

MINISTÈRE DE LA SANTÉ
RÉGION LORRAINE
INSTITUT LORRAIN DE FORMATION EN MASSO-KINÉSITHÉRAPIE
DE NANCY

**ÉVALUATION DE LA FORCE
ISOMÉTRIQUE DES FLÉCHISSEURS DE
TRONC AVEC UN PÈSE-PERSONNE**

Mémoire présenté par **Antoine COUROUVE**
Étudiant en 3^{ème} année de masso-kinésithérapie
En vue de l'obtention du Diplôme d'État
De Masseur-Kinésithérapeute 2014 – 2015.

SOMMAIRE

RÉSUMÉ

1. INTRODUCTION	1
2. RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE	2
3. RAPPELS ANATOMO-PHYSIO-PATHOLOGIQUES	3
3.1. Rappels anatomiques	3
3.2. Cinésiologie de la flexion de tronc	4
3.3. Physio-pathologie du rachis lombaire	6
4. TESTS D'ÉVALUATION DES FLÉCHISSEURS DE TRONC	8
4.1. Évaluation clinique	9
4.2. Évaluation instrumentale	10
5. MATÉRIEL ET MÉTHODE	12
5.1. Population	12
5.2. Critères d'inclusion et d'exclusion	12
5.3. Matériel	13
5.4. Pré-tests	13
6. PROTOCOLE	14
6.1. Questionnaire et consentement	14
6.2. Installation du sujet	14
6.3. Position de l'évaluateur	15
6.4. Déroulement du test	16
6.5. Méthode d'analyse statistique	17

7. RÉSULTATS	19
7.1. Étude descriptive de la population	19
7.2. Étude de la reproductibilité intra- et inter-évaluateurs	20
7.3. Étude clinique des résultats	20
7.3.1. Étude de la différence de mesure entre les deux évaluateurs	21
7.3.2. Étude de la différence de mesure de l'évaluateur 1 entre J0 et J7	22
7.3.3. Étude de l'impact de l'apprentissage sur les mesures	22
8. DISCUSSION	24
8.1. Analyse des résultats	24
8.2. Ressenti concernant l'expérimentation	25
8.2.1. Du point de vue des sujets	25
8.2.2. Du point de vue des opérateurs	26
8.3. Biais de l'étude	27
8.4. Propositions d'amélioration	27
8.5. Lien avec la pratique de la masso-kinésithérapie	27
9. CONCLUSION	29
BIBLIOGRAPHIE	
ANNEXES	

RÉSUMÉ

Contexte : l'établissement d'un Bilan-Diagnostic Kinésithérapique (BDK) est un acte aujourd'hui incontournable dans notre pratique professionnelle. L'évaluation de la force musculaire est un paramètre important car elle permet de mettre en évidence un déficit, ou de suivre l'évolution d'un patient lors de sa prise en charge.

Objectif : ce travail propose une réflexion quant à la quantification de la force musculaire des fléchisseurs de tronc avec un pèse-personne. Nous proposons d'étudier la reproductibilité intra- et inter-évaluateurs d'un protocole en accord avec l'utilisation de l'appareil et les principes de mesure de la fonction force musculaire.

Population : la population est composée de trente-deux sujets sains (seize hommes et seize femmes), âgés de 19 à 24 ans.

Méthodes : l'étude de la force isométrique maximale des fléchisseurs de tronc avec un pèse-personne est réalisée selon une position du sujet et de l'observateur reproductible pour l'ensemble des participants. Deux sessions de tests sont réalisées et espacées chacune de sept jours, avec la contribution d'un second examinateur lors de la deuxième séance (à J+7). L'analyse de la reproductibilité intra- et inter-évaluateurs est démontrée par le coefficient de corrélation intra-classe (ICC).

Résultats : la reproductibilité intra- et inter-individus est élevée (ICC respectivement à 0,71 et 0,74). D'après une analyse clinique des résultats, il apparaît que la qualité des mesures s'améliore avec la répétition du protocole. Nous constatons également une surestimation constante d'un examinateur par rapport à l'autre.

Conclusion : l'utilisation du pèse-personne semble donc utile pour suivre l'évolution de la force musculaire dans le temps ou de contrôler l'efficacité d'une technique de renforcement. De plus, il s'avère que cet usage est pertinent d'un professionnel à l'autre. L'apprentissage, illustré par la répétition du protocole, a un impact positif sur la sensibilité des mesures.

Mots-clés : fléchisseurs de tronc, pèse-personne, force isométrique.

Keywords : trunk flexors, scale, isometric strength.

1. INTRODUCTION

Il existe un grand nombre de bilans de la force musculaire, et de toutes sortes. De ce fait, la Classification Internationale du Fonctionnement, du Handicap et de la Santé (CIF) (1) a proposé un cadre de référence afin de donner une cohérence à cet ensemble. La CIF représente aujourd'hui un concept correspondant à la vision que peut avoir un spécialiste du mouvement. Elle se fonde sur des principes plus anciens comme l'identification des conséquences invalidantes de la maladie, qui est la base même du modèle proposé par Wood (1980), qui lui, décline les notions de déficiences, incapacités et handicaps. Ces éléments constituent à l'heure actuelle le Bilan Diagnostique Kinésithérapique (BDK). La CIF va plus loin en associant le handicap à l'organisation sociale et environnementale de la personne, au même titre que les facteurs individuels. Dans le schéma énoncé par cette classification, nous sommes amenés à prendre en compte différents paramètres liés à la personne, notamment les fonctions organiques et les structures anatomiques. Lors d'une prise en charge masso-kinésithérapique, il est nécessaire d'effectuer ces expertises, en particulier l'étude de la fonction musculaire.

Pour y parvenir, il convient de considérer trois stratégies :

- La première représente la *fonction force*, soit la mesure d'une résistance maintenue (mode isométrique), ou mobilisée à vitesse constante (mode isocinétique), ce qui revient à mesurer le moment résistant (exprimé généralement en N/m).
- Dans un second temps, il est possible d'évaluer la *fonction vitesse*, soit la mesure de la vitesse à laquelle il y a mobilisation d'une résistance constante (mode isoinertiel ou isorésistant).
- Enfin, il convient d'apprécier la *fonction d'endurance*, soit la mesure d'un temps de maintien (notion de tolérance à la fatigue) selon une résistance constante maintenue ou mobilisée à vitesse invariable.

Cette triade représente la base de tout test ou protocole d'évaluation de la production de force musculaire, et confirme l'extrême diversité des publications à ce sujet.

Ce travail propose l'évaluation de la force musculaire isométrique des fléchisseurs de tronc par l'intermédiaire d'un pèse-personne. En effet, l'usage détourné de cet appareil permet d'évaluer un moment résistant qui est exprimé en kilogrammes (Kg), selon un protocole concordant à son utilisation et aux principes de quantification de la fonction force musculaire. Le choix de cet outil est justifié par la facilité d'accessibilité et d'usage par les professionnels, ainsi que son faible coût. Cette méthode intervient dans un contexte où peu de moyens permettent la quantification de la force musculaire en vue d'objectiver un déficit et/ou d'assurer un suivi longitudinal du patient durant sa rééducation. (2)

Les fléchisseurs de tronc, constitués principalement par les abdominaux, sont une entité fonctionnelle importante dans l'ensemble du contingent musculaire corporel. Leurs nombreux rôles, notamment au sein de la région de l'abdomen, démontrent également qu'ils sont associés à de multiples affections. D'un point de vue pathologique, ils peuvent être hypotoniques, ou au contraire hypertoniques (3). Par exemple, Cho et al. (4) ont mené une étude prospective sur l'effet des faiblesses musculaires asymptomatiques sur l'incidence et la sévérité de la lombalgie. Ils ont en partie conclu que la faiblesse des fléchisseurs de tronc n'est pas associée à la survenue de lombalgie, mais elle est associée au degré de sévérité de cette pathologie.

Ces notions affirment l'intérêt d'effectuer une évaluation de leur fonction musculaire pour réaliser une bonne prise en charge par la suite. Beaucoup de tests ou protocoles d'évaluation existent (5) mais cette diversité traduit également un manque de consensus quant à cette pratique.

L'intention essentielle de ce travail est d'apporter une réflexion concernant l'estimation de la force des fléchisseurs de tronc, à partir d'une méthode atypique de mesure par l'intermédiaire d'un pèse-personne. Cette recherche est illustrée par l'étude de la reproductibilité intra- et inter-évaluateurs du protocole.

2. RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

Les recherches documentaires ont été faites par l'intermédiaire de différentes bases de données scientifiques. Nous avons consulté les moteurs de recherche internet suivants : Kinédoc, PubMed, ScienceDirect, EM-Consulte et Google Scholar. Ces recherches ont été

accompagnées par une investigation manuelle, auprès des bases documentaires de Réédoc, et de la Bibliothèque Universitaire Santé de Nancy.

Les termes francophones utilisés sont : fléchisseurs de tronc, évaluation, test, Shirado, force isométrique, pèse-personne, lombalgie. Pour les ressources anglo-saxonnes, nous avons utilisé : trunk flexors, evaluation, test, Shirado, isometric strength, scale (& bathroom scale), weighing machine, low-back pain.

Nous n'avons pas établi de limites quant aux dates de publication des articles, qui s'étalent de 1996 à 2014. Certaines notions indispensables à l'élaboration de ce mémoire sont anciennes mais influencent encore la pratique actuelle compte tenu de leur pertinence et de l'absence de réactualisation.

La sélection des références bibliographiques fut réalisée dans l'ordre suivant : lecture seule du titre de la publication, puis du résumé, et enfin de l'article dans son ensemble et notamment la rubrique « Matériel et Méthode ». Ainsi, nous avons retenu trente-quatre références tirées des différentes bases de données citées ci-dessus.

3. RAPPELS ANATOMO-PHYSIO-PATHOLOGIQUES

3.1. Rappels anatomiques

Les principaux fléchisseurs de tronc sont les abdominaux (6).

Les abdominaux sont un ensemble constitutif de la paroi de l'abdomen. Ce sont tous des muscles plats. Ils sont au nombre de huit (quatre paires de muscles), tendus principalement du thorax au bassin et sont répartis en trois plans successifs. (7)

Le plan le plus superficiel est constitué par les muscles droits de l'abdomen, le plan moyen est constitué par les muscles obliques externes et internes et le plan profond est composé par les deux muscles transverses.

Les droits de l'abdomen sont engainés par la gaine des droits, formée par les aponévroses des muscles transverses, obliques internes et externes, ce qui montre bien la continuité de cet ensemble abdominal. (ANNEXE I)

Globalement, les abdominaux sont les muscles effecteurs des mécanismes d'expulsion (accouchement, miction, défécation, toux...)

Les articulations croisées par leur trajet sont, avant toute chose, les arthrons de la région lombale avec un axe moyen au niveau de L3 et, par l'intermédiaire des insertions thoraciques, le rachis dorsal plus ou moins bas. Leurs actions sont alors décrites selon l'orientation des fibres, et non analytiquement selon les différents muscles. D'un point de vue dynamique, nous convenons que les fibres obliques permettent les rotations du tronc, les fibres verticales permettent les mouvements de flexion de tronc (du thorax sur le bassin ou inversement). Les fibres transversales, quant à elles, interviennent dans le rentré de ventre (lors de l'expiration forcée par exemple). Le muscle transverse, dont l'orientation des fibres est horizontale, ne participe donc pas à la cinétique de flexion antérieure de tronc.

L'action statique des abdominaux est considérée comme l'activité la plus importante (Dufour (8) nous rappelle que ces muscles sont composés à 5% de fibres phasiques et 95% de fibres toniques). Ils constituent une véritable contention du caisson abdominal face aux contraintes de la pesanteur, et participent également à la stabilisation du rachis lombaire par l'intermédiaire des viscères.

3.2. Cinésiologie de la flexion de tronc

La continuité constatée de ces muscles nous indique qu'ils travaillent de manière synergique et non de façon isolée.

Les muscles de la paroi abdominale, étant situés très en avant de l'axe rachidien, mobilisent l'ensemble du rachis vers l'avant sur la charnière lombo-sacrée et sur la charnière dorso-lombaire.

Busquet (9) décrit une chaîne cinétique effectrice de la flexion, dont on incombe pour le tronc la Chaîne Droite Antérieure (qui est paire et symétrique). Ce mouvement entraîne la

flexion globale, c'est-à-dire une cyphose générale. L'enroulement du tronc se fait autour de L3 et de l'ombilic. Au-dessus de L3, le thorax s'abaisse vers l'ombilic et la colonne fléchit. En dessous, le bassin se rétroverse : le pubis s'élève vers l'ombilic, la colonne lombaire se fléchit et le sacrum se verticalise (importance des muscles du périnée pour la verticalisation du sacrum et ouverture des ailes iliaques).

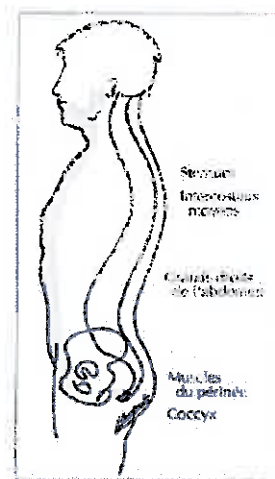


Figure 1 : illustration de la CDA selon Busquet

Cette Chaîne Droite Antérieure (CDA) est composée, au niveau du tronc, des intercostaux moyens, des Droits de l'abdomen, et des muscles du périnée (fig. 1).

Il est nécessaire de souligner l'importance du muscle Psoas-Iliaque qui est le véritable relais pour le membre inférieur. En effet, lorsqu'il veut potentialiser sa force, il fonctionne d'une part avec la CDA, en synergie avec les Droits de l'abdomen. Il tend à cyphoser la courbure lombaire (le petit psoas, lorsqu'il est présent, incite la rétroversion de bassin). D'autre part, le psoas fonctionne également avec la chaîne d'extension (CDP), en position debout. Il devient alors lordosant lombaire. (10)



Figure 2 : modélisation de la chaîne de flexion selon Busquet

En résumé, la chaîne de flexion permet l'enroulement du tronc et des membres inférieurs (fig. 2).

3.3. Physio-pathologie du rachis lombaire

La vocation fonctionnelle dominante du rachis lombaire est avant tout la stabilité (11). Sur le plan passif, cette stabilité est assurée par l'important système disco-capsulo-ligamentaire. D'un point de vue actif, on retrouve le contingent profond, au plus proche des vertèbres pour former une association os-muscle appelée poutre composite (érecteurs du rachis en arrière et psoas en avant). Ce fonctionnement synergique antéro-postérieur joue le rôle d'étau verrouillant la stabilité lombale. Il s'agit d'un ajustement permanent du maintien lombal autour de la courbure physiologique.

On associe également le contingent superficiel, essentiellement aponévrotique. En arrière, l'aponévrose du grand dorsal plaque les muscles profonds contre le rachis. En avant, la masse abdominale exerce, par viscères interposés, une poussée à la face antérieure du rachis lombaire, formant alors la « poutre rigide pré-vertébrale » selon Rabischong et Avril. La notion de caisson abdominal est importante à mentionner, dont l'entrecroisement complexe des abdominaux en constitue la face antérieure et latérale. En effet, c'est une structure à géométrie et pression variables. L'intérêt est que l'abdomen vient se mouler sur le rachis et en épouser les contours, quelles que soient les variations spatiales et ce, tout en offrant au rachis un appui stabilisant (qui doit être éduqué chez le patient lombalgique par exemple). Nous notons que les zones de jonction constituent des points faibles.

Une insuffisance ou une faiblesse musculaire au niveau de ce caisson abdominal minimise les capacités du rachis lombal, en exposant les zones soumises à une pression mal répartie, et donc à des risques herniaires. Un effort concernant le rachis doit s'effectuer à partir d'un abdomen aux parois toniques.

De plus, les fonctions assurées par les abdominaux lors de la stabilisation de la colonne lombaire peuvent s'envisager dans un cadre plus large, expliqué par le modèle de Bergmark (12). Celui-ci distingue deux groupes musculaires :

- Les *stabilisateurs globaux*, incluant notamment les abdominaux superficiels (droits antérieurs, obliques externes et internes), la portion latérale du carré des lombes et les composantes latérales du contingent des érecteurs spinaux (longissimus et iliocostal). Ce système intervient dans l'orientation et l'équilibration du tronc face aux perturbations extérieures, c'est-à-dire qu'il correspond à une fonction mobilisatrice.
- Les *stabilisateurs locaux* sont des muscles plus profonds réalisant une série de jonctions inter-segmentaires. Ce groupe est constitué par le transverse et le multifide, il permet le contrôle de la rigidité et la cohésion intervertébrale, représentant donc une fonction stabilisatrice.

Ces deux groupes, présents dans la constitution du caisson abdominal, sont donc associés également au diaphragme et au plancher pelvien. Tout cet ensemble contrôle la

pression intra-abdominale (PIA), en maintenant la répartition homogène des contraintes. Une augmentation de la PIA est un mécanisme stabilisant la colonne lombaire, mais dans certaines situations, des hyperpressions peuvent être générées et ont des conséquences délétères sur les structures.

La notion de rigidité de la colonne est une propriété préalable requise pour assurer une bonne mobilité. En effet, les *muscles locaux* concèdent une contraction anticipative permettant la stabilisation des segments intervertébraux, tout en accordant aux *muscles globaux* de continuer à mobiliser l'ensemble du corps sans avoir d'impact néfaste sur la colonne. Dans les activités de la vie quotidienne, ces muscles doivent donc intervenir de façon concomitante afin d'assurer une adaptation perpétuelle aux situations environnementales requérant un compromis entre stabilité et mouvement.

Nous comprenons alors que les contraintes assumées par le rachis lombaire sont bien supportées, car réparties sur l'ensemble du caisson abdominal et son corset musculaire. Certains auteurs comme Kerkhour (13) ont proposé d'étudier l'équilibre agonistes-antagonistes par le biais de l'isocinétisme. Pour le rachis lombaire, le ratio de forces entre les fléchisseurs (F) et les extenseurs (E) est analysé. La norme du rapport F/E se situe entre 0,7 et 0,8.

Chez le patient lombalgique, les auteurs ont constaté que la pathologie s'accompagne d'une diminution de la force que Kerkhour quantifie à -20% pour les fléchisseurs et -45% pour les extenseurs. Si nous rapportons cela à l'isocinétisme, le rapport F/E tend à se rapprocher de 1.

4. TESTS D'ÉVALUATION DES FLÉCHISSEURS DE TRONC

Il existe différentes méthodes d'évaluation clinique et/ou instrumentale des fléchisseurs de tronc. L'évaluation clinique décrit plutôt des tests d'endurance statique ou dynamique de ces muscles, alors que l'évaluation instrumentale propose la mesure de la force développée.

4.1. Évaluation clinique

Test de Shirado-Ito. (14) (15)

Ce test décrit l'endurance statique de muscles fléchisseurs de tronc. Il est le plus fréquemment utilisé.

Position du sujet : à partir du décubitus dorsal, le patient adopte une flexion de 90° au niveau des hanches et des genoux. Selon l'étude préalable de l'auteur, cette position permet de diminuer la lordose lombaire afin d'activer au maximum les abdominaux, et d'inhiber les fléchisseurs de hanche. Les bras sont croisés avec les mains reposant sur les épaules.

Déroulement du test : le sujet doit adopter une flexion cervicale maximale et fléchir le tronc jusqu'au décollement de la pointe des scapulas. Il doit maintenir cette position le plus longtemps possible, et ce sans encouragements ni indications de temps de la part de l'évaluateur.

Les normes décrites chez le sujet sain et lombalgique sont énumérées en secondes (tab. I).

Tableau I : normes de temps de maintien à travers la littérature (en secondes)

Auteurs	Sujets sains	Sujets lombalgiques
Shirado-Ito (1996)	Femmes : 85 +/- 44 Hommes : 183 +/- 69	Femmes : 57 +/- 33 Hommes : 108 +/- 50
Moreland (1997)	63 +/- 41	
Shirer (2003)	Femmes : 144 +/- 74 Hommes : 177 +/- 77	
Chan (2005)	177 +/- 89	
Verfaille (2005)		54
Fransoo (2006)		37 +/- 11
Yahia (2011)		116 +/- 74

La reproductibilité intra-évaluateur ("Test-Retest Correlation") se situe entre 0,85 et 0,95 en fonction des groupes. (16) (cf tab. II, part. 6.5.)

La reproductibilité inter-évaluateurs est très élevée, avec un ICC = 0,88 selon Chan. Le temps de maintien (hommes et femmes confondus) est de 155 secondes +/- 79.

La reproductibilité de ce test peut être améliorée en réalisant 3 essais, la moyenne des deux meilleurs résultats donne le chiffre de référence.

Test de redressement (Canadian standardized test of fitness) (14) (13)

Ce test décrit l'endurance dynamique des muscles fléchisseurs du tronc.

Position du sujet : en décubitus, genoux fléchis à 90°. Il doit réaliser les redressements partiels en faisant glisser la main le long d'un mètre-ruban. Le point à atteindre sur celui-ci est placé à 8 cm du majeur pour les sujets de 40 ans et plus, et à 12 cm pour ceux de moins de 40 ans.

À l'aide d'un métronome, nous établissons un rythme de 25 redressements par minute, et le sujet doit effectuer le maximum de mouvements. L'évaluateur comptabilise le nombre de redressements partiels réalisés.

Ce test concède une reproductibilité intra et inter-évaluateurs très bonne avec respectivement un ICC compris entre 0,59 et 0,91 en intra, et 0,89 en inter. (17)

4.2. Évaluation instrumentale

Test de force abdominale isométrique

Ce protocole est proposé par Moreland (17).

Ce test est réalisé à l'aide d'un dynamomètre à main sensible à la pression (Hand Held Dynamometer), et teste la force isométrique développée par les abdominaux dans leur composante de flexion.

Position du sujet : en décubitus dorsal, le tronc est fléchi préalablement à 30°. Le sujet croise ses mains sur l'abdomen et ses jambes sont placées de manière à obtenir une flexion de genou à 90°. L'examineur place le dynamomètre à 2,5 cm en dessous du manubrium sternal.

Déroulement du test : le sujet effectue un redressement partiel jusqu'à décollement de la pointe de la scapula et exerce la pression maximale contre le capteur du dynamomètre. L'évaluateur encourage fortement pour améliorer les valeurs exprimées. Trois répétitions sont exécutées et la moyenne des deux meilleurs résultats (en Newton) est retenue. La force moyenne développée lors de ce test est de 232 +/- 49 N.

L'étude conclut une pauvre reproductibilité inter-évaluateurs, justifiée notamment par le manque d'expérience des autres testeurs dans l'utilisation du dynamomètre. La fiabilité peut être influencée par le niveau d'expérience de l'utilisateur.

D'un point de vue plus général, Stark et al. (18) nous informent que, en considérant l'isocinétisme comme référence standard en terme de mesure de la force musculaire, les dynamomètres manuels concèdent une fiabilité et une validité non négligeables (modérée à bonne). Les auteurs conviennent que le dynamomètre manuel est un outil pertinent quant à l'utilisation clinique quotidienne. Il persiste tout de même une absence de consensus dans les positions établies, du patient comme de l'évaluateur.

Le test de force isocinétique (19)

L'isocinétisme demeure aujourd'hui la référence standard en terme d'évaluation objective de la force musculaire. Cette méthode permet de mesurer, en imposant une vitesse constante, la force développée selon le bras de levier au niveau de l'axe du dynamomètre. Beaucoup de paramètres sont étudiés par les appareils d'isocinétisme, ils déterminent notamment les ratios agonistes/antagonistes.

Cette technique concède une fiabilité et une reproductibilité importantes (corrélation 0,91 à 0,99 selon les études) (20), mais les protocoles sont différents selon les machines disponibles sur le marché.

Dans son rapport de novembre 2006, la Haute Autorité de Santé (HAS) recommande la quantification des déficiences musculaires chez le patient lombalgique chronique (2). En effet,

la littérature a décrit une différence significative du ratio Fléchisseurs/Extenseurs comparativement à une population saine.

Malgré une certaine hétérogénéité des résultats émis dans la littérature, nous pouvons constater des ratios F/E compris entre 0,7 et 0,8 chez le sujet sain (ces valeurs varient chez un même sujet en fonction de la vitesse imposée lors des mesures). Chez le patient lombalgique, ces ratios tendent vers 1, caractérisés notamment par une diminution de la force de -20% pour les fléchisseurs de tronc et de -45% pour les extenseurs de tronc (13).

Ces mesures évaluent, par la suite, l'efficacité du traitement et de la rééducation, en respectant l'utilisation de la même machine et des mêmes protocoles d'examen pour un même patient.

Cette démarche admet un intérêt particulier à l'objectivation de la mesure de la force musculaire, mais elle reste toutefois peu accessible car cela nécessite un investissement très important (de 40 000 à 100 000 euros), ainsi que des conditions d'exécution strictes (étalonnage périodique, locaux suffisants...).

5. MATÉRIEL ET MÉTHODE

5.1. Population

Notre population comporte trente-deux étudiants issus de l'Institut Lorrain de Formation en Masso-Kinésithérapie de Nancy, répartis dans les promotions de 1ère et 3ème années. Les sujets ont un âge compris entre 19 et 24 ans. Tous les participants étaient volontaires, informés et ont approuvé un formulaire de consentement éclairé.

5.2. Critères d'inclusion et d'exclusion

Inclusion : étudiants de l'ILFMK de Nancy, promotions de 1ère et 3ème années.

Exclusion : Tout sujet présentant :

- un épisode algique aigu au niveau du segment lombaire (EVS à 3 et 4)

- un diagnostic médical de lombalgie (récurrent ou chronique)
- une pathologie structurelle du rachis (ex : maladie de Scheuermann, spondylarthrite ankylosante...)
- une pathologie traumatique rachidienne de moins d'un an après consolidation
- femmes enceintes

5.3. Matériel

- une table électrique réglable en hauteur
- un pèse-personne à lecture indirecte (fig. 3)
- un tendeur
- un compte à rebours sonore
- deux coussins triangulaires (50x35x20 cm)
- un crayon dermatographique
- un plurimètre-goniomètre de Rippstein
- un pan de cage de poulie



Figure 3 : pèse-personne à lecture indirecte

5.4. Pré-tests

Des pré-tests ont été réalisés sur cinq sujets afin d'optimiser le positionnement des participants et de l'évaluateur, tout en respectant les principes d'utilisation du pèse-personne et les positions décrites dans la littérature.

6. PROTOCOLE

6.1. Questionnaire et consentement

Avant de commencer le test, les sujets sont invités à lire consciencieusement la fiche informative, agrémentée d'une démonstration pratique du protocole, puis à signer un formulaire de consentement éclairé. Un questionnaire leur est ensuite soumis. Les informations recensées portent notamment sur la présence de douleurs au niveau lombaire, la pratique d'une activité physique et les antécédents médicaux et chirurgicaux notables. (ANNEXE II et III)

6.2. Installation du sujet

Nous vérifions au préalable que le dossier de la table électrique soit au même niveau que le plan à l'aide de l'inclinomètre, soit à 0°.

Le sujet est en décubitus dorsal sur la table, le plus proche possible de l'évaluateur de manière à ce que le bord latéral de la scapula soit au même niveau que le bord de la table. Nous plaçons ses EIPS au niveau de la jonction entre les deux sections de la table. Nous plaçons les deux coussins triangulaires formant un rectangle sous les membres inférieurs du sujet, afin de positionner les hanches et genoux à 90° de flexion. Nous vérifions cette angulation avec le plurimètre. (fig. 4)



Figure 4 : position du sujet

Cette position est cohérente quant aux principes énoncés par Shirado (15) et confirmés par Weineck (21) et Ladeira et al. (22), à savoir qu'une flexion de hanche à 90° permet la contraction préférentielle des abdominaux au dépend des fléchisseurs de hanche qui tendent vers l'insuffisance fonctionnelle active.

6.3. Position de l'évaluateur

Avant que l'évaluateur ne se place, il est important de vérifier que le pèse-personne soit à l'horizontale (notre outil intègre un niveau à bulle).

Nous palpons les angles de Louis, dont la réunion correspond à la jonction du manubrium sternal et du corps (articulations chondro-sternales de la 2ème paire de côtes). Ce repère détermine un bras de levier constant. Cela permet donc d'apprécier l'évolution de la force résistante lors de la contraction statique pendant le test. (23)

L'observateur adopte une position standardisée. Il se place au niveau du flanc gauche du patient, à l'aplomb du pèse-personne, en station érigée avec le regard à l'horizontale. La table est réglée en hauteur de manière à ce que les membres supérieurs soient tendus, le plus perpendiculairement possible au sujet. L'évaluateur appose le pisiforme de sa main droite au niveau du repère anatomique, et superpose la seconde main. Il est important de ne pas induire de pression préalable pour ne pas soulager de poids du pèse-personne (le poids affiché sur l'écran du pèse-personne ne doit pas diminuer).

L'écran de lecture du pèse-personne est fixé à hauteur du regard, sur un pan de cage de pouliothérapie.

6.4. Déroulement du test

Échauffement :

L'échauffement est débuté après le placement rigoureux du sujet et de l'évaluateur afin de poursuivre sur les mesures directement.

L'échauffement spécifique des fléchisseurs de tronc consiste à réaliser 10 "curl-up" (relevés partiels) jusqu'au décollement de la pointe de la scapula. Les mouvements sont réalisés sur un temps expiratoire.

Le rythme est de 6 secondes de contraction et 6 secondes de repos. À l'issue de ces mouvements d'échauffement, un temps de repos de 2 minutes est accordé au sujet avant de débiter le test de force.

Test :

L'évaluateur relève son poids sur l'écran, puis se met en position comme décrit précédemment.

Nous utilisons le compte à rebours sonore permettant de déterminer la succession de 6 intervalles, respectivement de 30 secondes de repos et 6 secondes de contraction, répétés 3 fois. Cette contrainte temporelle suit les recommandations de Cavarec (24). Lors du test le sujet doit effectuer une contraction maximale volontaire des fléchisseurs de tronc, il reçoit la consigne de « soulever au maximum » l'opérateur vers le haut, sur la totalité des 6 secondes de contraction. Afin d'augmenter la force développée, nous procédons à un encouragement standardisé (25) : « POUSSEZ ; POUSSEZ ; ENCORE », d'un ton énergique. Le test s'effectue sur un temps expiratoire (pour garder une logique normopressive et diminuer les risques de lésions associées (26)).

L'examineur doit rester gainé en s'adaptant à la force développée par le sujet, ce qui provoque un allègement au niveau de la plate-forme du pèse-personne. La masse la plus basse stabilisée sur l'écran est alors relevée. (fig. 5 et 6)

Le sujet ne doit pas compenser, notamment par la prise d'élan ou par une flexion des MI.



Figure 5 : position de départ
sujet/évaluateur



Figure 6 : position lors de la
contraction maximale volontaire

Re-test :

Il est demandé aux sujets de ne pas modifier leurs habitudes concernant l'activité physique durant les sept jours séparant le test du re-test.

À J+7 jours, nous établissons une seconde session de mesures, avec le second évaluateur. Le sujet tire au sort l'évaluateur débutant la prise des mesures (dé de 6 faces : les chiffres impairs pour l'évaluateur 1 et pairs pour l'évaluateur 2).

Le protocole suit le même raisonnement que le test : échauffement puis première série de tests avec un évaluateur.

Nous accordons un repos de 3 minutes avant le deuxième test avec le second évaluateur.

6.5. Méthode d'analyse statistique

Dans un premier temps, nous présentons les caractéristiques descriptives de notre population (âge, poids, taille, activité physique), décrites selon les moyennes et écarts types, ainsi que la force développée par les fléchisseurs de tronc selon les deux évaluateurs à J0 et J7.

Dans un second temps, nous étudions la reproductibilité intra- et inter-évaluateurs à partir du coefficient de corrélation intra-classe (ICC). Cette méthode permet d'étudier la corrélation des variables, c'est-à-dire leur degré d'association. L'ICC est compris entre 0 et 1, correspondant respectivement à une reproductibilité nulle et parfaite. Plus l'ICC tend vers 1, plus la reproductibilité est pertinente (tab. II).

Tableau II : signification des valeurs de l'ICC

ICC	SIGNIFICATION
Entre 0 et 0,19	Reproductibilité très faible
Entre 0,20 et 0,39	Reproductibilité faible
Entre 0,40 et 0,59	Reproductibilité modérée
Entre 0,60 et 0,79	Reproductibilité élevée
Entre 0,80 et 0,99	Reproductibilité très élevée
A 1	Reproductibilité parfaite

Nous associons à ce coefficient l'erreur standard de mesure (SEM = Standard Error of the Mean) qui correspond à l'erreur de mesure à considérer, liée à l'évaluateur sur le protocole effectué. Dans notre étude, la SEM s'exprime en kilogrammes et se calcule en multipliant l'écart-type par la racine carrée de 1-ICC.

Dans un troisième temps, nous analysons les résultats obtenus, entre les deux évaluateurs puis l'évaluateur 1 à J0 et J7. Cette démarche est illustrée par la méthode graphique proposée par Bland et Altman. Celle-ci nous permet de déterminer la différence entre deux mesures obtenues par la même technique chez un même sujet par rapport à la moyenne des mesures. Il convient de souligner que l'interprétation des résultats fournis par cette approche demeure essentiellement clinique.

7. RÉSULTATS

7.1. Étude descriptive de la population

Notre population est composée de 32 sujets (16 hommes et 16 femmes), d'un âge moyen à 21 +/-1,4 ans.

L'IMC moyen de ces personnes est de 22,6 +/- 2,3.

18,8 % (3 hommes et 3 femmes) de nos sujets présentent des douleurs lombaires au moment du test.

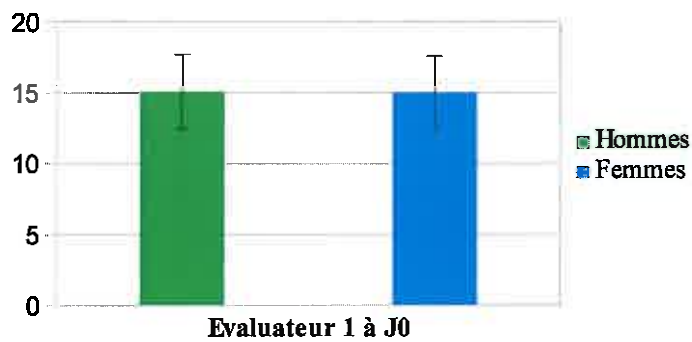


Figure 7 : moyennes des valeurs à J0

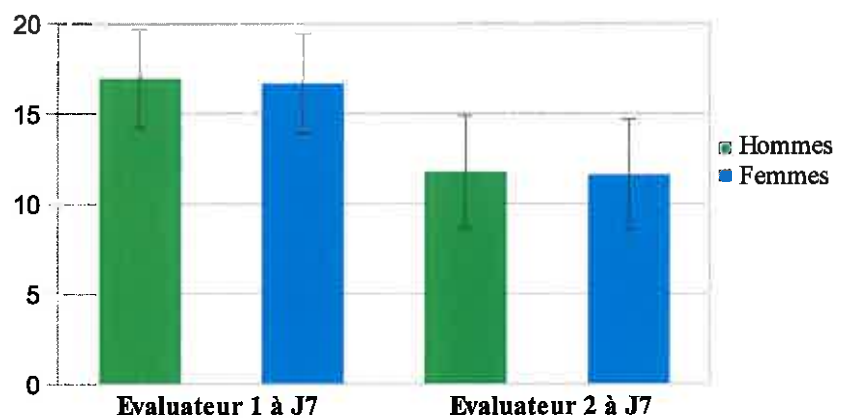


Figure 8 : moyennes des valeurs à J7

La force développée par l'ensemble des participants est en moyenne de 15,0 +/- 2,6 Kg au pèse-personne selon l'évaluateur 1, et de 11,7 +/- 3,1 Kg selon l'évaluateur 2.

D'après les figures 6 et 7, il n'y a pas de différence apparente entre la moyenne de la force développée par les femmes et les hommes, quel que soit l'observateur (fig. 7 et 8).

7.2. Étude de la reproductibilité intra- et inter-évaluateurs.

Tableau III : résultats des ICC en intra- et inter-évaluateurs

	ICC (limites IC 95%)	SEM (Kg)
Inter-évaluateurs	0,74 (0,54 – 0,87)	1,53
Intra-évaluateur	0,71 (0,48 – 0,85)	1,48

Les valeurs inscrites entre parenthèses (tab. III) sont respectivement les limites inférieures et supérieures de l'intervalle de confiance à 95%. Nous pouvons donc estimer que, si nous répétons les mesures, nous avons en moyenne 95 chances sur 100 que la reproductibilité se situe entre les limites de l'intervalle (entre modérée et élevée).

Nos résultats montrent que la reproductibilité intra- et inter-évaluateurs est élevée et qu'il faut considérer une SEM d'environ 1,5 Kg.

7.3. Étude clinique des résultats

Nous avons constaté empiriquement que l'écart de mesure entre les deux évaluateurs est relativement constant. La méthode graphique de Bland et Altman permet d'affiner cette recherche.

7.3.1. Étude de la différence de mesure entre les deux évaluateurs

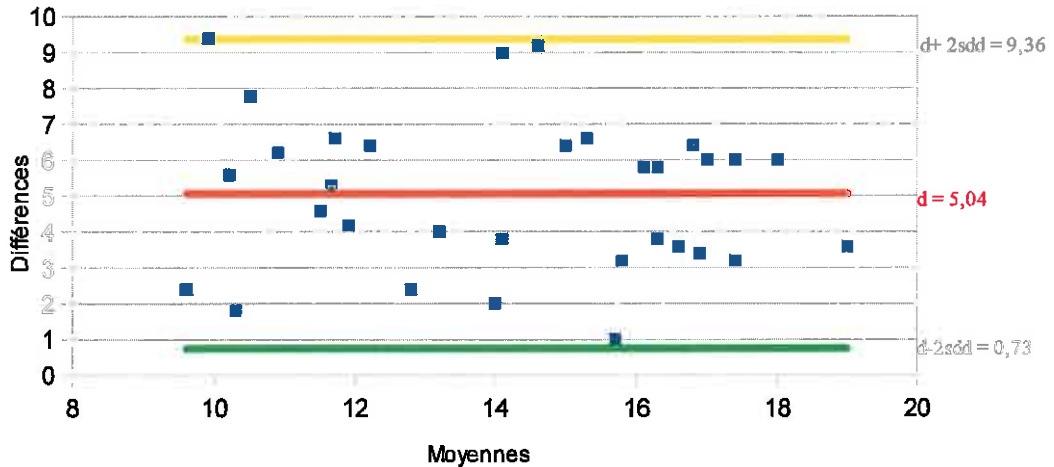


Figure 9 : graphique de Bland et Altman comparant les 2 évaluateurs

En abscisse, nous avons la moyenne des mesures au pèse-personne réalisées par les deux évaluateurs, et en ordonnée, nous avons les différences des mesures au pèse-personne réalisées par les deux évaluateurs. Nous considérons " d " la moyenne des différences, représentant la moyenne de l'écart systématique de la série des valeurs établies par chaque observateur. Cette valeur est environ égale à 5 kg. Elle nous indique également que l'évaluateur 1 surestime (à 5 kg) par rapport à l'évaluateur 2. Sdd correspond à l'écart-type des différences, permettant de déterminer les limites d'agrément supérieure et inférieure (respectivement +9,36 et +0,73 kg). Ces limites nous permettent de déterminer une concordance dans les valeurs, c'est-à-dire de savoir si l'écart observé entre les valeurs obtenues pour la même mesure est acceptable (fig. 9).

7.3.2. Étude de la différence de mesure de l'évaluateur 1 entre J0 et J7

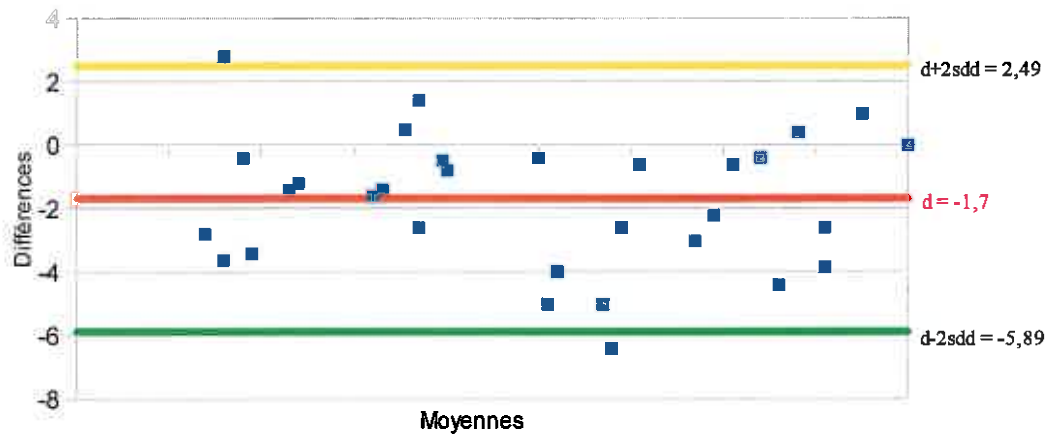
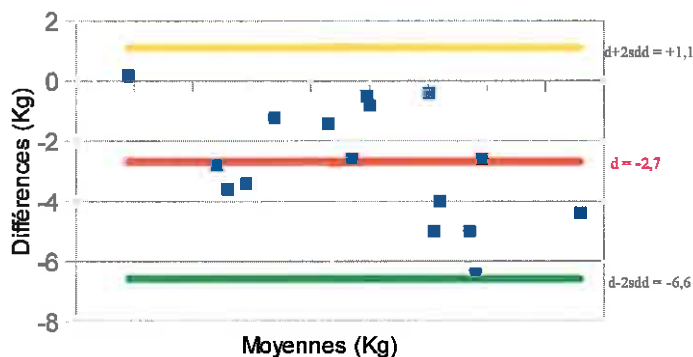


Figure 10 : graphique de Bland et Altman comparant l'évaluateur 1 à J0 et J7

La moyenne des différences " d " est de -1,7 kg, c'est-à-dire que l'évaluateur 1 surestime de 1,7 kg à J7 par rapport à J0. Les limites d'agrément définissent une concordance comprise entre +2,49 kg et -5,89kg (fig. 10).

7.3.3. Étude de l'impact de l'apprentissage sur les mesures

Nous désirons également savoir si l'apprentissage a un impact sur l'écart observé entre les valeurs obtenues par l'évaluateur 1 à J0 et J7, puis entre les deux évaluateurs. Pour cela, nous séparons notre échantillon en deux groupes (les 16 premiers sujets vus et les 16 derniers sujets vus) auxquels nous soumettons la méthode d'analyse de Bland et Altman.



Pour les 16 premiers sujets, l'évaluateur 1 surestime de 2,7 kg à J7 par rapport à J0. Les limites d'agrément définissent une concordance comprise entre +1,1 kg et -6,6kg (fig. 11).

Figure 11 : graphique de Bland et Altman, premiers sujets, évaluateur 1

Pour les 16 derniers sujets, l'évaluateur 1 surestime de 0,7 kg à J7 par rapport à J0. Les limites d'agrément définissent une concordance comprise entre +2,8 kg et -4,1kg (fig. 12).

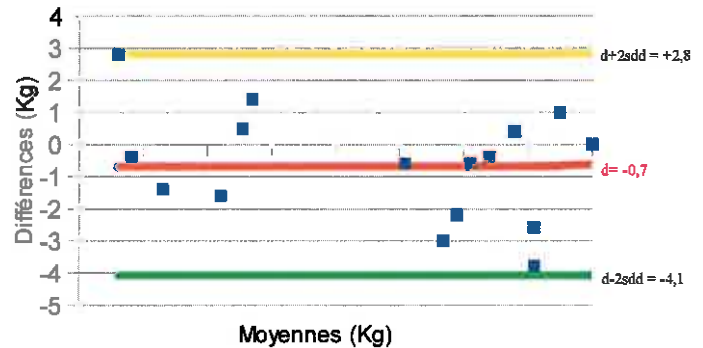


Figure 12 : graphique de Bland et Altman, derniers sujets, évaluateur 1

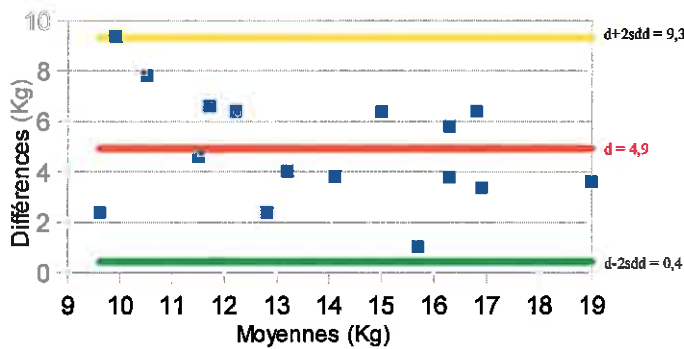


Figure 13 : graphique de Bland et Altman, premiers sujets, comparant les deux évaluateurs

Pour les 16 premiers sujets, l'évaluateur 1 surestime de 4,9 kg par rapport à l'évaluateur 2. Les limites d'agrément définissent une concordance comprise entre +9,3 kg et +0,4kg (fig. 13).

Pour les 16 derniers sujets, l'évaluateur 1 surestime de 5,2 kg par rapport à l'évaluateur 2. Les limites d'agrément définissent une concordance comprise entre +9,5 kg et +0,9kg (fig. 14).

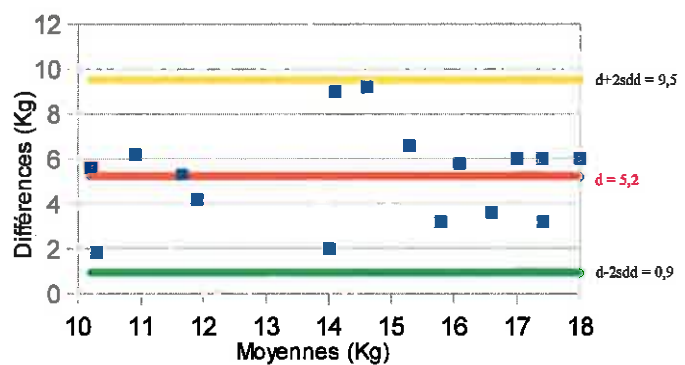


Figure 14 : graphique de Bland et Altman, derniers sujets, comparant les deux évaluateurs

8. DISCUSSION

8.1. Analyse des résultats

La force moyenne développée par les hommes et les femmes est relativement équivalente, soit 15,0 kg +/- 2,6 kg. Ces résultats ne vont toutefois pas dans le sens de ceux exprimés dans la littérature. Par exemple, Pocholle (27) indique que les hommes présentent une force concentrique isocinétique des fléchisseurs et extenseurs de tronc plus importante que chez les femmes.

La reproductibilité intra- et inter-individus est élevée, concédant une erreur standard de mesure (SEM) de 1,5 kg. Cette erreur liée à l'évaluateur peut être considérée comme relativement faible et facilement prise en compte lors de la réalisation de mesures avec un pèse-personne. Ces résultats vont dans le sens de la littérature, au regard de Collin et al. (28), Bruyneel et al. (29) et des travaux de littérature grise menés par Pétrel (23), Bousch (30).

L'ensemble de ces personnes conclut à un intérêt quant à l'utilisation du pèse-personne dans la quantification de la force musculaire, et ce sur différents groupes musculaires. Malgré une reproductibilité élevée, il nous a semblé intéressant d'établir une analyse clinique des mesures, car les résultats issus de l'expérimentation concèdent de prime abord une différence non négligeable. La méthode de Bland et Altman permet donc de mesurer l'agrément et est utilisée pour des mesures de grandeur identique. Nous avons appliqué cette démarche pour comparer les résultats de l'évaluateur 1 à J0 et J7, et entre les deux évaluateurs. Cette logique peut être confondue avec l'utilisation de la corrélation de Pearson (31) (32), qui dans ce cas serait mal employée car elle s'utilise normalement pour comparer des mesures de nature différente. Il semble évident que les résultats fournis par deux outils mesurant la même chose (ici les deux observateurs) concèdent un lien de corrélation hautement significatif.

L'étude de la différence de mesure de l'évaluateur 1 entre J0 et J7 (fig. 9 et 10) indique une moyenne des différences "d" d'environ 1,7 kg. L'évaluateur 1 surestime en moyenne à 1,7 Kg à J7 par rapport à J0, sur la totalité de l'échantillon. Les limites d'agrément révèlent une variabilité d'environ 8 Kg, ce qui ne paraît pas acceptable au vu des moyennes de force développée. Or, nous constatons que 66% (21 individus de la population) se situent à +/- 2 Kg

de la moyenne des différences, ce qui semble plus acceptable. Ce constat nous a encouragé à séparer l'effectif en deux groupes pour savoir si l'écart systématique et la variabilité des mesures peuvent être influencés par l'apprentissage, illustrés dans l'expérimentation par la répétition du protocole.

L'évaluateur 1, à J7 par rapport à J0, surestime de 2,7 Kg pour les 16 premiers sujets et seulement de 0,7 Kg pour les 16 derniers sujets. Ce résultat suggère que l'entraînement permet de diminuer la différence systématique "d". De plus, la variabilité définie par les limites d'agrément a tendance à diminuer faiblement (de 7,7 à 6,9 Kg). Cette analyse tend également à confirmer une bonne reproductibilité intra-observateur, notamment pour la deuxième partie de la population.

Nous appliquons la même réflexion pour les valeurs observées entre les deux évaluateurs. Sur la totalité de la population, l'observateur 1 surestime d'environ 5 Kg par rapport à l'observateur 2. Les limites d'agrément indiquent une variabilité d'environ 8,5 Kg, ce qui paraît inacceptable. Or, nous constatons que 72% (23 individus) se situent à +/- 2 Kg de la moyenne des différences "d".

Entre les deux évaluateurs, l'écart systématique est relativement constant (environ 5 Kg), que ce soit pour les 16 premiers ou les 16 derniers sujets. De plus, la variabilité exprimée par les limites d'agrément est également constante. Cette observation tend à confirmer que la reproductibilité inter-individus est élevée et que l'apprentissage s'est effectué chez les deux opérateurs. Il convient donc de s'interroger sur les spécificités personnelles de chaque opérateur réalisant les mesures, en considérant que les facteurs influençant la force musculaire et la réalisation du protocole sont maîtrisés. En effet l'évaluateur 1 concède une physionomie différente de son homologue (IMC respectif de 25,8 et 23,7), ce qui illustrerait, par exemple, la difficulté d'un évaluateur à retenir le patient lors de la contraction maximale demandée, et donc en partie de l'absorber.

8.2. Ressenti concernant l'expérimentation

8.2.1. Du point de vue des sujets

Les sujets ont été interrogés sur leurs impressions quant à la réalisation du protocole, et notamment sur la différence de résistance appliquée par les deux évaluateurs. La réponse semble unanime, les sujets estiment que la résistance appliquée par l'évaluateur 1 est ressentie comme plus importante que l'évaluateur 2. Cette remarque va dans le sens de l'influence des caractéristiques personnelles des observateurs sur la réalisation du protocole.

8.2.2. Du point de vue des opérateurs

Certains sujets développent une contraction maximale volontaire élevée, ce qui peut rendre délicate l'adaptation de la résistance de l'évaluateur. De plus, il est en effet incompatible d'allier une position à la fois à l'aplomb du pèse-personne et du point d'application de la résistance.



Figure 15 : angle formé entre le sujet et l'opérateur

Cet angle mis en évidence (fig.15) met en difficulté l'opérateur car il paraît délicat de garder une position gainée mono-bloc lorsque la force développée par le sujet est importante. Il semble que cette force peut être en partie absorbée.

Il peut être également difficile de lutter contre la tendance naturelle à l'enroulement du tronc vers l'avant, changeant ainsi la direction du vecteur de force.

Ces inconvénients rencontrés et perçus, ajoutés aux différences intrinsèques des évaluateurs tendent à conforter la surestimation d'un observateur par rapport à l'autre, comme le traduisent les analyses statistiques.

8.3. Biais de l'étude

Lors de la lecture des valeurs, le pèse-personne concède une variation avant de se stabiliser. Nous pouvons donc considérer un biais de précision quant à la lecture des valeurs, en intra- et inter-observateurs. Cette expérimentation étant tributaire d'une méthode non validée par la littérature pour ce groupe musculaire, il est difficile de contrôler ce paramètre.

Nous rappelons qu'un biais associé à l'évaluateur est à prendre en compte. Les résultats statistiques tendent à affirmer que les variations de mesures entre les évaluateurs sont influencées par leurs spécificités individuelles.

L'apprentissage a permis d'améliorer la sensibilité des mesures, il convient de se questionner sur la qualité des premières mesures.

8.4. Propositions d'amélioration

Dans un premier temps, il serait nécessaire d'augmenter la taille de l'échantillon pour les pré-tests et d'effectuer un apprentissage rigoureux de l'utilisation du pèse-personne. Cet élément permettrait de diminuer le biais de précision des mesures. À cela s'ajoute une éducation et un compromis stricts lors de la lecture des valeurs sur l'écran.

Ensuite, il serait intéressant d'appliquer, dans les pré-tests, un protocole pour savoir quel poids l'évaluateur est capable de tolérer sans fausser les mesures. Ce paramètre est décrit par Bruyneel et al. (29).

8.5. Lien avec la pratique de la masso-kinésithérapie

L'objectif de travail est globalement de réfléchir à un usage détourné de l'outil commun qu'est le pèse-personne. Nous avons cherché à établir un intérêt ou non, à évaluer la force musculaire isométrique des fléchisseurs de tronc par le biais de cet appareil, en passant notamment par l'étude de la reproductibilité intra- et inter-individus. Comme énoncé en introduction, la pratique du bilan musculaire est incontournable dans la pratique de la masso-kinésithérapie, en particulier lors de la rédaction du Bilan-Diagnostic Kinésithérapique (BDK). Cet élément est primordial dans le suivi des patients, aussi bien dans la durée de la prise en charge, que dans la transmission des informations à un collaborateur.

Cette étude s'inscrit dans la continuité d'autres protocoles établis sur différents groupes musculaires. En effet, Collin et al. (28) considèrent le pèse-personne comme étant un outil fiable, reproductible et comparable à un dynamomètre électronique pour mesurer la force de l'épaule. Bruyneel et al. (29) restent plus nuancés dans le résultat de leur étude car ils apprécient le pèse-personne comme un appareil adéquat pour mesurer la force du quadriceps à un moment donné mais n'établit pas d'intérêt au suivi de l'évolution de la force musculaire dans le temps.

D'après les résultats de notre étude, la reproductibilité inter-observateurs est élevée, c'est-à-dire que cette méthode d'évaluation de la force des fléchisseurs de tronc est pertinente d'un masseur-kinésithérapeute à un autre, selon un même patient. Il faut nuancer cette affirmation du fait de l'écart constant retrouvé entre les deux opérateurs, mais nous pourrions idéalement envisager que cette variation pourrait être objectivée grâce à une autre étude multipliant les opérateurs selon des caractéristiques personnelles différentes. La reproductibilité intra-individu est également élevée, ce qui signifie qu'il est approprié d'utiliser le pèse-personne pour suivre l'évolution de la force musculaire des fléchisseurs de tronc dans le temps, ou d'évaluer l'efficacité d'une technique de renforcement si déficit il y a. De plus,

l'interprétation graphique de Bland et Altman a permis de montrer que l'apprentissage influence positivement la qualité des mesures et diminue la différence systématique liée aux erreurs de mesure. Le professionnel améliore donc la sensibilité de ses mesures en répétant le protocole et ce, de manière reproductible à chaque fois. Cette affirmation a également été précisée par Bousch (30) dans l'évaluation de la force des spinaux lombaires avec un pèse-personne ou par Margier (33) dans l'évaluation de la force des ischio-jambiers à l'aide d'un pèse-personne.

Cette étude ne permet néanmoins pas d'établir de normes quant à la force développée par les fléchisseurs de tronc. En effet, l'effectif est restreint, très homogène et composé de sujets jeunes et en bonne santé, ce qui ne traduit pas une réalité générale. Puis, les variations observées dans les résultats infirment aussi l'instauration de normes.

Les fléchisseurs de tronc sont, d'un point de vue pathologique, incriminés dans de nombreux dysfonctionnements (3). La lombalgie en est le plus emblématique car cette pathologie représente près de 6 millions de consultations en France chaque année et constitue la 3^{ème} cause d'invalidité en France (34). Cette affection est caractérisée notamment par une diminution de la force de -20% pour les fléchisseurs de tronc et de -45% pour les extenseurs de tronc (13). De plus, Cho et al. (4) indiquent que la sévérité de la lombalgie est associée, entre autres facteurs, à une faiblesse de la force isométrique des fléchisseurs de tronc. Ces arguments issus de la littérature soulignent l'intérêt d'effectuer un bilan de force musculaire de ces muscles lors d'une prise en charge, notamment de lombalgie.

Comme présenté dans les rappels, l'isocinétisme permet de déterminer des ratios agonistes/antagonistes. Ces rapports sont établis chez le sujet sain et traduisent une balance musculaire, ou autrement dit, un équilibre entre la force produite par les agonistes et celle produite par les antagonistes. Les ratios F/E du tronc sont compris entre 0,7 et 0,8 chez le sujet sain et tendent vers 1 chez le patient lombalgique du fait de la perte de force.

Pour étendre cette réflexion, il semble intéressant de continuer ce processus de recherche. D'une part, un protocole comparant la force isométrique des fléchisseurs de tronc du sujet sain et du sujet lombalgique, par l'intermédiaire du pèse-personne. D'autre part de

définir un ratio F/E de tronc, ce qui permettrait de refléter un déséquilibre musculaire relatif chez un patient.

9. CONCLUSION

Cette étude apporte une réflexion supplémentaire sur un moyen d'évaluation de la fonction force musculaire, appliquée aux fléchisseurs de tronc.

En effet, d'après notre problématique de départ, ce mémoire présente pour ce protocole une reproductibilité intra- et inter-évaluateurs élevée. L'utilisation du pèse-personne semble donc utile pour suivre l'évolution de la force musculaire dans le temps ou contrôler l'efficacité d'une technique de renforcement notamment. De plus, il s'avère que cet usage est pertinent d'un masseur-kinésithérapeute à l'autre, permettant ainsi des transmissions de qualité. L'apprentissage influence positivement la sensibilité des mesures, c'est donc un paramètre à envisager avant d'utiliser cet appareil dans la pratique courante.

Il faut toutefois nuancer ces résultats car des écarts, bien que constants, ont été décelés, et l'ensemble des biais identifiés n'est pas à négliger. De plus, cette étude ne prétend pas établir de normes quant au paramètre évalué.

Cette démarche entre donc dans la logique d'optimisation de la rédaction d'un BDK. Selon une enquête exposée dans un rapport HAS sur les modalités de prescription de masso-kinésithérapie dans la lombalgie commune (34), seulement 30% des masseurs-kinésithérapeutes ont établi un BDK écrit (toutes pathologies confondues).

Le pèse-personne est un outil facile d'utilisation, accessible à tous, et peu onéreux. Il concède cependant des conditions d'utilisation spécifiques, mais il permet d'ouvrir d'autres champs d'application, comme par exemple l'évaluation de la qualité de l'équilibre chez la personne âgée en perte d'autonomie (35).

BIBLIOGRAPHIE

1. HIGNET R, BLAISE J-L. Bilans musculaires. Stratégie d'évaluation d'après la Classification internationale du fonctionnement, du handicap et de la santé (CIF).
2. HAUTE AUTORITE DE SANTE. Mesure de la force, du travail et de la puissance musculaire, par dynamomètre informatisé et motorisé [Internet]. 2006 [cité 13 avr 2015]. Disponible sur: http://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/dossier_mesure_de_la_force.pdf
3. PENINOU G. Les abdominaux. *Kinésithérapie Rev.* 2008;(80-81):34-40.
4. CHO KH., BEOM JW., LEE TS., LIM JH., LEE TH., YUK JH. Trunk Muscles Strength as a Risk Factor for Nonspecific Low Back Pain : A Pilot Study. *Ann Rehabil Med.* 2014; (38):234-40.
5. RICHARD M. Le bilan musculaire de la sangle abdominale - Etude bibliographique. Nancy: ILFMK; 2014.
6. KAPANDJI IA. Rachis, physiologie articulaire. 6^e éd. Maloine; 2007. 260 p.
7. DRAKE RL., VOGL W., MITCHELL AWM. Gray's Anatomie pour les étudiants. Elsevier Masson SAS; 2006. 1081 p.
8. DUFOUR M. Anatomie de l'appareil locomoteur - Tête et tronc. 2^e éd. Paris : Masson; 2007. 369 p.
9. BUSQUET L. Les chaînes musculaires : Lordoses, cyphoses, scolioses. 4^e éd. Frison-Roche; 2005. 188 p.
10. BUSQUET L. Les chaînes musculaires : Membres Inférieurs. 3^e éd. Frison-Roche; 2003. 241 p.
11. DUFOUR M., PILLU M. Biomécanique fonctionnelle : Membres-Tête-Tronc. Paris : Masson; 2007. 568 p.
12. BAKKER E., JOURET C., BRAGARD D. Fonctions des muscles abdominaux. *Kinésithérapie Sci.* mars 2006;(464):46-9.
13. GOUILLY P., GROSS M., MULLER J-F. Revue bibliographique du bilan-diagnostique kinésithérapique du lombalgique. *Ann Kinésithérapie.* 2001;28(7):301-32.
14. LECOLIER D. Evaluation et renforcement musculaire des abdominaux dans le cadre des lombalgies communes. *Kinésithérapie Sci.* janv 2012;(528):60-2.

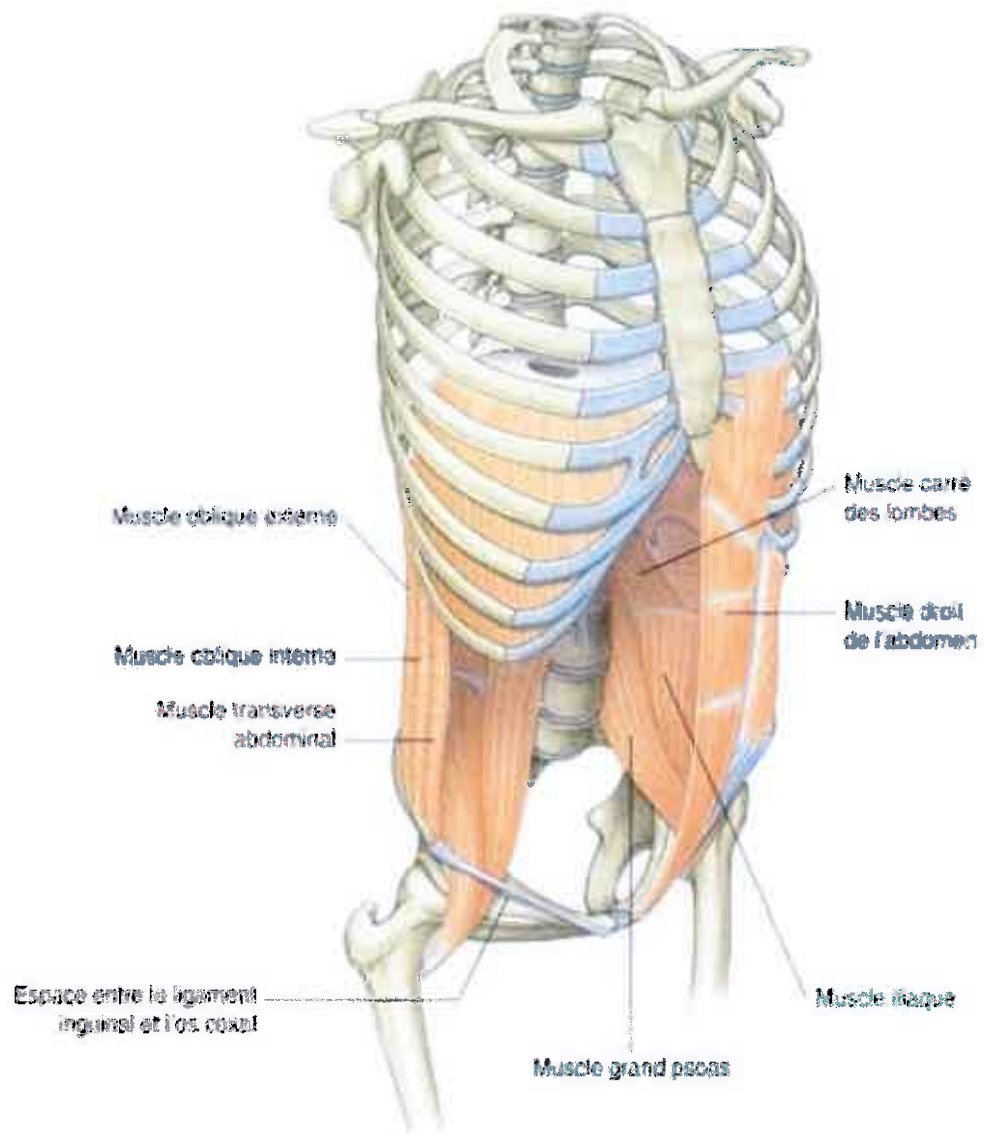
15. ITO T., SHIRADO O., SUZUKI H., TAKAHASHI M., KANEDA K., STRAX TE. Lumbar Trunk Muscle Endurance Testing: An Inexpensive Alternative to a Machine for Evaluation. *Arch Phys Med Rehabil.* 1996;(77):75-9.
16. FRANSOO P, DASSAIN C, MATTUCCI P. Mise en pratique du test de Shirado. *Kinésithérapie Rev.* 2009;(87):39-42.
17. MORELAND J., FINCH E., STRATFORD P., BALSOR B., GILL C. Interrater Reliability of Six Tests of Trunk Muscle Function and Endurance. *J Orthop Sports Phys Ther.* oct 1997;26(4):200-8.
18. STARK T., WALKER B., PHILLIPS JK., FEJER R., BECK R. Hand-Held Dynamometry Correlation With The Gold Standard Isokinetic Dynamometry: A Systematic Review. *Am Acad Phys Med Rehabil.* mai 2011;3:472-9.
19. VAILLANT J. Appareils d'isocinétisme : intérêt et utilisation en rééducation musculaire. *Kinésithérapie Sci.* juill 2003;(434-435).
20. BERNARD J-C., BOUDOKHANE S., PUJOL A., CHALEAT-VALAYER E., LE BLAY G., DECEUNICK J. Isokinetic trunk muscle performance in pre-teens and teens with and without back pain. *Ann Phys Rehabil Med.* 2014;(57):38-54.
21. WEINECK J. Manuel d'entraînement. 4^e éd. Vigot; 1996. p. 254-6.
22. LADEIRA CE., HESS LW., GALIN BM., FRADERA S., HARKNESS MA. Validation of an Abdominal Muscle Strength Test With Dynamometry. *J Strength Cond Res.* 2005;4(19):925-30.
23. PETREL K. Evaluation de la force musculaire utilisant un pèse-personne : Validation de méthode. Rennes: IFMK; 2004.
24. CAVAREC F. Evaluation de la force musculaire : Fiabilité de trois appareils portatifs. *Kinésithérapie Sci.* sept 2010;(513):5-11.
25. McNAIR PJ., DEPLEDGE J., BRETTKELLY M., STANLEY SN. Verbal encouragement : effects on maximum effort voluntary muscle action. *Br J Sports Med.* 1996;(30):243-5.
26. GRANATA KP., BENNETT BC. Low-Back Biomechanics and Static Stability During Isometric Pushing. *Hum Factors.* 2005;47(3):536-49.
27. POCHOLLE M. L'isocinétisme aujourd'hui : les tests. *Ann Kinésithérapie.* 2001;28(5):208-21.
28. COLLIN P., BANARJI B-H., CANDELIER G., LE BOURG M., MOUILLERON P. Etude comparative de l'utilisation d'un pèse-personne, d'un dynamomètre électronique et d'un peson pour mesurer la force d'une épaule. *Rev Chir Orthopédique Traumatol.* 2011;97(7):260.

29. BRUYNEEL A-V., DEAT P., BOUSSION L. Evaluation de la reproductibilité du test de force isométrique sur balance et par dynamomètre à pression pour les muscles extenseurs de genou. *Kinésithérapie Rev.* 2012;(126):33-40.
30. BOUSCH B. Mesure de la force des spinaux lombaires à l'aide d'un pèse-personne. Nancy: ILFMK; 2014.
31. SYLVESTRE M-P. Faire et analyser un graphique de Bland-Altman pour évaluer la concordance entre deux instruments ou plus. Service de consultation en biostatistique du CRCHUM; 2011.
32. JOURNOIS D. Concordance de deux variables : l'approche graphique. Méthode de Bland et Altman. *Rev Mal Respir.* 2004;(21):127-30.
33. MARGIER G. Evaluation de la force des ischio-jambiers en contraction isométrique à l'aide d'un pèse-personne. Nancy: ILFMK; 2014.
34. HAUTE AUTORITE DE SANTE. Prise en charge Masso-Kinésithérapique dans la lombalgie commune: Modalités de prescription [Internet]. 2005 [cité 13 avr 2015]. Disponible sur: http://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/Lombalgie_2005_rap.pdf
35. VERMEULEN J., NEYENS JCL., SPREEUWENBERG MD., VAN ROSSUM E., HEWSON DJ., DUCHENE J., DE WITTE LP. Construct Validity of a Modified Bathroom Scale That Can Measure Balance in Elderly People. *J Am Med Dir Assoc.* 2012;13:665.e1-665.e5.

ANNEXES

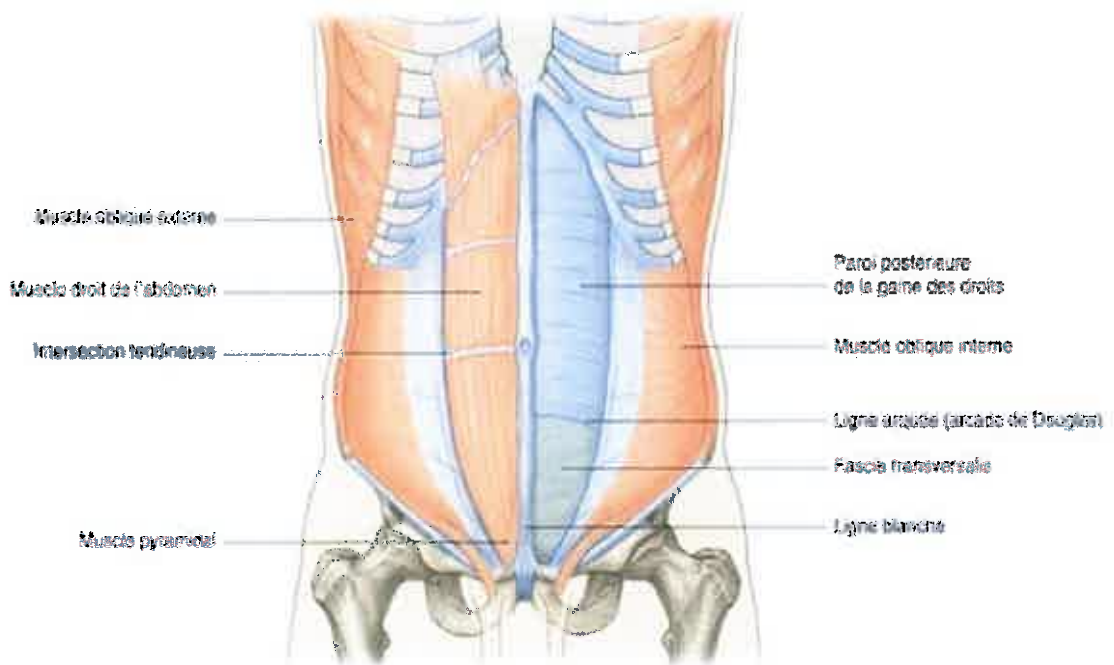
- **ANNEXE I** : Planches anatomiques
- **ANNEXE II** : Informations et formulaire de consentement
- **ANNEXE III** : Questionnaire et fiche de recueil des mesures

ANNEXE I : Planche anatomique représentant les fléchisseurs de tronc



Source : DRAKE RL, VOGL W, MITCHELL AWM. Gray's Anatomie pour les étudiants. Elsevier Masson SAS; 2006. 1081 p.

ANNEXE I (suite) : Planche anatomique représentant les fléchisseurs de tronc



Source : DRAKE RL, VOGL W, MITCHELL AWM. Gray's Anatomie pour les étudiants. Elsevier Masson SAS; 2006. 1081 p.

ANNEXE II : Informations et formulaire de consentement

EVALUATION ISOMETRIQUE DE LA FORCE MUSCULAIRE DES FLECHISSEURS DE TRONC A L'AIDE

Informations au sujet.

La finalité de cette expérimentation est de mesurer la force développée par les abdominaux à l'aide d'un pèse-personne, selon une position déterminée et standardisée.

Ces consignes écrites sont explicitées par une démonstration orale et visuelle du test.

Pour cette étude, nous avons besoin de vous pour réaliser deux sessions de tests, espacées d'une semaine. La deuxième session se déroule avec plusieurs évaluateurs.

Le test est précédé d'un **échauffement** standardisé. Il consiste en un échauffement spécifique des abdominaux, consistant à réaliser 10 "curl-up" (relevés partiels) jusqu'à la pointe de la scapula. Les mouvements sont réalisés sur un temps expiratoire.

Le rythme est de 6 secondes actives et 6 secondes de repos. Puis deux minutes de repos avant de commencer les mesures.

Vous allez être placé sur le dos selon une position déterminée dont nous vous ferons la démonstration.

Vous allez devoir réaliser une série de trois contractions maximales de 6 secondes, ponctuées de périodes de repos de 30 secondes entre chaque contraction maximale. Ces contractions sont réalisées sur un temps **expiratoire**.

Pour réaliser cette série nous allons utiliser un chronomètre comprenant la fonction "timer" (une démonstration est faite avec l'appareil).

Lors du test, nous effectuons un encouragement standardisé qui consiste à énoncer « PUSSEZ, PUSSEZ, ENCORE », et ce d'un ton énergique.

Durant la prise de mesure, vous ne regarderez pas les valeurs lisibles sur l'écran de lecture.

Nous vous rappelons que la participation à cette étude est libre et consentie, que les informations vous concernant restent anonymes et confidentielles.

Vous êtes libre à chaque instant d'interrompre votre participation à cette expérimentation, sans préjudice.

Si vous considérez une information imprécise, nous sommes entièrement à votre disposition pour toute question éventuelle.

Nous vous remercions pour votre participation à cette étude.

Formulaire de consentement.

Je, soussigné(e).....né(e) le.....

Déclare avoir reçu oralement et par écrit toutes les informations nécessaires précisant les modalités de déroulement de cette étude.

J'ai eu la possibilité de poser toutes les questions qui me paraissent utiles pour la bonne compréhension de la note d'information et de recevoir des réponses claires et précises.

J'ai disposé d'un délai de réflexion suffisant avant de prendre ma décision.

J'accepte librement et volontairement de participer à cette recherche dans les conditions ci-dessus, sachant que je suis libre de refuser sans que cela ait de conséquence.

Je suis conscient que je peux arrêter à tout moment ma participation à cette recherche sans supporter aucune responsabilité.

Je donne mon accord pour participer à cette étude dans les conditions ci-dessous.

- Cet accord ne décharge en rien les organisateurs de l'étude de leur responsabilité.
- Toutes les données et informations qui me concernent resteront strictement confidentielles et anonymes.
- Je pourrai à tout moment demander toute information complémentaire aux organisateurs de l'étude.

Fait à, le

Signature de l'investigateur

Signature du Volontaire

précédée de la mention lu et approuvé

ANNEXE III : Questionnaire et fiche de recueil des mesures

Fiche sujet.

Ce questionnaire sera exploité de manière consentie et anonyme. Il est nécessaire d'y répondre le plus sincèrement et précisément possible.

NOM	
Prénom	
Sexe	Homme / Femme
Âge	
Poids (kg)	
Taille (cm)	
Concédez-vous au jour d'aujourd'hui des douleurs au niveau du rachis lombaire ?	OUI/NON
Si OUI : EVS (échelle verbale simple) Absence de douleur : 0 Douleur faible : 1 Douleur modéré : 2 (Douleur intense : 3) (Douleur atroce : 4) Les sujets présentant des douleurs intenses et atroces sont exclues.	
Pratique d'une activité physique	OUI / NON
Quelle(s) activité(s) ?	
Combien de fois par semaine ?	
Quel niveau ? (loisir-compétition-haut niveau)	
Antécédents chirurgicaux et médicaux notables.	
Numéro anonymat :	

Test :

	Contraction 1	Contraction 2	Contraction 3
Masse de départ (kg)			
Masse d'arrivée (kg) = pds max stabilisé			
Force développée (kg) (masse de départ – masse d'arrivée)			
Valeur retenue			

Re-test :

	Contraction 1	Contraction 2	Contraction 3
Masse de départ (kg)			
Masse d'arrivée (kg) = pds max stabilisé			
Force développée (kg) (masse de départ – masse d'arrivée)			
Valeur retenue			

