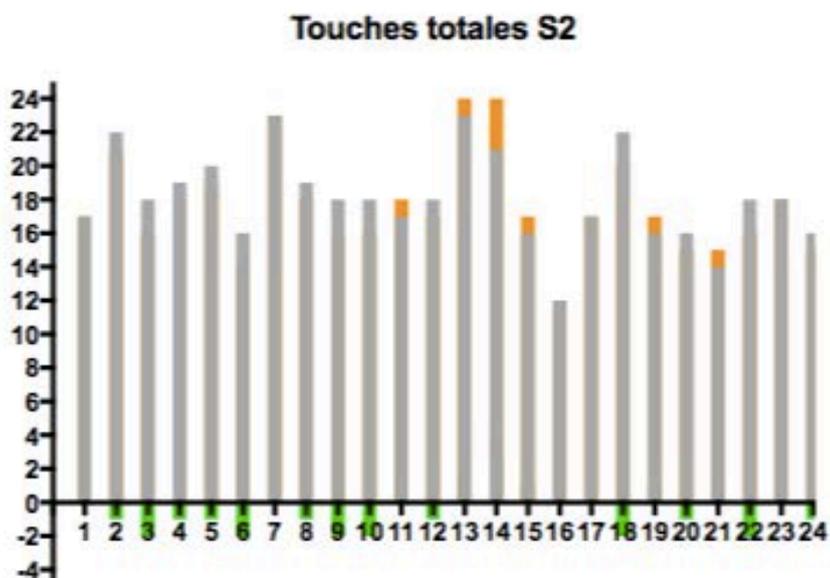
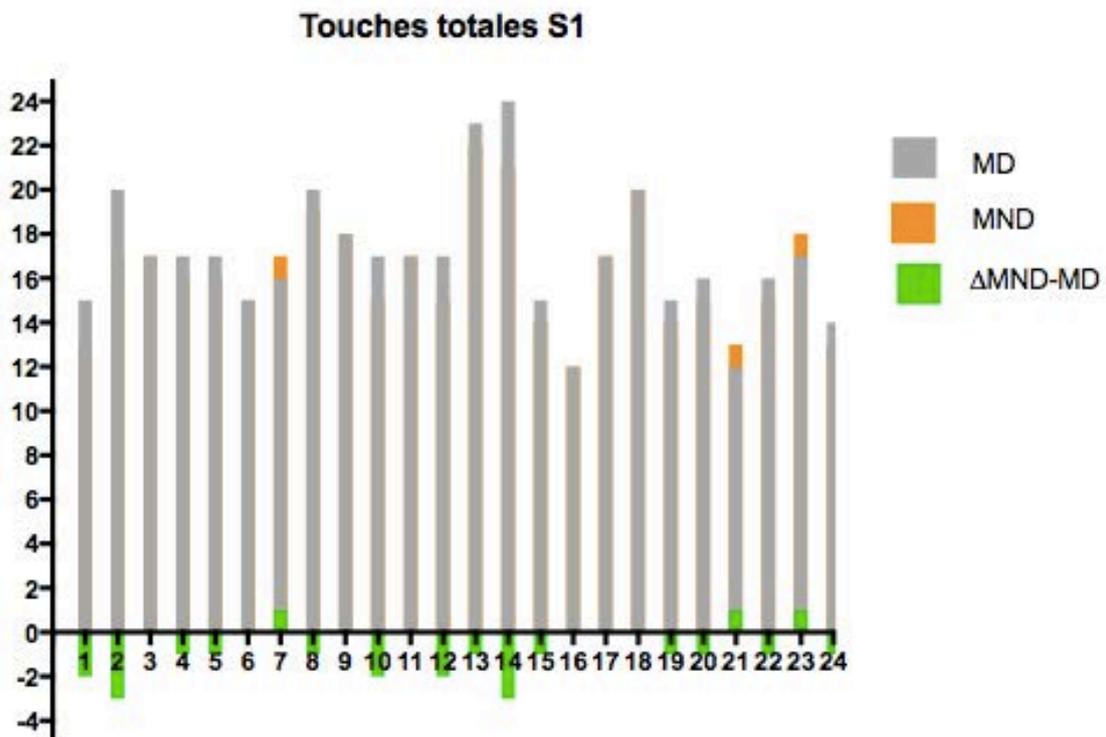


L'abscisse correspond au numéro du sujet et l'ordonnée au nombre de touches AB.

Le $\Delta S2-S1$ doit s'interpréter ainsi : Pour le MD, pour le sujet n°22 $\Delta S2-S1 = -28\%$
 Le sujet n°22 a donc fait 28% de moins à S2 qu'à S1.

ANNEXE VI : PROGRESSION DES RÉSULTATS ENTRE CHAQUE MEMBRE

- TOUCHES TOTALES



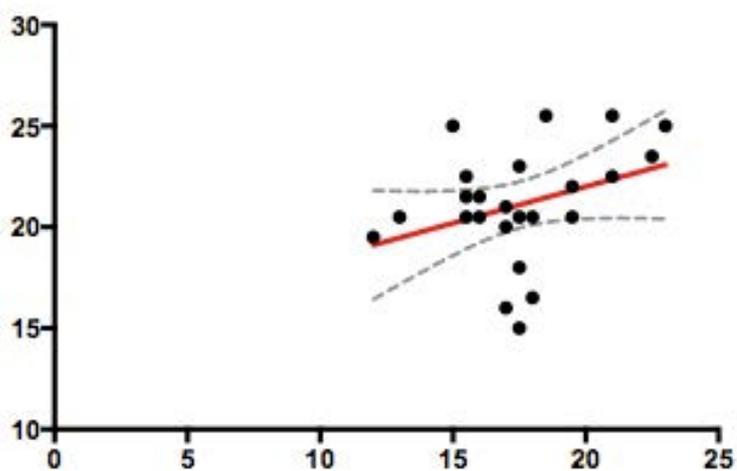
L'abscisse correspond au numéro du sujet et l'ordonnée au nombre de touches totales.

Le Δ MND-MD doit s'interpréter ainsi : Pour la S1, pour le sujet n°1 Δ MND-MD = -2
Le sujet n°1 a donc fait 2 touches de moins avec le MND qu'avec le MD.

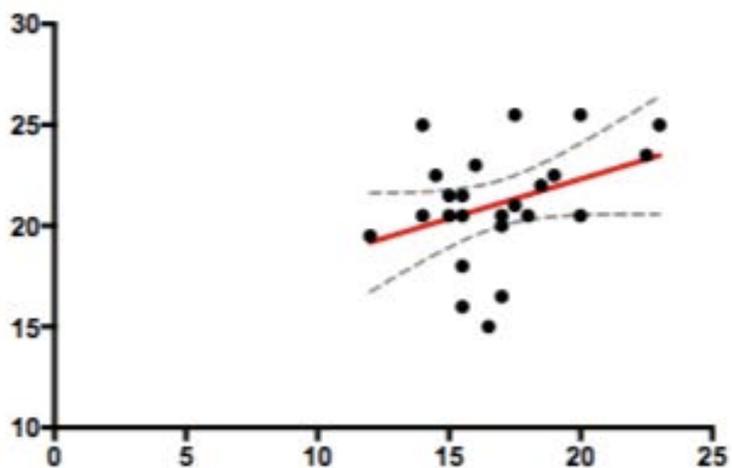
ANNEXE VII : CORRÉLATION DES RÉSULTATS DU TEST EN CCO ET DU CKQUEST

- CORRÉLATION AVEC LA MOYENNE DES TOUCHES TOTALES

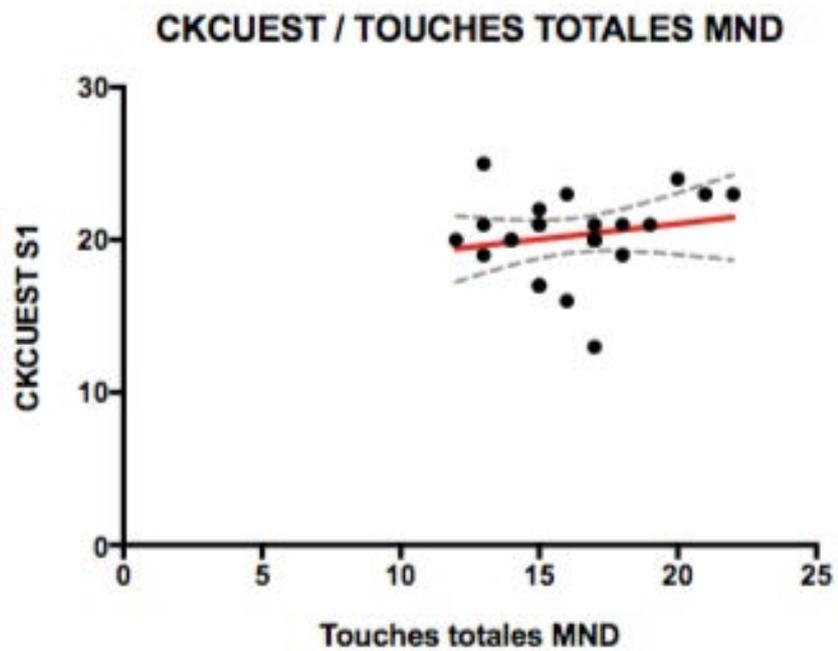
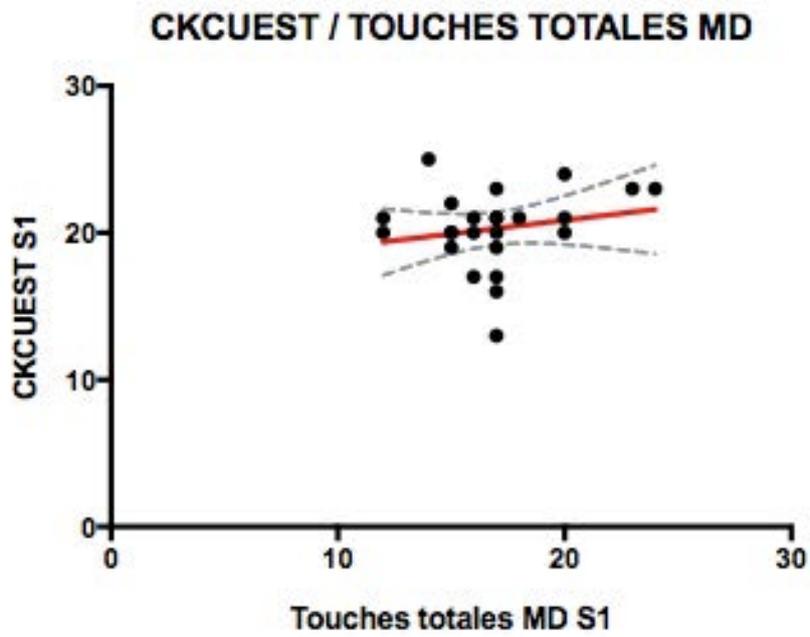
CKQUEST / MOYENNE TOUCHES TOTALES MD



CKQUEST / MOYENNE TOUCHES TOTALES MND



- CORRÉLATION AVEC LE NOMBRE DE TOUCHES TOTALES DE S1



ANNEXE VIII : DÉTAIL DES VALEURS SELON LES DIFFÉRENTES CLASSES

	Touches totales MD S1	Touches totales MND S1	Touches totales MD S2	Touches totales MND S2	Moyenne touches totales MD	Moyenne touches totales MND
HOMMES						
<i>Moyenne</i>	17,66	16,33	18,91	18,5	18,29	17,41
<i>Ecart type</i>	3,31	2,96	2,68	3,55	2,77	3,11
<i>Min</i>	14	13	16	14	15	14
<i>Max</i>	24	22	23	24	23	23
FEMMES						
<i>Moyenne</i>	16,25	16,08	17,25	16,75	16,75	16,42
<i>Ecart type</i>	2,30	2,27	2,63	2,14	2,42	2,07
<i>Min</i>	12	12	12	12	12	12
<i>Max</i>	20	20	22	20	21	20

	Touches totales MD S1	Touches totales MND S1	Touches totales MD S2	Touches totales MND S2	Moyenne touches totales MD	Moyenne touches totales MND
DROITIER						
<i>Moyenne</i>	16,75	16,15	17,85	17,3	17,3	16,725
<i>Ecart type</i>	2,63	2,35	2,54	2,77	2,40	2,37
<i>Min</i>	12	12	12	12	12	12
<i>Max</i>	24	21	23	24	22,5	22,5
GAUCHERS						
<i>Moyenne</i>	18	16,5	19,25	19,25	18,625	17,875
<i>Ecart type</i>	4,24	4,04	3,77	4,03	3,99	4,01
<i>Min</i>	14	13	16	15	15	14
<i>Max</i>	23	22	23	24	23	23

SPORTIFS	Touches totales MD S1	Touches totales MND S1	Touches totales MD S2	Touches totales MND S2	Moyenne touches totales MD	Moyenne touches totales MND
Moyenne	17,71	16,43	18,71	17,86	18,21	17,14
Ecart type	2,87	2,70	2,75	3,44	2,80	2,94
Min	15	14	16	14	15,5	14,5
Max	23	22	23	24	23	23
SÉDENTAIRES						
Moyenne	16,65	16,12	17,82	17,53	17,24	16,82
Ecart type	2,914214 656	2,619216 317	2,766660 761	2,9179968 96	2,64053526 2	2,585664666
Min	12	12	12	12	12	12
Max	24	21	23	24	22,5	22,5

ANNEXE IX : DURÉE D'EXÉCUTION D'UN MOUVEMENT

Différence nombre de touches	Différence durée du mouvement (=20/Nombre de touches)
2	-0,156862745
2	-0,090909091
1	-0,065359477
2	-0,123839009
3	-0,176470588
1	-0,083333333
7	-0,380434783
-1	0,052631579
0	0
1	-0,065359477
0	0
1	-0,065359477
0	0
-3	0,119047619
1	-0,083333333
0	0
0	0
2	-0,090909091
1	-0,083333333
0	0
2	-0,238095238
2	-0,138888889
1	-0,065359477
2	-0,178571429

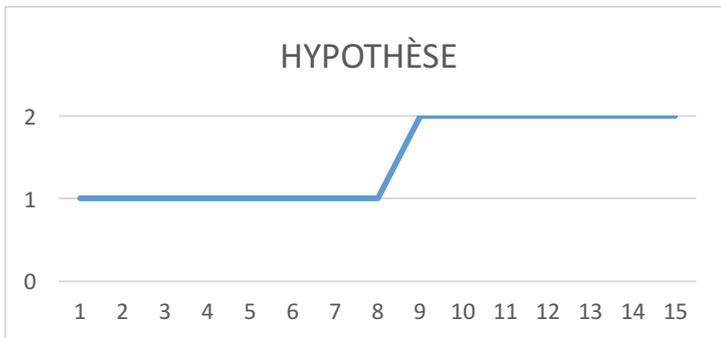
La colonne de gauche représente la différence entre le nombre de touches totales de S2 et de S1.

La colonne de droite représente la différence entre la durée d'un mouvement entre S2 et S1.

Ainsi, le sujet n°7 a réalisé 7 touches de plus à S2 qu'à S1.

Il a gagné 0,38 secondes par mouvement.

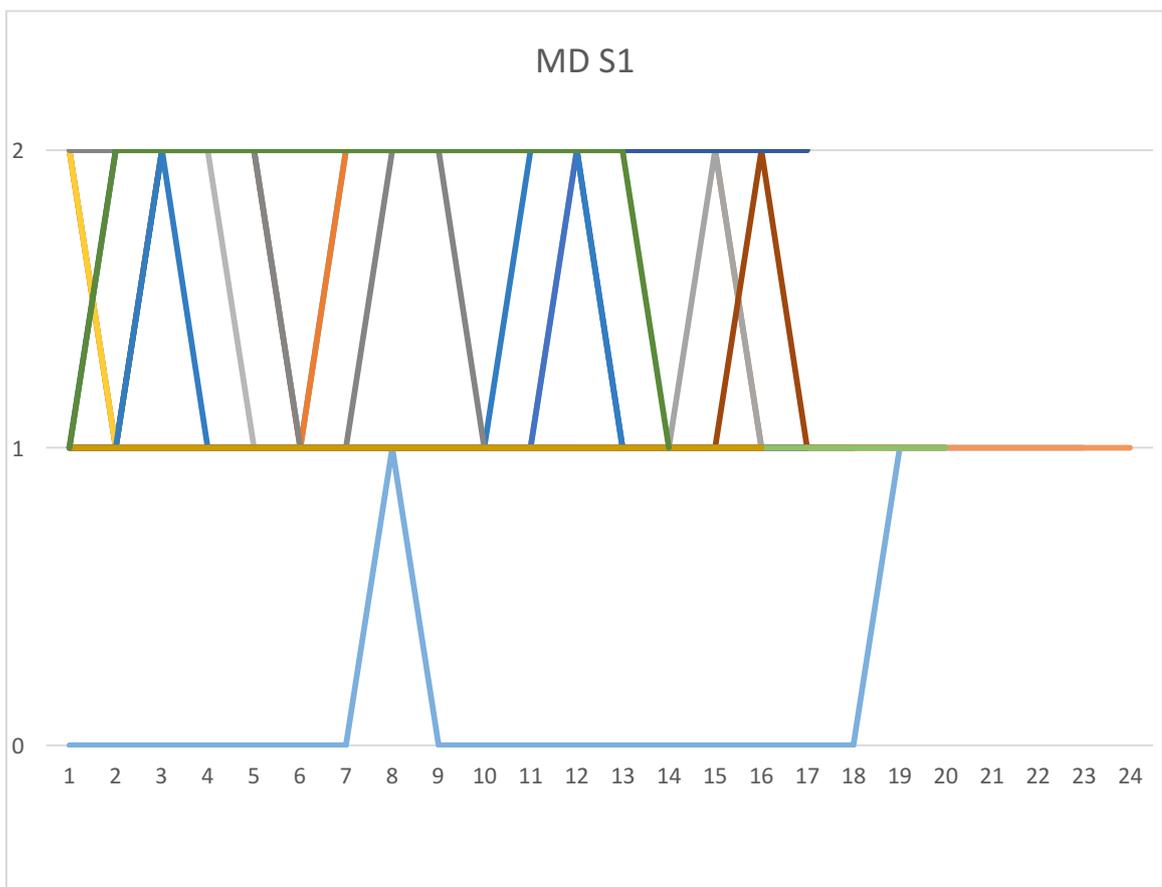
ANNEXE X : PROGRESSION DU GESTE DURANT UNE MEME SESSION



0 = « D »
1 = « A »
2 = « B »

L'abscisse représente le numéro de la touche.

Notre hypothèse serait représentée par une courbe de cette allure : les 8 premières touches sont en « A » puis le sujet finit les 7 autres touches dans le quadrant « B ».



Ici, chaque sujet est représenté par une couleur différente.

Nous avons volontairement laissé les 24 courbes pour montrer qu'il n'y a aucune tendance ne ressemblant à la courbe reflétant notre hypothèse.

Évaluation du contrôle moteur de l'épaule douloureuse instable : proposition d'un test en chaîne cinétique ouverte

Introduction : Après un épisode d'épaule douloureuse instable (EDI), le retour à l'activité qu'elle soit sportive ou non, peut-être envisagé selon des critères cliniques et fonctionnels. Les tests fonctionnels apprécient l'aptitude du sujet à utiliser son épaule avec la force, la vitesse, la stabilité et la mobilité requises pour l'activité en question. Néanmoins, peu de tests évaluent l'utilisation du membre supérieur (MS) dans sa composante principale : la chaîne cinétique ouverte (CCO). À travers cette étude, nous avons souhaité mettre en lumière et essayer de combler ce manque d'outils d'évaluation. L'objectif était de proposer un test fonctionnel du membre supérieur capable d'évaluer le contrôle sensorimoteur, en chaîne cinétique ouverte, d'une EDI en fin de rééducation. **Matériel et méthode** : 24 étudiants sains de l'IFMK de Nancy ont participé à l'étude. Ils passaient le test en CCO et le CKCUEST à deux reprises. Pour chaque session les principaux critères retenus étaient le nombre de touches totales, le nombre de touches bonnes et un score. **Résultats** : Les sujets réalisaient en moyenne 17,52 touches avec le MD et 16,92 touches avec le MND. Ils réalisaient 13,29 touches bonnes avec le MD et 14,08 avec le MND. Les scores obtenus étaient de 76,26% avec le MD et 83,39% avec le MND. **Discussion** : L'élaboration du protocole a demandé de nombreux pré tests en amont et des modifications restent à y apporter. Notre étude est une approche de la problématique mais il serait désirable de poursuivre les recherches avec plus de moyens humains et matériels.

Mots-clés : Critères, Epaule, Instabilité, Proprioception, Retour à l'activité.

Evaluation of the sensorimotor control of unstable painful shoulder : proposition for an open kinetic chain test

Introduction : After a painful shoulder instability episode, returning to activity could be decided in accordance with clinical and functional criteria. Functional tests assess the ability of the subject to use his shoulder with force, speed, stability and mobility necessary for the movement. Nevertheless few tests estimate upper extremities' functioning during open kinetic chain (OKC) movement. Through this study we wanted to shed light on this lack of tools. The aim of this study was to propose an upper limb's functional test, which would be able to evaluate the sensorimotor control of an unstable painful shoulder during an open kinetic chain movement. **Materials and methods**: Twenty-four healthy students participated at the study. Each subject performed the OKC test and the CKCUEST two times. For each session primary criteria was the total number of movements, the number of good movements and a score. **Results** : Subjects obtained a mean from 17,52 movements for the dominant arm and 16,92 movements for the non dominant arm. They performed 13,29 good movements with the dominant arm and 14,08 with the non dominant arm. Scores were spread from 76,26% for the dominant side to 83,39% for the non dominant side. **Discussion** : Develop the protocol required lots of trials and some modifications should be added. This study is an approach of the problem but it will be desirable to continue the investigations with more of humans and materials means.

Keywords : Criteria, Shoulder, Instability, Proprioception, Return to play.