



## Fiabilité et validité de l'échographie lors du diagnostic kinésithérapique dans le cadre de l'évaluation du contrôle moteur chez le patient lombalgique non spécifique

Ladevèze Vincent

(Etudiant en 3<sup>ème</sup> année)

Demont Anthony

(Directeur de mémoire)

Promotion Richard CAZANOVA

2014-2017



## Charte anti-plagiat de la Direction régionale et départementale de la Jeunesse, des sports et de la Cohésion sociale de Normandie

La Direction Régionale et Départementale de la Jeunesse, des Sports et de la Cohésion sociale délivre sous l'autorité du Préfet de région les diplômes de travail social et professions de santé non médicales et sous l'autorité du Ministre chargé des sports les diplômes du champ du sport et de l'animation.

Elle est également garante de la qualité des enseignements délivrés dans les dispositifs de formation préparant à l'obtention des diplômes des champs du travail social, de l'animation et du sport.

C'est dans le but de garantir la valeur des diplômes qu'elle délivre et la qualité des dispositifs de formation qu'elle évalue que les directives suivantes sont formulées à l'endroit des étudiants et stagiaires en formation.

### Article 1 :

« Le plagiat consiste à insérer dans tout travail, écrit ou oral, des formulations, phrases, passages, images, en les faisant passer pour siens. Le plagiat est réalisé de la part de l'auteur du travail (devenu le plagitaire) par l'omission de la référence correcte aux textes ou aux idées d'autrui et à leur source »<sup>i</sup>.

### Article 2 :

Tout étudiant, tout stagiaire s'engage à encadrer par des guillemets tout texte ou partie de texte emprunté(e) ; et à faire figurer explicitement dans l'ensemble de ses travaux les références des sources de cet emprunt. Ce référencement doit permettre au lecteur et correcteur de vérifier l'exactitude des informations rapportées par consultation des sources utilisées.

### Article 3 :

Le plagitaire s'expose aux procédures disciplinaires prévues au règlement de fonctionnement de l'établissement de formation. En application du Code de l'éducation<sup>ii</sup> et du Code pénal<sup>iii</sup>, il s'expose également aux poursuites et peines pénales que la DRDJSCS est en droit d'engager. Cette exposition vaut également pour tout complice du délit.

### Article 4 :

Tout étudiant et stagiaire s'engage à faire figurer et à signer sur chacun de ses travaux, deuxième de couverture, cette charte dument signée qui vaut engagement :

*Je soussigné-e ..... Vincent Ladevèze.....*

*atteste avoir pris connaissance de la charte anti plagiat élaborée par la DRDJSCS de Normandie et de m'y être conformé-e.*

*Et certifie que le mémoire/dossier présenté étant le fruit de mon travail personnel, je veillerai à ce qu'il ne puisse être cité sans respect des principes de cette charte*

*Fait à ..... Evreux.....*

*Le ..... 2 Mai 2017 ..... signature*

<sup>i</sup> Site Université de Genève <http://www.unige.ch/ses/telecharger/unige/directive-PLAGIAT-19092011.pdf>

<sup>ii</sup> Article L331-3 du Code de l'éducation : « les fraudes commises dans les examens et les concours publics qui ont pour objet l'acquisition d'un diplôme délivré par l'Etat sont réprimées dans les conditions fixées par la loi du 23 décembre 1901 réprimant les fraudes dans les examens et concours publics ».

<sup>iii</sup> Articles 121-6 et 121-7 du Code pénal.

# **Fiabilité et validité de l'échographie lors du diagnostic kinésithérapeutique dans le cadre de l'évaluation du contrôle moteur chez le patient lombalgique non spécifique**

## **REMERCIEMENTS**

Je tiens à remercier Anthony Demont, Sébastien Martin, Marion Lemarinel, Patrice Piette, Juliette Quentin, Julie Le Nel, Clare Doyle, Claire Ladevèze et Marie-Noëlle Ladevèze pour leurs contributions.

# SIGLES ET ABRÉVIATIONS

- CNOMK = Conseil National de l'Ordre des Masseurs Kinésithérapeutes
- INSEE = Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques
- INRS = Institut National de Recherche et de Sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles
- HAS = Haute Autorité de Santé
- ACP = American College of Physicians
- APTA = American Physical Therapy Association
- CIF = Classification Internationale du Fonctionnement
- LCNS = Lombalgie Chronique Non Spécifique
- LNS = Lombalgie Non Spécifique
- CM = Contrôle Moteur
- IRM = Imagerie par Résonance Magnétique
- TrA = Transverse de l'Abdomen
- MF = Multifides
- MPP = Muscles du Plancher Pelvien
- SCT = Section de Coupe Transversale
- mode B = mode Brillance
- mode TM = mode Temps/Mouvement
- CCI = Coefficient de Corrélation Intraclassé
- EMG = Electromyogramme
- CMD = Changement Minimal Déetectable
- EMS = Erreur de Mesure Standard
- ODI = Oswestry Disability Index
- MeSH = Medical Subject Headings
- NLM = (United States) National Library of Medicine
- INSERM = Institut National de la Santé Et de la Recherche Médicale
- WCPT = World Confederation for Physical Therapy
- OI = Oblique Interne
- OE = Oblique Externe
- IAOM-US = International Academy of Orthopedic Medicine - United States
- DE = Diplômé d'Etat
- ADIM = Abdominal Drawing-In Maneuver
- EIAS = Épine Iliaque Antéro-Supérieure
- IC 95% = Intervalle de Confiance à 95%
- AIUM = American Institute of Ultrasound in Medicine

# SOMMAIRE

<b>1</b>	<b>INTRODUCTION</b>	<b>1</b>
1.1	Définition et épidémiologie	1
1.2	Classification et recommandations	2
<b>2</b>	<b>CADRE DE L'ÉTUDE</b>	<b>2</b>
2.1	Contexte professionnel	2
2.1.1	L'évaluation du patient LCNS en kinésithérapie	2
2.1.2	Les apports de l'échographie d'après la littérature	4
2.1.3	Législation française : échographie et échoscopie	8
2.2	Problématique	9
2.3	Objectifs de l'étude	10
2.4	Bibliographie et rédaction	10
2.4.1	Recherche bibliographique	10
2.4.2	Normes de rédaction de l'étude	11
<b>3</b>	<b>MATÉRIEL ET MÉTHODE</b>	<b>11</b>
3.1	Population	11
3.2	Méthodes des tests	12
3.2.1	Déroulement des tests	12
3.2.2	Test de référence (tests de contrôle moteur)	13
3.2.3	Test étudié (échographie)	14
3.3	Analyses statistiques	17
3.3.1	Fiabilité	17
3.3.2	Validité	17
3.3.3	Traitement des données	18
<b>4</b>	<b>RÉSULTATS</b>	<b>19</b>
4.1	Population	19
4.2	Résultats pour les tests	19
4.2.1	Fiabilité	19
4.2.2	Validité de construit	20
4.2.3	Validité prédictive	20
4.3	Estimations de la précision	20

<b>5 DISCUSSION</b>	<b>21</b>
5.1 Interprétation des résultats	21
5.2 Limites de l'étude	23
5.3 Perspectives futures	26
<b>6 CONCLUSION</b>	<b>27</b>

## BIBLIOGRAPHIE

## ANNEXES

# ANNEXES

Annexe1 : Avis du CNOMK du 17 mars 2015 relatif à l'échographie	1
Annexe2 : Fonctionnement et principes d'utilisation de l'échographe	2
Annexe3 : Equations de recherche détaillées	3
Annexe4 : Diagramme de flux de la sélection des documents	9
Annexe5 : Feuille d'informations patient	10
Annexe6 : Formulaire de consentement patient	11
Annexe7 : Questionnaire d'incapacités Oswestry	13
Annexe8 : Checklist « recrutement téléphonique »	15
Annexe9 : Feuille de recrutement des patients	16
Annexe10 : Protocole expérimental	17
Annexe11 : Checklist « bilan lombalgie »	23
Annexe12 : Checklist « bilan échographique »	24
Annexe13 : Feuilles de résultats « bilan lombalgie »	26
Annexe14 : Feuilles de résultats « bilan échographique »	28
Annexe15 : Diagramme de flux STARD	32
Annexe16 : Tableau de résultats des tests de corrélations	33
Annexe17 : Tableau de résultats des tests de kappa	35
Annexe18 : Tableau de résultats pour la sensibilité et la spécificité	36

# 1 INTRODUCTION

Depuis l'avis du Conseil National de l'Ordre des Masseurs Kinésithérapeutes (CNOMK) (1), il y a deux ans, habilitant les kinésithérapeutes à pratiquer l'échographie (*annexe 1*), les offres de formations continues en échographie n'ont cessées de croître et l'intérêt pour cette nouvelle pratique semble réel et toujours constant. Dans le même temps, avec une forte prévalence au sein de la population française, la prise en charge de la lombalgie non spécifique est une réalité quotidienne du kinésithérapeute. Après un état des lieux rapide de l'épidémiologie, nous aborderons le contexte professionnel autour de la lombalgie et de l'échographie. Pour finir, nous mettrons en place un protocole de recherche clinique destiné à valider l'utilisation de l'échographie lors du diagnostic kinésithérapique.

## 1.1 Définition et épidémiologie

La lombalgie est définie par Gordon Wadell dans son livre *Back Pain Revolution* (2) comme “*une douleur du dos s'étendant de la partie inférieure du rachis au niveau de la 12ème vertèbre thoracique (T12) jusqu'à la première vertèbre sacrée (S1)*”. Cette douleur peut éventuellement être irradiante dans les membres inférieurs (2). On parle généralement de “lombalgie” quand la douleur provoquée est suffisante pour limiter les activités habituelles ou quand elle modifie la routine quotidienne pendant plus d'une journée (3).

Selon l'Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques (INSEE) en 2007, les prévalences de lombalgie de plus de trente jours, étudiées sur une période de douze mois, et de lombalgie limitante qui provoquent des “*difficultés dans la vie de tous les jours*”, ont été estimées respectivement à 18% et 8% en France, pour la tranche d'âge des 30-64 ans (4). Selon l'Institut National de Recherche et de Sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles (INRS), dans une population en âge de travailler, plus de deux salariés sur trois ont eu ou auront une lombalgie. De plus, ces dernières sont les conséquences les plus fréquentes des accidents de travail (1 sur 6) et leur coût est proche de 1% du PIB (5). Même si les données qui suivent ne sont pas, à ce jour et à notre connaissance, disponibles pour la France, il est intéressant de noter qu'aux USA, la lombalgie est une des premières causes de consultation chez les kinésithérapeutes et que le coût

global a été estimé à cent milliards de dollars en 2006 (6). La prise en charge du patient lombalgique apparaît donc comme un véritable enjeu de santé publique.

## 1.2 Classification et recommandations

La Haute Autorité de Santé (HAS) et l'American College of Physicians (ACP) qualifient les lombalgie selon la durée des symptômes : aiguë (moins de 4 semaines), subaiguë (4 semaines à 3 mois), chronique (plus de 3 mois). Elles sont dites "communes" ou "non spécifiques" si l'origine n'est pas identifiable et si elle est sans rapport avec une cause inflammatoire, traumatique, tumorale ou infectieuse (6,7).

Les recommandations françaises publiées par la HAS pour la prise en charge du patient lombalgique en masso-kinésithérapie, datent de 2005. En 2012, l'American Physical Therapy Association (APTA) publiait des recommandations basées sur la Classification Internationale du Fonctionnement (CIF) pour la prise en charge de la lombalgie (8). Les recommandations de l'APTA sont désormais présentées selon le fonctionnement et les handicaps de l'individu. Ainsi, le kinésithérapeute dispose d'un cadre plus cohérent pour rédiger son bilan et son plan de traitement selon les dernières données de la science. Néanmoins, dans le but d'augmenter le degré de précision de son bilan, le kinésithérapeute doit toujours s'interroger sur sa pratique et être à l'affût de nouveaux outils diagnostiques. L'apparition de l'échographie au décret de compétences du kinésithérapeute permet donc d'investiguer cette nouvelle technique dans le cadre de la lombalgie.

## 2 CADRE DE L'ÉTUDE

Dans la partie suivante, nous rappellerons d'abord le contexte professionnel de la prise en charge du patient lombalgique, nous aborderons ensuite l'intérêt de l'échographie en kinésithérapie et enfin nous définirons la problématique et les objectifs de notre étude clinique.

### 2.1 Contexte professionnel

#### 2.1.1 L'évaluation du patient LCNS en kinésithérapie

Selon les données épidémiologiques, 80 à 90% des lombalgie sont communes ou non-spécifiques car d'étiologie inconnue et parmi celles-ci, environ 20% deviennent chroniques (9,10).

Il n'existe aujourd'hui aucun consensus clair sur l'origine des lombalgies non spécifiques. Toutes les structures innervées (muscles, ligaments, disques intervertébraux, nucleus pulposus...) peuvent potentiellement être impliquées en tant que générateur de la douleur (8,11).

Une revue systématique de 2010 (12), a mis en évidence que les facteurs prédictifs les plus utiles pour prévoir la persistance des déficits chez les sujets lombalgiques non spécifiques (LNS), pouvaient être listés de la manière suivante : une attitude vicieuse d'adaptation à la douleur, une déficience fonctionnelle, des signes non organiques, l'état général de santé et la présence de comorbidités psychiatriques. Ainsi, un déficit de contrôle moteur (CM) pourrait être une des déficiences fonctionnelles à l'origine d'épisodes récurrents de lombalgie. Partant de ce constat, de nombreuses études ont été réalisées dans le but d'identifier des tests cliniques permettant l'évaluation du contrôle moteur du sujet lombalgique. Malgré les tentatives et les tests existants, une revue systématique de 2014 (13) concluait qu'après avoir évalué l'ensemble des tests existants dans la littérature scientifique, aucune étude ne proposait une méthode d'évaluation fiable, valide et utilisable en pratique clinique. Les tests proposés par Luomajoki (11) n'avaient alors pas été évalués car ils ne correspondaient pas aux critères d'inclusion de la revue. En effet, même si le critère de faisabilité clinique était respecté, cette revue systématique n'étudiait que les tests d'évaluation du contrôle moteur, chez les patients lombalgiques chroniques non spécifiques (LCNS). Or, la batterie de tests proposés par Luomajoki avait été validée sur des patients LNS sans distinction en rapport avec la durée des symptômes. Cette batterie de tests sera présentée par la suite (*tableau III*).

Par ailleurs, en 2016, une revue systématique du même auteur (14) montrait que, dans le cadre de l'évaluation des patients LCNS, le test de Biering-Sorensen était le plus utilisé et comparativement aux autres, le plus intéressant, pour évaluer la fatigue des muscles spinaux. Pour autant, la revue arrivait ensuite à la conclusion que les données actuelles de la littérature ne permettaient pas de fournir une méthode fiable et valide pour différencier les patients LCNS des patients contrôles en se basant sur l'évaluation de la fatigue. Dès lors, cette revue confirme les travaux de Hamber Van Reenen et al. (15) qui avaient déjà conclu, dans une revue systématique de 2007, que l'endurance des muscles du tronc n'était pas un facteur prédictif de l'apparition des lombalgies (affirmation basée sur de fortes preuves) et qu'il n'y avait pas de relation établie entre force des muscles du tronc et lombalgie (les preuves de l'existence de cette relation n'étaient pas concluantes).

Les tests de Luomajoki semblent donc être une alternative intéressante. Au vu de la faible valeur diagnostique de chaque test pris séparément, Luomajoki a proposé d'effectuer une batterie de plusieurs tests cliniques pour évaluer le contrôle moteur. Après avoir sélectionné les tests les plus prometteurs (10 tests) dans la littérature, il a testé leur fiabilité puis leur validité en 2007 et 2008 (11,16,17). L'aboutissement résulte en une batterie de six tests fiables, valides et applicables en clinique pour mettre en évidence un déficit de contrôle moteur chez les patients LNS. Cette approche, est d'autant plus prometteuse que plusieurs études ont déjà mis en avant l'intérêt d'identifier (9,18,19) et de traiter spécifiquement (20–22) les patients LNS ayant un déficit de contrôle moteur. Dans une méta-analyse de 2013, Bystrom et al. (23), montraient la supériorité d'un programme d'exercices de contrôle moteur par rapport à une prise en charge standard non spécifique, chez les patients LCNS. En conclusion de leur publication, ils mettaient en avant l'intérêt de définir quels sous-groupes de patients lombalgiques étaient susceptibles de répondre au mieux à ce type de prise en charge. Ainsi, de nombreuses zones d'ombres subsistent. En effet, dans ces études le déficit de contrôle moteur était identifié en utilisant les tests de Luomajoki ou par des classifications centrées sur l'anamnèse, les facteurs psychosociaux, l'incapacité fonctionnelle et la douleur (Treatment-Based Classification (18), Classification de O'Sullivan (9)...). En ce qui concerne les tests de Luomajoki, d'une part, ces tests qui évaluent qualitativement un déficit de maintien de la posture au cours d'un mouvement volontaire, sont des tests globaux. Ils n'apportent donc pas d'informations précises sur les structures impliquées dans le déficit. D'autre part, la spécificité (capacité du test à révéler l'absence de déficience) (24) et la sensibilité (capacité du test à révéler la déficience) (24) de ces tests sont inconnues. En effet, en l'absence de gold standard, elles ne pouvaient pas être calculées. Pour augmenter la qualité intrinsèque de son bilan et pour adapter au mieux le plan de traitement, le kinésithérapeute a besoin d'informations complémentaires. Dans cette optique, il doit pouvoir intégrer de nouveaux outils, fiables, valides et utilisables dans sa pratique clinique quotidienne.

## 2.1.2 Les apports de l'échographie d'après la littérature

### 2.1.2.1 Intérêt de l'échographie

L'échographie est utilisée depuis plus de trente ans dans les pays anglo-saxons (25). C'est une technique d'imagerie non invasive, non irradiante (26), rapide, facile à utiliser et accessible financièrement (27). Elle permet d'identifier, en temps réel, les structures

impliquées dans l'altération du mouvement. Elle doit servir à confirmer ou infirmer une hypothèse clinique car le risque de faux positif est important. En effet, comme dans de nombreuses techniques d'imagerie le nombre d'individus asymptomatiques (ici non lombalgiques) avec des signes anormaux à l'imagerie reste élevé. Selon une étude de 2005, 50% des sujets asymptomatiques avaient des signes pouvant être jugés comme pathologiques à l'IRM (Imagerie par Résonance Magnétique) (11).

En clinique, l'échographie permet d'évaluer la modification de l'activité musculaire, l'épaississement des muscles et le contrôle moteur (26). Il sera, entre autres, possible de qualifier un schéma d'activation non optimal du muscle transverse de l'abdomen (TrA) (28) ou d'identifier une diminution de volume de la section des muscles multifides (MF) chez des patients LNS (29). Pour ce qui est de l'évaluation de ces derniers, de nombreuses études (27,30,31) ont déjà été menées. Celles-ci portaient sur les muscles du tronc. Selon le *Grieve* (32), quatre groupes de muscles semblent assurer la stabilité du tronc : TrA, MF, diaphragme et muscles du plancher pelvien (MPP). Cependant, les données retrouvées dans la littérature s'intéressent principalement au TrA et aux MF. En effet, ces muscles seraient les plus impliqués dans la lombalgie (27) : les MF assureraient deux tiers de la stabilité lombaire alors que le TrA serait essentiel par son action de corset. Les différentes études (27,30,31) s'attachent principalement à quantifier le ratio d'épaississement de ces muscles. En mesurant l'épaisseur du muscle au repos et en contraction, il est possible d'établir un ratio de contraction que l'on pourra exprimer en pourcentage. Les résultats de ces études sont partagés. Selon une revue systématique de 2014 (31), le lien entre épaisseur musculaire et lombalgie demeure incertain (pour les MF) voire inexistant (pour le TrA). Au regard de ce contexte et dans l'optique d'étudier le contrôle moteur, il semble opportun de s'intéresser au comportement global du muscle (schéma d'activation optimal) lors de sa contraction plutôt qu'à la seule mesure de la force musculaire (épaississement). De plus, bien que quantifiable, la section de coupe transversale (SCT) reste difficile à obtenir en pratique clinique libérale. En effet, le calcul instantané de ce paramètre par l'échographe n'est disponible que sur les modèles très haut de gamme, peu répandus et généralement inaccessibles financièrement pour le kinésithérapeute lambda. Dès lors, les alternatives consistent à calculer la SCT a posteriori, par l'intermédiaire d'un logiciel dédié ou à utiliser une approximation de celle-ci (mesure linéaire) en multipliant la hauteur du muscle par sa largeur. Même si la corrélation entre mesure linéaire et SCT est excellente chez le sujet sain ( $r = 0.93-0.98$ ) (27), elle est moins élevée chez le sujet lombalgique ( $r = 0.75-0.85$ ) (27) surtout

s'il y a atrophie musculaire (ce qui concernerait environ 80% des patients LNS (27)). Ce faisant, l'intérêt clinique des mesures linéaires est diminué et l'utilisation au quotidien reste difficile.

### 2.1.2.2 Fonctionnement de l'échographe

Le fonctionnement et les principes d'utilisation de l'échographe sont décrits en annexe2.

Deux modes sont couramment utilisés en échographie musculo-squelettique (25,26) :

- le mode B (Brillance) donne une visualisation des structures en 2D (*figure1*).
- le mode TM (Temps/Mouvement) permet une visualisation du mouvement de la structure en fonction du temps (*figure2*).

L'échographie permet une évaluation quantitative, par exemple en mesurant le ratio d'épaississement d'un muscle, ou qualitative notamment en observant un schéma d'activation musculaire. Les mesures et l'interprétation des clichés échographiques peuvent être effectuées directement sur l'appareil ou réalisées par la suite avec un logiciel spécifique comme ImageJ (<https://imagej.nih.gov/ij/>). ImageJ est un logiciel open source recommandé pour l'analyse d'images notamment dans le cadre échographique (29).

### 2.1.2.3 Fiabilité et validité

L'échographie semble être un outil privilégié pour l'évaluation des muscles du tronc. Cependant, afin que les informations obtenues lors de l'examen soient utilisables, la fiabilité, la validité et la réactivité doivent être avérées (24), dans le cadre de la LNS. La fiabilité vise à démontrer si une mesure est répétable (intra-examinateur) et reproductible (inter-examinateur) (24). La fiabilité intra-examinateur permet d'établir si, pour un patient donné à un instant donné, un examinateur obtiendrait deux résultats identiques (ou suffisamment proches pour pouvoir être considérés comme tel) s'il effectuait deux fois la mesure de suite. La fiabilité inter-examinateur, quant à elle, permet de savoir si deux examinateurs différents obtiendraient une mesure identique (ou très proche) s'ils effectuaient chacun la même mesure, l'un après l'autre, sur le même patient.

Dans le cadre de l'évaluation des MF, le coefficient de corrélation intraclass (CCI) pour la fiabilité intra-examinateur varie entre 0,72 et 0,98. Le CCI est un calcul de corrélation particulier qui prend en compte les erreurs systématiques. La fiabilité de l'échographie est donc considérée comme étant bonne à excellente et acceptable pour

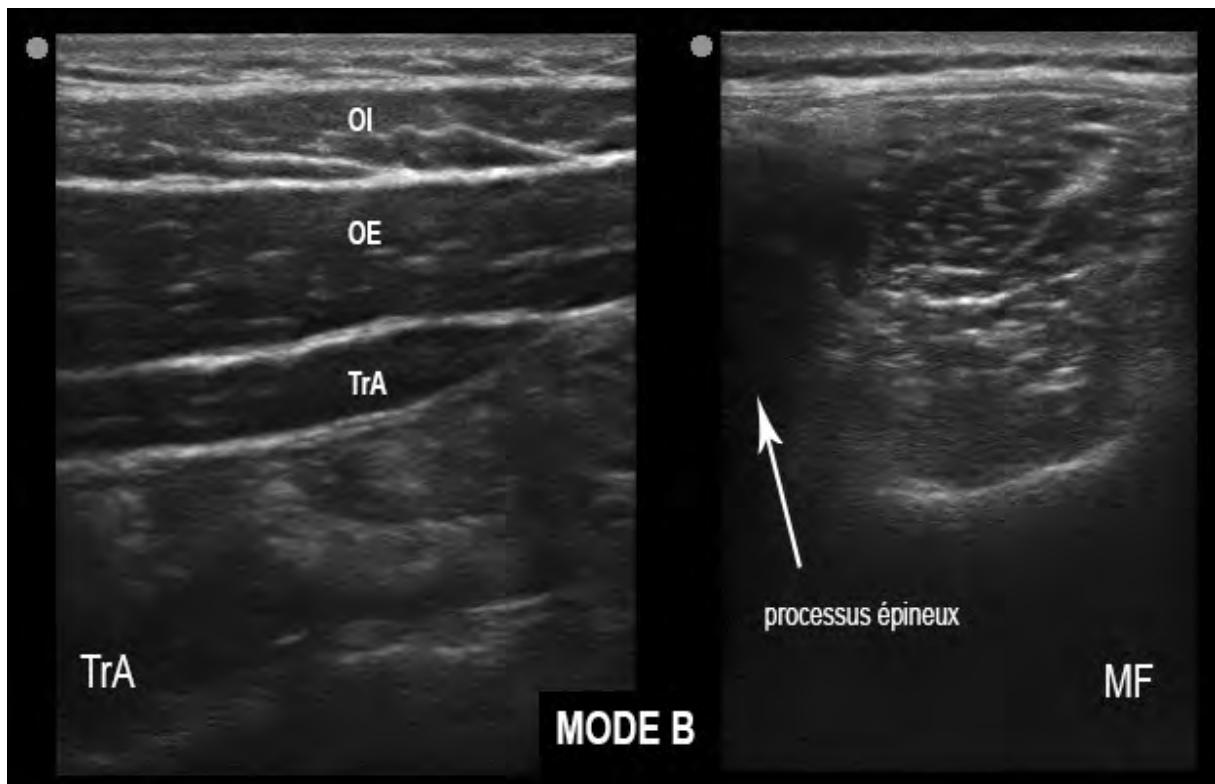


Figure 1 : Cliché échographique en mode B

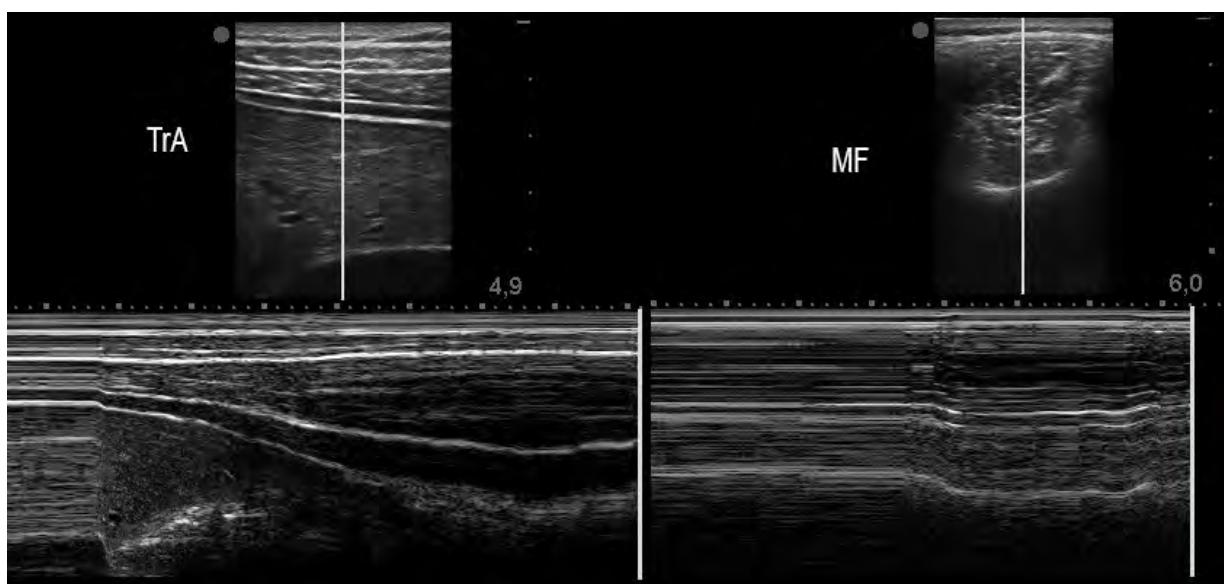


Figure 2 : Cliché échographique en mode TM

un usage clinique (29). Elle a été confirmée pour l'évaluation en contraction et pour l'épaississement des MF en 2013 chez les patients lombalgiques (33).

Dans le cadre de l'évaluation du TrA, la fiabilité intra-examinateur (CCI) varie entre 0,85 et 0,99. La fiabilité de l'échographie est alors considérée comme excellente (26). Elle a été confirmée en 2016 pour l'épaississement dynamique du TrA chez le patient LCNS et elle était encore meilleure lorsqu'on plaçait un cube de stabilisation en mousse autour de la sonde (34).

La fiabilité de l'échographie a surtout été évaluée en mode B car il s'agit du mode le plus couramment utilisé. Les valeurs de fiabilité citées ci-dessus ont été établies dans ce mode. Par ailleurs, la fiabilité du mode TM a été établie pour mesurer l'épaisseur musculaire. Les changements d'épaisseur dans ce mode, ont été corrélés à ceux observés en mode B. Pour le TrA, le CCI était de 0,989 en mode B, de 0,981 en mode TM et la fiabilité entre les deux modes était de 0,817 (26). La fiabilité de l'échographie dans ces deux modes (mode B et mode TM) et inter-modes est donc excellente.

Les mesures échographiques sont donc répétables et reproductibles. Comme la fiabilité intra-examinateur est supérieure à la fiabilité inter-examinateur il est recommandé que les mesures soient toutes réalisées par le même examinateur (35). De plus, la fiabilité entre examinateurs novices et examinateurs expérimentés a été évaluée comme étant faible à acceptable (pour 3-4h de formation) (36) voire bonne (pour 5h de formation et 20 mesures échographiques supervisées par un expert pour chaque muscle étudié) (37). Les mesures restent fiables pour des variations d'angle de la sonde inférieure à 9° (38). Par ailleurs, en utilisant la moyenne de trois mesures échographiques pour chaque structure étudiée, l'erreur moyenne standard (EMS) sera diminuée d'environ 50% (26,39,40).

L'étude de la validité consiste à s'assurer que l'outil utilisé reflète bien la réalité de ce qu'il est censé représenter, directement ou indirectement. Il existe plusieurs types de validité : validité de critère, validité concourante, validité de construit et validité de contenu (24). Dans le cas de l'échographie, il s'agissait de s'assurer que l'épaississement des muscles observés à l'écran correspondait bien à l'épaississement physiologique. Pour cela, il fallait comparer les mesures échographiques à des gold standards : l'IRM ou l'Electromyogramme (EMG). Une revue de littérature de 2015, concluait à la validité de l'échographie par rapport à l'IRM et à l'EMG pour les MF et le TrA chez les patients lombalgiques (27,30).

Pour le TrA, il s'agissait d'une validité concourante. Le critère mesuré (l'épaississement) était identique dans les deux examens mais mesuré de façon

différente : une mesure échographique et une mesure avec l'examen de référence (ici l'IRM). Le CCI entre l'IRM et l'échographie était fort (CCI = 0.84-0.94, p < 0,001) (26,30,41).

Pour les MF, il s'agissait en revanche, d'établir une validité de construit pour l'épaississement du muscle. Le critère mesuré n'était pas le même : l'intensité électrique à l'EMG et l'épaississement à l'échographie. La corrélation simple entre les mesures à l'EMG et les mesures échographiques était bonne ( $r = 0.79$ , p < 0. 001) (29,30,42).

La réactivité de l'outil de mesure se définit comme sa capacité à détecter rapidement et précisément un changement d'état de la structure étudiée. La réactivité de l'échographie a été corrélée à celle de l'IRM et à celle de l'EMG pour l'épaississement du TrA (26) et des MF (29). Le changement minimal détectable (CMD) est de 0,86 cm et l'EMS de 0,31 cm pour les MF. Pour le TrA, le CMD est de 0,36 cm et l'EMS de 0,13 cm (pour une moyenne de 3 mesures). On notera que pour l'EMG cette corrélation n'est, en réalité, linéaire qu'en début de contraction. En effet, on estime que le muscle atteint son épaisseur maximale pour des valeurs à l'EMG relativement faible, correspondant à environ 20% de la contraction maximale (29).

### 2.1.3 Législation française : échographie et échoscopie

Depuis l'avis du CNOMK du 27 mars 2015 modifié le 24 septembre 2015 relatif à l'échographie, le kinésithérapeute est "*habilité à pratiquer l'échographie*" (1). Cependant, l'échographie à visée de diagnostic médical est réservée au médecin. Son utilisation par le kinésithérapeute s'effectue "*dans le cadre de l'élaboration de son diagnostic kinésithérapique et de la mise en œuvre des traitements*" (1). Il s'agit d'un prolongement de l'examen clinique. L'échographie lui permet alors "*d'identifier les structures impliquées dans l'altération du mouvement afin de choisir les stratégies thérapeutiques adaptées*" (43). Ainsi, lorsqu'elle est pratiquée par un kinésithérapeute, le terme "échoscopie" est souvent préféré par les médecins français afin de différencier les deux pratiques. Pour autant, le terme "échographie" correspond au terme standard utilisé à l'international et dans l'ensemble des publications scientifiques. C'est pourquoi le terme "échographie" sera retenu dans ce mémoire afin d'assurer une cohérence avec la littérature.

Dans ce nouveau contexte, il apparaît souhaitable et bénéfique, d'approfondir et d'explorer l'intérêt de cette technique d'imagerie en kinésithérapie, notamment dans le cas particulier de la lombalgie non spécifique.

## 2.2 Problématique

L'échographie est un outil fiable et valide pour l'évaluation de l'épaississement dynamique du TrA et des MF, chez le patient LNS, en mode B et en mode TM. Cependant, la fiabilité et la validité de l'échographie pour une évaluation qualitative de ces muscles restent à établir pour mettre en évidence un déficit de contrôle moteur. Comme les muscles MF et TrA semblent être les plus impliqués dans la lombalgie (27) et dans un souci de limiter la durée de l'évaluation échographique (moins de 30 mn), ces deux muscles seront les muscles ciblés dans cette étude. Le but de cette limitation est de construire un protocole utilisable quotidiennement en pratique clinique libérale. La fiabilité peut être établie en comparant les mesures de deux examinateurs différents effectuées sur le même échantillon de patients. Il s'agit alors d'étudier la fiabilité inter-examinateur. C'est un prérequis nécessaire pour établir une validité.

Classiquement, la validité d'un appareil de mesure s'obtient en corrélant les mesures de l'appareil étudié à celles de l'instrument de référence. Cependant, il n'existe pas aujourd'hui de gold standard pour l'évaluation des déficits de contrôle moteur. Il aurait fallu par exemple, utiliser une IRM ouverte à haut champ permettant d'évaluer et de comparer des mouvements fonctionnels en temps réel (11). Ainsi, même si la validité de l'échographie par rapport à l'IRM et à l'EMG a été établie, cela ne permet pas de savoir si l'échographie est valide pour évaluer le contrôle moteur. Nous nous proposons donc d'établir une validité de construit (24) afin de valider l'échographie pour évaluer le contrôle moteur du patient LNS. La validité de construit est utilisée en l'absence de gold standard. Il s'agit d'établir une validité discriminative indirecte en étudiant la concordance existante entre les mesures de différents tests censés mesurer le même paramètre (ici le contrôle moteur). Pour être valide l'examen échographique devra refléter une discrimination (un déficit de contrôle moteur) déjà identifiable par les tests de Luomajoki qui feront office de test de référence.

Comme aucune étude n'a, à notre connaissance, apporté la confirmation de la validité établie par Luomajoki, nous proposons d'étudier également la corrélation entre l'échographie et le questionnaire d'incapacité d'Oswestry (ODI). Ce questionnaire validé, traduit en français par Vogler et al. en 2008 (44), permet d'évaluer l'incapacité fonctionnelle du patient lombalgique. C'est une validité prédictive (24). Il s'agira alors d'étudier le caractère prédictif de l'échographie par rapport à la performance fonctionnelle.

La problématique et la question de recherche peuvent donc être formulées ainsi :

**La fiabilité et la validité des critères échographiques qualitatifs n'ont pas encore été étudiées quand il s'agit d'identifier un déficit de contrôle moteur dans le cadre de la lombalgie non spécifique.**

**L'évaluation échographique qualitative des muscles TrA et MF est-elle corrélée au déficit de contrôle moteur et à la performance fonctionnelle chez le patient atteint de lombalgie non spécifique ?**

## 2.3 Objectifs de l'étude

Les objectifs principaux de ce protocole expérimental sont d'évaluer la fiabilité et la validité de l'échographie pour l'évaluation qualitative du contrôle moteur chez les patients LNS en examinant :

- l'accord inter-examinateur (2 examinateurs différents) pour l'interprétation des schémas d'activation des muscles à l'échographie (fiabilité)
- la corrélation entre les critères d'évaluation des schémas d'activation des muscles étudiés et les tests cliniques de contrôle moteur de Luomajoki (validité de construit)
- la corrélation entre les schémas d'activation, une éventuelle latéralisation de la lombalgie et le questionnaire d'incapacités fonctionnelles Oswestry (validité prédictive)

Les objectifs secondaires sont d'apporter des informations sur l'intérêt de l'échographie dans le diagnostic kinésithérapeutique au vu des résultats obtenus, et de proposer une méthode de diagnostic des déficits de contrôle moteur, chez les patients LNS, utilisable quotidiennement.

## 2.4 Bibliographie et rédaction

### 2.4.1 Recherche bibliographique

Une recherche bibliographique a été effectuée entre septembre et novembre 2016 afin de poser le cadre théorique de l'étude à partir de la littérature scientifique existante. Une veille bibliographique a été maintenue par la suite. Les équations de recherche (*tableau I*) ont été construites à partir des descripteurs américains référencés dans le MeSH bilingue anglais - français. Le "MeSH" (Medical Subject Headings) est le thésaurus de référence dans le domaine biomédical. Construit par la National Library

Tableau I : Equations de recherche simplifiées

Equations de recherche en français	Equations de recherche (descripteurs américains)
lombalgie ET contrôle moteur ET kinésithérapie	low back pain AND motor control AND (physiotherapy OR physical therapy) low back pain AND activation AND (physiotherapy OR physical therapy)
lombalgie (ET évaluation) ET force musculaire ET kinésithérapie	low back pain AND muscular force AND (physiotherapy OR physical therapy) low back pain AND muscle strength AND (physiotherapy OR physical therapy) low back pain AND assessment AND (physiotherapy OR physical therapy) low back pain AND evaluation AND (physiotherapy OR physical therapy)
lombalgie ET multifides ET kinésithérapie	low back pain AND multifidus AND (physiotherapy OR physical therapy) low back pain AND paraspinal muscle* AND (physiotherapy OR physical therapy)
lombalgie ET transverse de l'abdomen ET kinésithérapie	low back pain AND transversus abdomini* AND (physiotherapy OR physical therapy) low back pain AND abdominal muscle AND (physiotherapy OR physical therapy)
échographie ET contrôle moteur ET kinésithérapie	ultrasonography AND motor control AND (physiotherapy OR physical therapy) ultrasonography AND activation AND (physiotherapy OR physical therapy)
échographie ET évaluation (ET force musculaire) ET kinésithérapie	ultrasonography AND muscle strength AND (physiotherapy OR physical therapy) ultrasonography AND muscular force AND (physiotherapy OR physical therapy) ultrasonography AND thick* AND (physiotherapy OR physical therapy) ultrasonography AND assessment AND (physiotherapy OR physical therapy) ultrasonography AND evaluation AND (physiotherapy OR physical therapy)
échographie ET multifides ET kinésithérapie	ultrasonography AND multifidus AND (physiotherapy OR physical therapy) ultrasonography AND paraspinal muscle* AND (physiotherapy OR physical therapy)
échographie ET transverse de l'abdomen ET kinésithérapie	ultrasonography AND transversus abdomini* AND (physiotherapy OR physical therapy) ultrasonography AND abdominal muscle AND (physiotherapy OR physical therapy)
lombalgie ET échographie (ET kinésithérapie)	low back pain AND ultrasonography AND (physiotherapy OR physical therapy) low back pain AND ultrasonography AND (physiotherapy OR physical therapy) low back pain AND usi low back pain AND rusi

of Medicine (NLM), le MeSH bilingue anglais - français est traduit et mis à jour par l’Institut National de la Santé Et de la Recherche Médicale (INSERM) depuis 1986. Les mots-clés de départ pour construire les équations de recherche étaient “lombalgie” et “échographie” (le terme “échoscopie” n’étant pas référencé dans le MeSH). Ces mots-clés ont permis de construire le cadre théorique de l’étude. Ensuite, dans le but de recenser les tests de contrôle moteur existants, ces mots-clés ont été croisés avec les termes “contrôle moteur”, “évaluation de la force”, “transverse” et “multifides”. Afin de cibler la recherche, le terme “kinésithérapie” a été ajouté aux équations. Les équations détaillées sont présentées en *annexe3*. En raison du nombre important d’articles, un tri en trois étapes a été effectué (*annexe4*). Le premier niveau consistait à trier à partir du titre de l’article. L’article était conservé s’il était considéré comme en rapport avec la problématique (ou s’il y avait un doute sur la pertinence du titre) sinon il était écarté. Sur le même principe, le deuxième niveau de tri consistait à sélectionner après lecture du titre et du résumé. Pour la troisième étape, l’article était lu en intégralité. Les articles en doublon étaient éliminés au fur et à mesure. Les moteurs de recherche consultés pour la recherche étaient : Cochrane, Pubmed, PEDro et EBSCO. Des recherches additionnelles ont été réalisées sur les sites internet Physiopedia (physio-pedia.com) et Actukiné (actukine.com). Les différents *guidelines* ont été récupérés sur le site internet de la HAS (has-sante.fr), de l’APTA (ptnow.org) et de la WCPT (wcpt.org).

#### 2.4.2 Normes de rédaction de l’étude

Les parties “Matériel et Méthode”, “Résultats” et “Discussion” de ce mémoire ont été rédigées selon “les lignes directrices STARD (STAndards for Reporting of Diagnostic accuracy) pour l’écriture et la lecture des études sur la précision des tests diagnostiques” (*tableau II*), afin de respecter au mieux les standards de rédaction internationaux (45).

### 3 MATÉRIEL ET MÉTHODE

#### 3.1 Population

L’étude s’est déroulée dans un cabinet libéral de kinésithérapie du 9<sup>ème</sup> arrondissement de Paris. Les patients ont été recrutés parmi la patientèle du cabinet et ont été inclus dans l’étude par ordre d’arrivée. Le recrutement était basé sur la

Tableau II : Lignes directrices STARD (STAndards for Reporting of Diagnostic accuracy) pour l'écriture et la lecture des études sur la précision des tests diagnostiques

Section et sujet	Item	Description
<b>TITRE / RÉSUMÉ / MOTS CLEFS</b>	1	Identifier l'article comme une étude sur la précision d'un test diagnostique (se référer à la rubrique MeSHa « sensibilité et spécificité »).
<b>INTRODUCTION</b>	2	Formuler les questions de recherche ou les objectifs de l'étude, comme évaluer la précision diagnostique ou comparer la précision entre plusieurs tests ou sur divers groupes de participants.
<b>MÉTHODES</b>		
<b>Population</b>	3	Population étudiée : critères d'inclusion et d'exclusion, contexte et lieux où les données ont été collectées.
	4	Recrutement des participants : le recrutement était-il basé sur la présentation de symptômes, sur des résultats d'examens antérieurs, ou sur le fait que les participants avaient déjà subi les tests étudiés ou le test de référence ?
	5	Échantillonnage des participants : la population de l'étude était-elle une série consécutive de participants définis selon les critères de sélection précisés dans les items 3 et 4 ? Si non, spécifier la manière dont les participants ont alors été sélectionnés.
	6	Collecte des données : le recueil des données était-il planifié avant que le test étudié et le test de référence aient été effectués (étude prospective) ou après (étude rétrospective) ?
<b>Méthodes des tests</b>	7	Description et justification du test de référence.
	8	Spécifications techniques du matériel et des méthodes utilisés, y compris comment et quand les mesures ont été prises, et/ou citer les références relatives aux tests étudiés et au test de référence.
	9	Définition et justification des unités, des seuils et/ou des catégories de résultats du test étudié et du test de référence.
	10	Nombre, formation et niveau d'expertise des personnes exécutant et interprétant les tests étudiés et le test de référence.
	11	Préciser si les lectures des tests étudiés et du test de référence ont été faites en aveugle (insu) des résultats de l'autre test, et décrire toute autre information clinique à la disposition des personnes interprétant le test.
<b>Analyses statistiques</b>	12	Méthodes de calcul ou de comparaison des mesures de précision diagnostique et analyses statistiques utilisées pour quantifier l'incertitude (par exemple, intervalles de confiance de 95 %).
	13	Méthodes de calcul de la reproductibilité du test, si réalisé.
<b>RÉSULTATS</b>		
<b>Population</b>	14	Quand l'étude a été réalisée, y compris dates de début et de fin de recrutement.
	15	Caractéristiques cliniques et démographiques de la population de l'étude (au minimum : âge, sexe, type de symptômes présents).
	16	Nombre de participants répondant aux critères d'inclusion qui ont subi ou non les tests étudiés et/ou le test de référence ; expliquer pourquoi les participants n'ont pas subi l'un ou l'autre test (un diagramme de flux est fortement recommandé).
<b>Résultats pour les tests</b>	17	Délai entre les tests étudiés et le test de référence, et de tout traitement administré entre deux.
	18	Répartition des différents degrés de gravité de la maladie (définir les critères) des sujets remplissant les conditions cibles ; autres diagnostics chez les participants ne remplissant pas les conditions cibles.
	19	Tableau croisé comparant les résultats du test étudié (y compris les résultats indéterminés et manquants) aux résultats du test de référence ; pour les données continues, distribution des résultats du test étudié par rapport aux résultats du test de référence.
	20	Événements indésirables liés à la réalisation des tests étudiés ou du test de référence.
<b>Estimations</b>	21	Estimations de la précision diagnostique et des mesures de l'incertitude statistique (par exemple, intervalles de confiance de 95 %).
	22	Gestion des résultats indéterminés, des valeurs manquantes ou aberrantes des tests étudiés.
	23	Estimations de la variabilité de la précision diagnostique entre les sous-groupes de participants, entre les personnes interprétant le test ou entre les centres d'étude, si réalisées.
	24	Estimations de la reproductibilité du test, si réalisées.
<b>DISCUSSION</b>	25	Discuter l'applicabilité clinique des résultats de l'étude.

prescription médicale (“lombalgie”, “douleur lombaire”...) et sur les critères définis ci-après. Afin que les deux évaluateurs puissent réaliser leurs examens en aveugle, seuls les patients débutants une rééducation étaient recrutés. Le kinésithérapeute chargé du recrutement ne faisait pas partie des deux examinateurs et recrutait les patients (lombalgiques et contrôles) au sein de sa propre patientèle.

Les critères d'inclusion peuvent être listés de la manière suivante : la présence d'une lombalgie commune, un âge entre 18 et 65 ans, un consentement écrit du patient et avoir été sujet à au moins un épisode de lombalgie avant l'étude.

Les critères d'exclusion, eux comprennent : la présence de drapeaux rouges ou de pathologies graves du rachis (infectieuses, tumorales...), la présence d'un déficit moteur des membres inférieurs, un antécédent de chirurgie rachidienne, une douleur en dessous du genou, un épisode de lombalgie aiguë dans les 72h (pour le groupe contrôle), une grossesse déclarée.

Le recueil des données avait été planifié avant que le test de référence (tests de Luomajoki) et le test étudié (échographie) ne soient effectués. Il s'agit donc d'une étude prospective.

## 3.2 Méthodes des tests

### 3.2.1 Déroulement des tests

Les deux évaluations étaient réalisées successivement le même jour. A son arrivée au cabinet le patient devait lire la feuille d'informations (*annexe5*), signer le formulaire de consentement (*annexe6*) et remplir le questionnaire d'incapacité Oswestry (*annexe7*). Le but, la durée et le déroulement de l'étude avaient été expliqués lors de la prise de rendez-vous téléphonique (*annexe8*). Le patient avait donné son accord préalable au téléphone. La durée du bilan kinésithérapique comprenant les tests de CM, était de l'ordre de 30 mn. L'examen échographique durait environ 20 mn. Le patient devait prévoir 1h en tout le jour du rendez-vous.

L'ordre de passage, du test de référence (tests de CM) et du test étudié (échographie), était randomisé. La randomisation était prévue à l'avance. En effet, les patients étaient inscrits par ordre d'arrivée sur la feuille de recrutement (*annexe9*). Un identifiant anonyme, sous forme de lettre, correspondant au numéro d'ordre leur était alors attribué. Pour chaque numéro d'ordre un nombre aléatoire entre 0 et 1 avait été généré au préalable sous Excel (fonction RANDOM) : si le nombre aléatoire était impair le

patient commençait par l'échographie, si le nombre aléatoire était pair, par les tests de CM.

Le patient enchaînait alors les deux évaluations. Les résultats des tests de CM et de l'échographie n'étaient communiqués qu'après la fin des deux examens afin que le patient et les évaluateurs effectuent les tests en aveugle.

Pour s'assurer de la reproductibilité et du respect du protocole, chaque examinateur disposait d'une version papier du protocole (*annexe 10*), d'une checklist bilan (*annexe 11*) ou échographie (*annexe 12*) et d'une feuille de résultat bilan (*annexe 13*) ou échographie (*annexe 14*). Pour des raisons de lisibilité et afin de pouvoir visualiser rapidement les différences entre les groupes lombalgique et asymptomatique, tous les tableaux concernés, présentent d'abord les résultats des patients lombalgiques (numérotés patient 1 à patient 8), suivi des résultats des patients contrôles (numérotés patient 9 à patient 14). Cette numérotation arbitraire ne correspond donc pas à l'ordre de recrutement et de passage des tests.

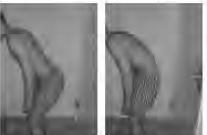
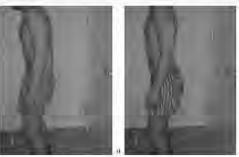
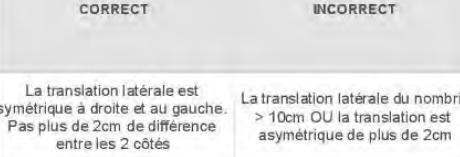
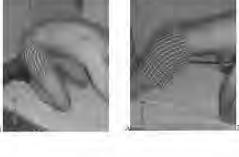
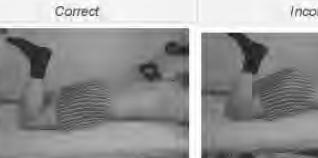
### 3.2.2 Test de référence (tests de contrôle moteur)

Lors de l'évaluation clinique, le kinésithérapeute effectuait un bilan de lombalgie standardisé : le bilan du rachis lombaire IAOM-US© (International Academy of Orthopedic Medicine - United States). Ce bilan a été choisi car il était utilisé quotidiennement et maîtrisé par les kinésithérapeutes du cabinet. De plus, il est basé sur les recommandations de l'APTA. Après ce bilan, le patient réalisait les tests de Luomajoki. La batterie de test proposée par ce dernier a l'intérêt de fournir un outil fiable, valide et utilisable quotidiennement en pratique clinique pour identifier un potentiel déficit global de contrôle moteur chez les patients lombalgiques (11,16,17).

Lors de l'étude de fiabilité, la fiabilité intra-examinateur observée variait entre 0,51 et 0,96 selon les examinateurs. Les six tests retenus au final avaient tous un coefficient de kappa supérieur à 0,6 (fiabilité inter-examinateur) (16). Lors de l'étude de validité, les patients lombalgiques avaient un score moyen de 2,2 tests positifs (IC 95% = 1,94-2,48) contre 0,75 (IC 95% = 0,55-0,95) pour le groupe contrôle. L'effet de taille était de  $d=1,18$  ( $p<0,001$ ). Par ailleurs, la différence était significative entre le groupe aiguë et le groupe chronique ( $p<0,01$ ) ainsi qu'entre les groupes subaiguë et chronique ( $p<0,03$ ). Par contre, elle n'était pas significative entre les groupes aiguës et subaiguës ( $p<0,7$ ) (17).

La batterie de tests finale est composée de six tests à réaliser l'un après l'autre (*tableau III*). Les tests sont à effectuer dans l'ordre. Ce sont des tests actifs : le patient

Tableau III : Tests de Luomajoki

MOTOR CONTROL DYSFUNCTION (MCD) TESTS				DÉFICIT DE MC GLOBAL (+ de 2/6 positifs)	OUI NON	
Tests d'altération du contrôle moteur (Luomajoki, 2007 & 2008)						
Avant chaque test, l'examineur explique puis montre le test au patient. Si le patient ne comprend pas comment exécuter le test, l'examineur explique et montre le test à nouveau. Si le patient ne réalise toujours pas le test comme il faut, l'examineur laisse faire le patient. Comme le patient ne connaît pas les tests, seulement les mouvements dysfonctionnels pertinents doivent être noté "INCORRECT". Si le contrôle moteur s'améliore avec les explications et les corrections, l'examineur considère que le test ne révèle pas un mouvement réellement altéré.						
RÉSULTATS : à chaque test l'examineur entoure le résultat <b>CORRECT</b> ou <b>INCORRECT</b>						
<b>Waiters bow</b>  ( <i>teste la flexion</i> )  Flexion des hanches en position debout sans mouvement (de flexion) de la colonne lombaire	Correct  	Incorrect  		<b>CORRECT</b>	<b>INCORRECT</b>	
				Flexion du tronc au niveau des hanches sans mouvement du bas du dos (50-70° de flexion de hanche)	Flexion de hanche sans mouvement de la colonne lombaire < 50° OU flexion lombaire durant le mouvement	
<b>Pelvic tilt</b>  ( <i>teste l'extension</i> )  Rétroversion active position debout	Correct  	Incorrect  		<b>CORRECT</b>	<b>INCORRECT</b>	
				Mouvement actif debout (Fessiers actifs) ; colonne thoracique en position neutre, colonne lombaire vers la flexion	Pas de retroversion OU la colonne lombaire part vers l'extension OU compensation en flexion de la colonne thoracique	
<b>One leg stance</b>  ( <i>teste l'inclinaison et le contrôle de la rotation</i> )  De bipodal vers monopodal : mesure de la translation latérale du nombril (Position : pieds écartés de 1/3 de la distance du grand trochanter)	Correct  	Incorrect  		<b>CORRECT</b>	<b>INCORRECT</b>	
				La translation latérale est symétrique à droite et au gauche. Pas plus de 2cm de différence entre les 2 côtés	La translation latérale du nombril > 10cm OU la translation est asymétrique de plus de 2cm	
<b>Sitting knee extension</b>  ( <i>teste la flexion</i> )  Assis jambes en débord de table en position de lordose corrigée ; extension du genou dans mouvement (de flexion) du bas du dos	Correct  	Incorrect  		<b>CORRECT</b>	<b>INCORRECT</b>	
				Assis avec lordose en position corrigée : extension du genou (30-60°) sans mouvement du bas du dos	La colonne lombaire bouge en flexion. Le patient n'en a pas conscience	
<b>Rocking on all fours</b>  ( <i>ROAF BWD = teste la flexion</i> ) ( <i>ROAF FWD = teste l'extension</i> )  BACKWARD (BWD) : translation arrière ("balancement") du bassin en position quadrupédique en gardant le bas du dos neutre  FOREWARD (FWD) : translation avant du bassin avec correction de la lordose ; extension des genou sans mouvement (de flexion) du bas du dos	BACKWARD  Correct  	BACKWARD  Incorrect  	FOREWARD  Correct  	FOREWARD  Incorrect  	<b>CORRECT</b>	<b>INCORRECT</b>
				BWD : 120° de flexion de hanche sans mouvement (de flexion) du bas du dos part transfert du bassin vers l'arrière	BWD : la flexion de hanche entraîne une flexion lombaire (classiquement le patient n'en a pas conscience)	
				FWD : balancement vers l'avant jusqu'à 60° de flexion de hanche sans mouvement d'extension du bas du dos	FWD : le mouvement des hanches entraîne une extension lombaire	
<b>Prone lying active knee flexion</b>  ( <i>teste l'extension</i> )  Décubitus ventral avec correction de la lordose ; flexion du genou sans mouvement (de flexion) du bas du dos	Correct  	Incorrect  		<b>CORRECT</b>	<b>INCORRECT</b>	
				Flexion active du genou d'au moins 60° sans mouvement de la colonne lombaire et/ou du bassin	La position neutre de la colonne lombaire n'est pas maintenue lors de la flexion du genou et bouge en extension ou en rotation	

doit réaliser les mouvements par lui-même. Avant chaque test, l'examineur explique puis montre le test au patient. Si le patient ne comprend pas comment exécuter le test, l'examineur explique et montre le test à nouveau. Si le patient ne réalise toujours pas le test comme il faut, l'examineur laisse faire le patient. Comme le patient ne connaît pas les tests, seuls les mouvements dysfonctionnels pertinents doivent être notés "incorrect". Si le contrôle moteur s'améliore avec les explications et les corrections, l'examineur considère que le test ne révèle pas un mouvement réellement altéré. A chaque test, un point est attribué si le test est positif, zéro si le test est négatif. A la fin des six tests, l'examineur note le score total sur 6. Si le score est supérieur ou égal à 2, le patient est considéré comme ayant un déficit de contrôle moteur. Parmi les tests, deux évaluent le contrôle moteur en flexion, deux en extension, un teste le contrôle moteur alternativement en flexion et en extension, un dernier évalue l'inclinaison et le contrôle de la rotation. Chaque test dure environ 2 mn et l'examen total se réalise en 10 mn environ. L'interprétation de chaque test est qualitative mais le résultat final est quantitatif.

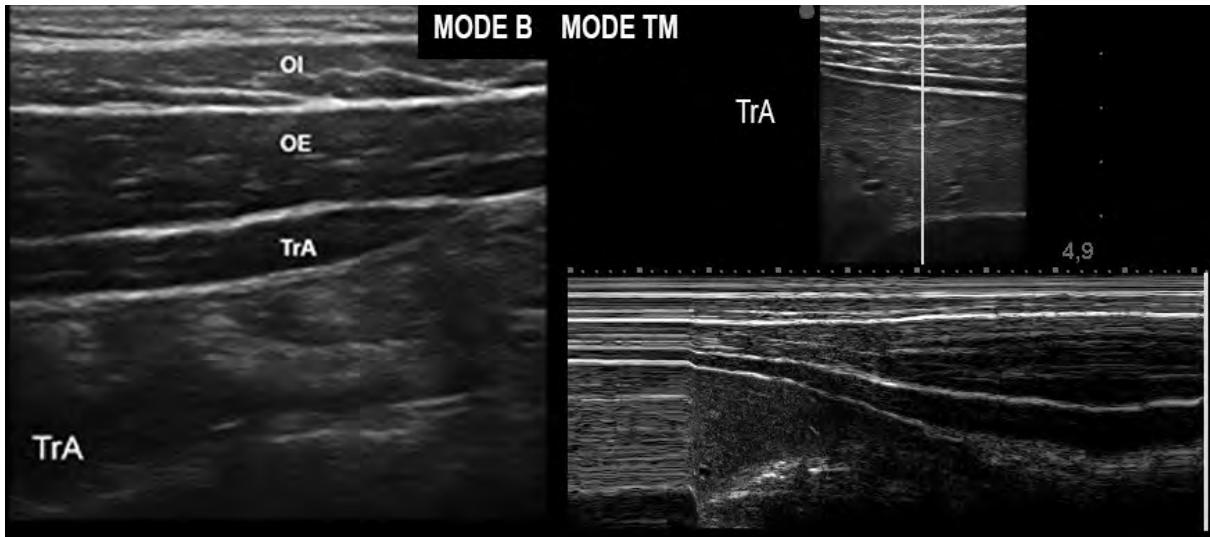
L'évaluateur qui réalisait les bilans était un kinésithérapeute diplômé d'état (DE) depuis six ans, formé à l'utilisation du "bilan rachis lombaire IAOM-US©".

### 3.2.3 Test étudié (échographie)

De nombreuses publications mettent en avant le rôle prépondérant des MF et du TrA dans la lombalgie. D'une part, ces muscles, avec le diaphragme et les MPP, participent à la stabilité du tronc (27,32,46–49). D'autre part, chez les patients LNS, des dysfonctionnements (50) ou des anomalies structurelles (51) de ces muscles sont régulièrement mis en avant dans la littérature. Bien que le mécanisme physiopathologique reste méconnu, l'implication de ces muscles dans la LNS semble bien établie (30). Afin de construire une évaluation applicable en pratique clinique quotidienne, nous avons choisi de cibler :

- le TrA : c'est le plus profond des muscles abdominaux. Il agit comme stabilisateur du rachis (32,48). L'écho-anatomie de ce muscle est détaillée dans la *figure3*.
- les MF : ils font parties des muscles spinaux. Ce sont des stabilisateurs locaux (32). L'écho-anatomie de ces muscles est explicitée dans la *figure4*.

L'intérêt de limiter le nombre de muscles étudiés résulte dans le fait que l'examen échographique et son interprétation peuvent être réalisés en une seule séance de 30 mn. Aux raisons évoquées précédemment (rôle prépondérant de ces muscles et



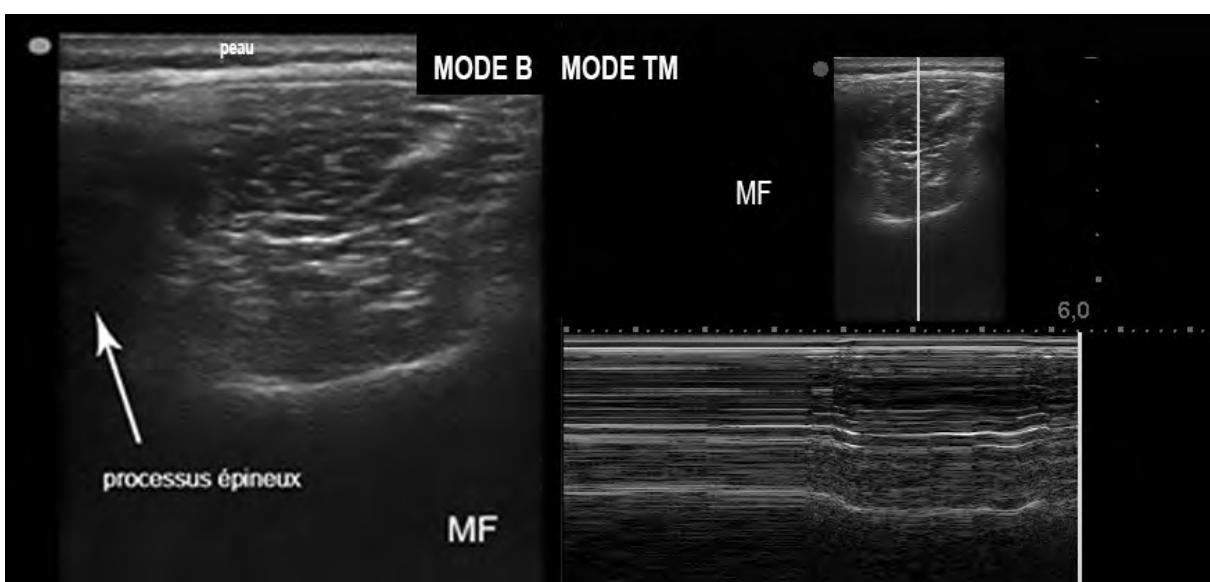
**Action** : compression du contenu abdominal, augmentation de la pression intra-abdominale  
**Origine** : tiers latéral du ligament inguinal, deux tiers antérieurs du versant interne de la crête iliaque, fascia thoracolombal entre la crête iliaque et la 12e côte, cartilages costaux des six dernières côtes par des interdigitations avec le diaphragme

**Terminaison** : aponévrose abdominale au niveau de la ligne blanche

**Innervation** : rameaux ventraux des six nerfs thoraciques inférieurs et du premier nerf spinal lombal

Kenyon K, Kenyon J. Mémo-guide de rééducation. 2010.

Figure3 : Echo-anatomie du muscle TrA



**Action** : extension, rotation et inclinaison de la colonne vertébrale

**Origine** : face postérieure du sacrum, aponévrose de l'érecteur du rachis, épine iliaque postérosupérieure, ligaments sacro-iliaques dorsaux, processus mamillaire de la région lombale, tous les processus transverses des vertèbres thoraciques, processus articulaires des quatre dernières vertèbres cervicales

**Terminaison** : processus épineux de toutes les vertèbres depuis L5 jusqu'à l'axis (la couche profonde est insérée sur la vertèbre sus-jacente ; la couche moyenne s'attache sur les deuxième et troisième vertèbres sus-jacentes; la couche superficielle s'attache sur la troisième et la quatrième vertèbres sus-jacentes)

**Innervation** : rameaux dorsaux des nerfs spinaux

Kenyon K, Kenyon J. Mémo-guide de rééducation. 2010.

Figure4 : Echo-anatomie des muscles MF

limitation de durée de l'examen), s'ajoute le fait que nous souhaitons étudier le comportement global du muscle lors de sa contraction plutôt que la seule force musculaire. C'est pourquoi, nous avons décidé d'effectuer une évaluation qualitative du TrA et des MF.

L'examen échographique consistait donc à prendre des images en mode B et en mode TM à des moments clés. Aucune mesure centimétrique n'a été réalisée. Pour autant, nous souhaitions avoir la possibilité de les réaliser plus tard, si une corrélation avec l'épaississement (la force musculaire) apparaissait. Pour chaque mesure, l'examinateur réalisait trois clichés. En effet, l'utilisation de la moyenne de trois mesures permet de diminuer l'EMS de 50% en cas de mesures centimétriques. Les positions et les manœuvres demandées au patient étaient standardisés :

- pour le TrA, la manœuvre choisie était *l'abdominal drawing-in maneuver* (ADIM) car elle permet un meilleur recrutement et une meilleure indépendance du TrA vis à vis des autres muscles abdominaux (52,53). De plus, des différences significatives de ratio d'épaississement du TrA ont été mises en évidence dans cette position entre des patients asymptomatiques et des patients LCNS (54). Cette manœuvre standardisée, en décubitus dorsal, suppose une explication préalable et la coopération du sujet. Les étapes de l'ADIM (53) sont décrites dans le *tableau IV*; la manœuvre est illustrée dans la *figure5*.
- pour les MF, la manœuvre choisie était l'élévation du membre inférieur controlatéral en procubitus car elle permet un recrutement optimal du MF et une contraction ciblée : on demande au patient de décoller légèrement la jambe opposée (*figure6*) (29).

L'échographe était placé à droite du patient quand celui-ci était allongé sur le dos et positionné de façon à ce que le patient ne puisse pas voir l'image affichée (26).

L'évaluateur commençait par évaluer le TrA : côté droit puis côté gauche. Le patient était installé en décubitus dorsal, genou à 90° avec un coussin sous la nuque. La sonde d'échographie était placée transversalement sur une ligne verticale entre la douzième côte et l'épine iliaque antéro-supérieure (EIAS) en regard du nombril (26). La manœuvre demandée était l'ADIM. Pour le côté droit, l'examinateur effectuait une mesure en fin d'inspiration puis en fin d'expiration en mode B (2D) afin de pouvoir observer l'épaississement. La procédure était répétée trois fois (6 clichés). Ensuite, l'évaluateur examinait le TrA droit en mode TM (3 clichés effectués et 1 clip vidéo). Le même examen était réalisé du côté gauche.

Tableau IV : Les étapes de l'abdominal drawing-in maneuver (ADIM)

ETAPES	DESCRIPTION	CONSIGNE AU PATIENT
1	inspirer profondément afin de mettre en tension les muscles abdominaux	"inspirez à fond jusqu'à sentir la mise en tension des abdos"
2	expirer lentement jusqu'à vider entièrement le volume de réserve expiratoire et de bloquer la respiration	"soufflez lentement jusqu'à ce que vous n'ayez plus d'air et bloquez votre respiration"
3	faire un léger signe de la main homolatérale en fin d'expiration	"tapotez légèrement sur ma cuisse avec votre main droite lorsque vous n'avez plus du tout d'air"
4	maintenir la position jusqu'à la fin des mesures	"attendez que je vous fasse signe avant de reprendre une respiration normale"
5	effectuer une légère rétroversion du bassin lors de l'expiration	"rapprochez le dos de la table et sentez que votre bassin bascule peu à peu en arrière tout au long de l'expiration"
6	ne pas enfoncer les talons dans la table lors de la rétroversion	
7	contrôler la non-contraction des muscles obliques internes (OI) et obliques externes (OE) avec la main controlatérale	"vérifiez qu'il n'y a pas de contractions des abdominaux superficiels avec votre main gauche lors de l'expiration"



Figure5 : La position de l'abdominal drawing-in maneuver (ADIM)

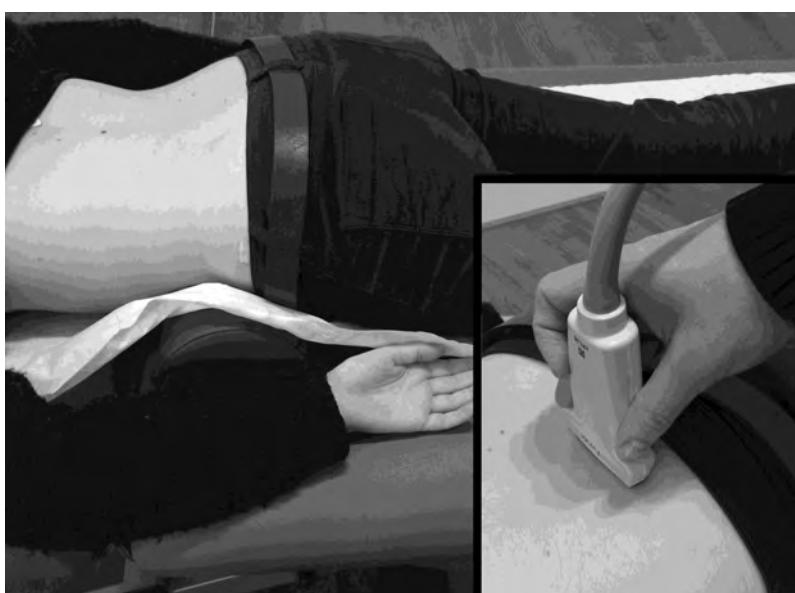


Figure6 : Position d'évaluation des muscles MF

Pour l'évaluation des MF, le patient passait en procubitus avec un coussin sous le ventre positionné au-dessus des EIAS pour éviter l'hyperlordose afin d'assurer une tension minimale des MF au repos (29). La sonde d'échographie était placée transversalement en regard de la 5ème vertèbre lombaire (L5). L'examinateur évaluait le côté gauche puis le côté droit au niveau de L5 car c'est à ce niveau que la SCT est la plus grande (29). A gauche, le praticien effectuait une mesure au repos puis une en contraction : le kinésithérapeute demandait alors au patient de décoller la jambe droite de la table d'examen pour provoquer une contraction du MF gauche. La procédure était répétée trois fois (6 clichés). Ensuite, l'examinateur évaluait le MF gauche en mode TM (3 clichés effectués et 1 clip vidéo). Le même examen était réalisé pour le MF droit.

L'échographe utilisé était un modèle Edge® de la marque Sonosite (*figure7*). La sonde était linéaire à haute fréquence (13-17 MHz) (*figure8*). Le mode choisi était "musculosquelettique", la profondeur 40 mm et le gain était automatiquement réglé par la machine (fonction "gain auto") puis ajusté manuellement par l'examinateur.

Au total, l'évaluation échographique comportait trente-six clichés (18 par muscle, 9 de chaque côté) et quatre clips vidéos (1 par muscle). L'examinateur réalisait les clichés puis exportait les images sur une clef USB. Il interprétrait ensuite les images en renseignant le tableau de résultats (*annexe14*).

Le schéma d'activation était analysé qualitativement en mode B et en mode TM. En 2007, Teyhen et al. proposaient un ensemble de critères d'évaluation du schéma d'activation du muscle TrA. Cette évaluation peut être envisagée selon trois axes différents comportant chacun plusieurs critères (26) :

- l'observation d'un schéma d'activation optimal (5 critères)
- l'observation des caractéristiques d'un schéma global d'activation non optimal (4 critères)
- l'observation d'un schéma de substitution commun (7 critères)

Les seize critères de jugement du schéma d'activation du TrA sont détaillés dans le *tableau V*.

Aucun critère d'évaluation qualitative des MF n'a été retrouvé dans la littérature. Trois critères d'évaluation du schéma d'activation des MF seront donc proposés :

- l'observation d'un épaississement immédiat : un changement d'épaisseur doit apparaître immédiatement à l'image échographique après avoir donné l'instruction au patient d'élever le membre inférieur controlatéral



Figure7 : L'appareil d'échographie



Figure8 : Sonde d'échographie

Tableau V : Critères échographiques qualitatifs pour l'évaluation du TrA

	CRITERES	INTERPRETATION	SI LE PATIENT EST SAIN
Schéma optimal d'activation respecté	1. Raccourcissement du TrA + mise en tension des fascia abdo antérieur et thoraco-lombaire	CRIT1 Le TrA doit se raccourcir dans le sens de sa longueur et on doit pouvoir observer un glissement du fascia médial liant le TrA à la ligne blanche et le fascia latéral liant le TrA au fascia thoraci-lombaire (raccourcissement du TrA et mise en tension)	0
	2. Le TrA s'épaissit dans sa largeur = contraction	CRIT2 On doit pouvoir observer un épaissement dans le sens de sa largeur lors de la contraction du muscle	0
	3. le TrA forme un arc latéralement = Action de corset	CRIT3 Action de corset, soit le muscle s'épaissit mais se contracte en forme d'arc (convexe par rapport à l'abdomen) pour contrôler la pression intra-abdominale	0
	4. Dimensions de l'OE et de l'OI relativement inchangées	CRIT4 Pas ou peu de changement d'épaisseurs de l'OE et de l'OI (cela concerne surtout l'OE) - l'OI se contracte toujours un peu en fin d'expiration pour y participer	0
	5. Schéma d'activation symétrique	CRIT5 Ces critères cités ci-dessus doivent apparaître symétriquement, donc des 2 côtés de manière à peu près égale	0
Caractéristiques du schéma global non optimal d'activation	6. Le TrA, l'OI et l'OE s'épaissent tous et augmentent leur largeur simultanément, souvent rapidement	CRIT6 Compensation des autres muscles superficiels de l'abdomen avec un épaissement observé	0
	7. Activation mais le TrA ne se raccourcit pas et n'applique pas de tension sur le fascia adjacent	CRIT7 Contraction du TrA sans observer un raccourcissement dans le sens de sa longueur, donc sans mise en tension des fascias adjacents	0
	8. Le TrA ne s'enveloppe pas autour de la taille	CRIT8 Pas d'action de corset, le TrA reste globalement horizontal	0
	9. Schéma d'activation asymétrique	CRIT9 Asymétrie des critères (pas retrouvés des 2 côtés)	0
Schéma de substitution commun	10. Maintien de la respiration ou de l'expiration forcée	CRIT10 Apnée (contraction des abdominaux superficiels) ou le patient est obligé de forcer l'expiration pour contrôler l'expiration	0
	11. Gainage des muscles abdominaux superficiels	CRIT11 Contraction des muscles abdominaux superficiels pour compenser (DA, OE et OI)	0
	12. Basculement postérieur du pelvis ou flexion du tronc	CRIT12 Le ventre se rentre en contractant les abdominaux ou le patient fléchit le tronc ce qui entraîne une contraction des abdominaux superficiels	0
	13. Dépression de la cage thoracique durant l'ADIM	CRIT13 La cage thoracique se rentre en direction du sol (majoration de la contraction des droits de l'abdomen)	0
	14. Augmentation du poids sur les talons en décubitus	CRIT14 Le patient pousse sur ses talons pour augmenter le recrutement musculaire	0
	15. Activations phasiques rapides et activations contrôlées	CRIT15 L'activation est contrôlée dans le sens où l'on n'a pas d'activation progressive et augmentée au fur et à mesure de l'expiration	0
	16. Peu ou pas de mouvement de la partie basse de l'abdomen	CRIT16 Pas de phénomène d'aspiration (drawing-in) de l'abdomen sans contracter les abdominaux superficiels	0

- l'observation d'une pente d'épaississement nette et rapide pour arriver à 100% de l'épaississement musculaire
- l'absence de compensation de la part des muscles paraspinaux adjacents visibles à l'échographie : les muscles paraspinaux, observés en mode B, ne doivent pas se sur-activer et entraîner une compression des MF contre le processus épineux. L'épaisseur latérale des MF serait alors diminuée et on observerait une absence ou un faible épaississement du muscle dans cet axe.

Ce sont ces critères que nous avons décidé d'utiliser pour l'évaluation qualitative du schéma d'activation des MF (*tableau VI*).

L'examinateur principal qui réalisait et interprétrait les échographies, dans un premier temps, était un kinésithérapeute DE depuis six ans, formé à l'échographie aux Pays-Bas (3 semaines de formation + 6 mois de supervision clinique) pratiquant l'échographie en cabinet libéral depuis quatre ans (8 à 10 échographies par semaine environ).

Pour étudier la fiabilité et dans le but de minimiser les erreurs liées à la prise de mesures, les images de l'examinateur principal étaient réinterprétées, en aveugle dans un second temps, par un second examinateur. Ce dernier était un étudiant en kinésithérapie de dernière année (4h de formation à l'échographie en formation initiale + 8 échographies réalisées sous la supervision d'un tuteur formé en stage).

### 3.3 Analyses statistiques

#### 3.3.1 Fiabilité

Afin de savoir si l'évaluation est répétable et reproductible, la fiabilité a été évaluée. En présence de multiples critères (19 critères dans cette étude), chaque critère doit être testé séparément. Il s'agit d'une fiabilité de jugement. On étudie l'interprétation d'une même image par deux personnes différentes (fiabilité inter-examinateur). Ce faisant, comme les critères de jugement utilisés sont des variables qualitatives booléennes (absence de déficit = 0, présence d'un déficit = 1), le test statistique utilisé est donc un coefficient kappa de Cohen.

#### 3.3.2 Validité

En l'absence de gold standard, on utilise une validité de construit. Dans cette situation, le test de référence (les tests de CM) et le test étudié (l'échographie) observent le même paramètre (le contrôle moteur) mais de façon différente. En effet, les tests de

Tableau VI : Critères échographiques qualitatifs pour l'évaluation des MF

	CRITERES	INTERPRÉTATION	SI LE	
			PATIENT EST SAIN	
Schéma optimal d'activation respecté	<b>17. Epaisseissement immédiat</b>	CRIT17- MF	L'épaississement doit apparaître tout de suite après avoir donné l'instruction au patient d'élever le membre inférieur (changement d'épaisseur à l'écho)	0
	<b>18. Pente de contraction nette et rapide</b>	CRIT18- MF	La pente de contraction doit être nette et rapide pour arriver à 100% de l'épaississement musculaire	0
	<b>19. PAS de compensation des paraspinaux</b>	CRIT19- MF	Les muscles paraspinaux sont observés en mode B et ne doivent pas se sur-activer et entraîner une compression des multifides contre le processus épineux et donc diminuer l'épaisseur latérale des multifides (absence ou faible épaississement dans cet axe)	0

CM évaluent visuellement et qualitativement le maintien de la posture lors des tests demandés. L'échographie, quant à elle, permet d'évaluer une liste de critères prédéfinis qualifiants le schéma d'activation de chaque muscle étudié. L'interprétation de chaque critère se fait, en mode B ou en mode TM, selon le critère évalué. Le test de référence donne un score entre 0 et 6 (variable quantitative). Le test étudié fournit une variable booléenne qualitative (absence de déficit ou présence de déficit) pour chaque critère. Le test de référence et le test étudié forment deux classes distinctes car les données ne sont pas mesurées de la même façon. L'analyse statistique compare alors la corrélation entre les résultats des deux classes. La validité est ainsi construite par comparaison (24). Le test statistique utilisé est donc un test de corrélation simple de Pearson. Une autre possibilité consiste à transformer le score de Luomajoki sur six points en variable booléenne. Si le score est supérieur ou égal à 2/6, un déficit global de contrôle moteur est mis en évidence (17), si le score est inférieur à cette valeur il n'y a pas de déficit (absence de déficit = 0, présence d'un déficit = 1). Dans ce cas le test statistique à réaliser est un test de kappa. Dès lors, la sensibilité et la spécificité de chaque critère échographique pourront être calculées.

### 3.3.3 Traitement des données

Les données ont été rassemblées dans un tableau puis exportées et encodées dans un fichier texte au format Unicode (UTF-8). Ce fichier a ensuite été traité avec le logiciel RStudio© version 1.0.136 (R version 3.3.3). La fonction `cor()` a été utilisée pour calculer toutes les corrélations possibles entre les variables dans le but de repérer les corrélations significatives ( $cor > 0,4$ ). Enfin la fonction `cor.test()` a été utilisée pour calculer la valeur de  $p$  et de l'intervalle de confiance à 95% (IC 95%) afin d'obtenir des précisions sur les corrélations identifiées à l'étape précédente. Les *packages* "pwr" et "irr" ont été rajoutés dans RStudio pour calculer respectivement la puissance de l'échantillon nécessaire (fonction `pwr.r.test()`) ainsi que le coefficient de kappa entre les deux tests (fonction `kappa2()`). Les valeurs de IC 95% des coefficients de kappa ont été calculées avec la fonction `cohen.kappa()` du *package* "psych". Les variables statistiques obtenues avec RStudio sont explicitées dans le *tableau VII*.

Une valeur de corrélation ou un coefficient de kappa de 1 signe une corrélation ou un accord parfait. Pour interpréter les valeurs, on utilisera l'échelle suivante de Landis et Koch (24) : "léger" si inférieur à 0.20, "faible" entre 0.21 et 0.40, "modéré" entre 0.41 et 0.60, "bon" entre 0.61 et 0.80, "très bon" entre 0.81 et 1,00.

Tableau VII : Principales variables statistiques

NOM	SYMBOLE	DESCRIPTION
corrélation	cor ou r	c'est la valeur du coefficient de corrélation entre 0 (corrélation nulle) et 1 (corrélation parfaite). La corrélation simple permet d'évaluer le lien entre deux variables quantitatives. Elle indique si les valeurs varient de la même façon
p-value (ou "petit p")	p	c'est le "petit p" qui permet de savoir si un résultat est significatif ou pas. Cette valeur représente la probabilité que le résultat obtenu soit dû au hasard. Elle représente donc la probabilité de se tromper lorsque l'on considère un résultat comme étant valide. Par convention, la probabilité d'erreur est acceptable et les résultats sont significatifs quand p-value < 0,05 voire très significatifs quand p-value < 0,01
intervalle de confiance à 95%	IC 95%	c'est l'intervalle de confiance à l'intérieur duquel la valeur de corrélation a statistiquement 95% de chances de se trouver. Ainsi même si la valeur de corrélation obtenue est forte (par exemple cor = 0,77), si l'intervalle IC 95% = [0,25 ; 0,96] on pourra seulement affirmer que la corrélation était "faible à forte". L'intervalle de confiance se réduit avec l'augmentation de la taille de l'échantillon (plus on aura de patients dans l'étude, plus l'intervalle de confiance se réduira, et plus on sera en mesure d'affirmer l'exactitude de la valeur de corrélation obtenue)
coefficient de kappa	k	c'est le coefficient de kappa. Il permet de mesurer l'accord entre deux variables qualitatives. Dans ce cas on mesure l'accord entre les variables. L'interprétation des valeurs du Kappa dépend des auteurs. Cependant, pour valider l'utilisation d'un test diagnostic, il doit par convention, être supérieur ou égal à 0,9

Dans cette étude, nous avons décidé que les critères devaient avoir des valeurs de corrélations ou de kappa supérieures ou égales à 0.4 (modéré) pour être retenus. Pour la sensibilité et la spécificité de chaque critère nous avons choisi de conserver, comme valeur finale, la valeur la plus faible entre le côté droit et le côté gauche.

## 4 RÉSULTATS

### 4.1 Population

L'étude s'est déroulée entre le 1er décembre 2016 et le 1er mai 2017. Le nombre de patients inclus dans l'étude était de 14 dont 8 patients lombalgiques et 6 patients contrôles. L'âge moyen des patients du groupe étudié (lombalgique) était de  $42,25 \pm 12,22$  années dont 1 homme et 7 femmes, et de  $40,17 \pm 20,33$  années pour le groupe contrôle dont 2 hommes et 4 femmes. La moyenne d'âge pour les femmes était de  $38,09 \pm 15,72$  années, et de  $53,33 \pm 7,37$  années pour les hommes. Dans le groupe lombalgique, 4 patients avaient une lombalgie bilatérale, 4 patients avaient une lombalgie latéralisée à droite et aucun n'avait de lombalgie latéralisée à gauche. Le nombre de patients exclus de l'étude après le bilan kinésithérapique était de 0 pour le groupe lombalgique et de 0 pour le groupe contrôle. Les caractéristiques de l'échantillon sont présentées dans le *tableau VIII*. Le recrutement, la randomisation et le suivi de l'ensemble des patients au cours de l'étude sont illustrés dans le diagramme de flux *annexe15*.

### 4.2 Résultats pour les tests

#### 4.2.1 Fiabilité

La fiabilité inter-examinateur a été établie en calculant l'accord (coefficient de kappa) entre les deux examinateurs pour les dix-neuf critères étudiés. Elle était faible à très bonne selon les critères. Pour les cinq critères retenus comme valides par la suite, les valeurs du kappa et les valeurs de p sont présentées dans le *tableau IX*. Parmi les cinq critères, quatre avaient une fiabilité modérée à forte (CRIT5, CRIT15, CRIT16 et CRIT19-MF) avec une valeur de p significative ( $k$  entre 0.47 et 0.84,  $p$  entre 0.001 et 0.038 pour ces quatre critères) des deux côtés (à gauche et à droite) et un critère (CRIT18-MF) avait une fiabilité bonne à gauche ( $k = 0.69$ ,  $p < 0.01$ ) mais une fiabilité non significative à droite ( $k = 0.378$ ,  $p = 0.158$ ).

Tableau VIII : Caractéristiques de l'échantillon

CRITERES	GROUPES LOMBALGIQUE	GROUPES CONTROLE
AGE MOYEN	42,2 $\pm$ 12,2 ans	40,2 $\pm$ 20,3 ans
AGE MOYEN H	45 ans	57,5 ans
AGE MOYEN F	41,8 ans	31,5 ans
HOMME	1 (12,5 %)	2 (33,3 %)
FEMME	7 (87,5 %)	4 (66,6 %)
TRAVAILLEUR	7 (87,5 %)	2 (33,3 %)
SANS EMPLOI	1 (12,5 %)	0
RETRAITE	0	1 (16,6 %)
ETUDIANT	0	3 (50 %)
SPORTIF (+ de 2h par semaine)	0	1 (16,6 %)
SCORE MOYEN OSWESTRY	32 / 100	2 / 100
SCORE MOYEN LUOMAJOKI	2,0 $\pm$ 1,07	0,5 $\pm$ 0,55
LBP AIGU (- de 4 semaines)	0	0
LBP SUBAIGU (entre 4s et 3 mois)	3 (37,5 %)	0
LBP CHRONIQUE (+ de 3 mois)	5 (62,5 %)	0
LBP BILATERALE	4 (50 %)	0
LBP LATERALISEE A DROITE	4 (50 %)	0
LBP LATERALISEE A GAUCHE	0	0

Tableau IX : Résultats de l'étude de fiabilité (k, de p et de IC 95%)

COTE DROIT					
Coefficient de Kappa pour la fiabilité inter-examinateur des critères validés côté DROIT (en jaune les valeurs de k > 0.4)					
CRITERES	CRIT5	CRIT15	CRIT16	CRIT18-MF	CRIT19-MF
k	0.72	0.571	0.472	0.378	0.837
Valeur de p pour les coefficients de Kappa côté DROIT (en orange les valeurs de p < 0.05)					
CRITERES	CRIT5	CRIT15	CRIT16	CRIT18-MF	CRIT19-MF
p	0.00501	0.0308	0.0376	0.158	0.0015
Coefficient de Kappa pour la fiabilité inter-examinateur des critères validés côté DROIT (en rouge les valeurs de k > 0.4 pour des valeurs de p < 0.05)					
CRITERES	CRIT5	CRIT15	CRIT16	CRIT18-MF	CRIT19-MF
k	0.72	0.571	0.472	-	0.837
Coefficient de Kappa pour la fiabilité inter-examinateur des critères validés côté DROIT (en bleu les valeurs de IC 95% pour les valeurs pertinentes)					
CRITERES	CRIT5	CRIT15	CRIT16	CRIT18-MF	CRIT19-MF
IC 95 % inf	0.38	0.15	0.1	-	0.53
IC 95 % sup	1	1	0.84	-	1
COTE GAUCHE					
Coefficient de Kappa pour la fiabilité inter-examinateur des critères validés côté GAUCHE (en jaune les valeurs de k > 0.4)					
CRITERES	CRIT5	CRIT15	CRIT16	CRIT18-MF	CRIT19-MF
k	0.72	0.696	0.472	0.689	0.553
Valeur de p pour les coefficients de Kappa côté GAUCHE (en orange les valeurs de p < 0.05)					
CRITERES	CRIT5	CRIT15	CRIT16	CRIT18-MF	CRIT19-MF
p	0.00501	0.00629	0.0376	0.00995	0.0363
Coefficient de Kappa pour la fiabilité inter-examinateur des critères validés côté GAUCHE (en rouge les valeurs de k > 0.4 pour des valeurs de p < 0.05)					
CRITERES	CRIT5	CRIT15	CRIT16	CRIT18-MF	CRIT19-MF
k	0.72	0.696	0.472	0.689	0.553
Coefficient de Kappa pour la fiabilité inter-examinateur des critères validés côté GAUCHE (en bleu les valeurs de IC 95% pour les valeurs pertinentes)					
CRITERES	CRIT5	CRIT15	CRIT16	CRIT18-MF	CRIT19-MF
IC 95 % inf	0.38	0.32	0.1	0.29	0.11
IC 95 % sup	1	1	0.84	1	0.99

#### 4.2.2 Validité de construit

La validité de construit a été étudiée en mesurant la covariation (corrélation simple) entre chaque critère et le score de Luomajoki sur six points. Puis en calculant l'accord (coefficient de kappa) entre chaque critère (positif ou négatif) et le résultat global de la batterie de tests de Luomajoki (variable booléenne : présence ou absence de déficit). Lors du test de corrélation, quatre critères (CRIT5, CRIT15, CRIT16 et CRIT19-MF) affichaient une corrélation supérieure à 0.4 (corrélation modérée) et avaient un p significatif ( $p < 0.05$  pour tous les critères au moins d'un côté). Notons que le critère CRIT15 n'était significatif que pour le côté gauche ( $p = 0.07$  à droite) alors que les trois autres étaient significatifs des deux côtés. Tous les résultats des tests de corrélations sont présentés en *annexe 16* et dans le *tableau X* pour les critères pertinents.

Lors du test de kappa, trois critères avaient un  $k > 0.4$  (CRIT15, CRIT16 et CRIT19-MF) et avaient un p significatif ( $p < 0.05$  pour tous les critères au moins d'un côté). A noter que le critère CRIT15 n'était significatif que pour le côté gauche ( $p = 0.09$  à droite) alors que les deux autres étaient significatifs des deux côtés. Tous les résultats des coefficients de kappa sont présentés en *annexe 17* et dans le *tableau XI* pour les critères pertinents. La sensibilité et la spécificité de ces trois critères ont été calculées et les résultats (*tableau XII* et *annexe 18*) sont les suivants : CRIT15 ( $Sn = 0.80$ ,  $Sp = 0.66$ ), CRIT16 ( $Sn = 1$ ,  $Sp = 0.55$ ) et CRIT19-MF ( $Sn = 0.80$ ,  $Sp = 0.77$ ).

#### 4.2.3 Validité prédictive

La validité prédictive de l'échographie a été évaluée en calculant la corrélation simple entre chaque critère et le score du questionnaire Oswestry (sur 100 points).

Lors du test de corrélation, quatre critères (CRIT15, CRIT16, CRIT18-MF et CRIT19-MF) affichaient une corrélation supérieure à 0.4 (corrélation modérée) et avaient un p significatif ( $p < 0.05$ ) pour le côté gauche. En revanche, pour le côté droit, seulement deux critères (CRIT15 et CRIT16) affichaient une corrélation supérieure à 0.4 et un p significatif ( $p < 0.05$ ). Tous les résultats des tests de corrélations sont présentés en *annexe 16* et dans le *tableau X* pour les critères pertinents.

### 4.3 Estimations de la précision

Lors de l'étude de fiabilité, les IC 95% des tests de kappa étaient compris entre 0.01-0.53 (borne inférieure) et 0.84-1 (borne supérieure).

Tableau X : Valeurs de corrélations de l'étude de validité (cor, de p et de IC 95%)

COTE DROIT							
Corrélations avec les muscles du côté DROIT (en jaune les valeurs de cor > 0.4)							
cor	CRITERES	CRIT5	CRIT7	CRIT8	CRIT15	CRIT16	CRIT18-MF
	LUOM	0.58630197	0.38924947	0.4522670	0.4923660	0.69727705	0.3302891
p	ODI	0.24545502	0.44311836	0.3554568	0.7074339	0.57799106	0.2311964
	CRITERES	CRIT5	CRIT7	CRIT8	CRIT15	CRIT16	CRIT18-MF
p	LUOM	0.02755	-	0.1044	0.07368	0.005573	-
	ODI	-	0.1125	-	0.004654	0.03039	-
Corrélations avec les muscles du côté DROIT (en rouge les valeurs de cor > 0.4 si p < 0.05)							
cor	CRITERES	CRIT5	CRIT7	CRIT8	CRIT15	CRIT16	CRIT18-MF
	LUOM	0.58630197	-	-	-	0.69727705	-
p	ODI	-	-	-	0.7074339	0.57799106	-
	CRITERES	CRIT5	CRIT7	CRIT8	CRIT15	CRIT16	CRIT18-MF
IC 95 % inf	LUOM	0.08088378	-	-	-	0.2645829	-
	ODI	0.85187909	-	-	-	0.8962712	-
IC 95 % sup	LUOM	-	-	-	0.2831255	0.0683824	-
	ODI	-	-	-	0.9001443	0.8483935	-
COTE GAUCHE							
Corrélations avec les muscles du côté GAUCHE (en jaune les valeurs de cor > 0.4)							
cor	CRITERES	CRIT5	CRIT7	CRIT8	CRIT15	CRIT16	CRIT18-MF
	LUOM	0.58630197	-0.01946247	0.42854956	0.53300179	0.6972771	0.2018434
p	ODI	0.24545502	0.21725706	0.2557698	0.67549220	0.5779911	0.6002995
	CRITERES	CRIT5	CRIT7	CRIT8	CRIT15	CRIT16	CRIT18-MF
p	LUOM	0.02755	-	-	0.0497	0.005573	-
	ODI	-	-	-	0.008019	0.03039	0.02322
Corrélations avec les muscles du côté GAUCHE (en rouge les valeurs de cor > 0.4 si p < 0.05)							
cor	CRITERES	CRIT5	CRIT7	CRIT8	CRIT15	CRIT16	CRIT18-MF
	LUOM	0.58630197	-	-	0.53300179	0.6972771	-
p	ODI	-	-	-	0.67549220	0.5779911	0.6002995
	CRITERES	CRIT5	CRIT7	CRIT8	CRIT15	CRIT16	CRIT18-MF
IC 95 % inf	LUOM	0.08088378	-	-	0.003377423	0.2645829	-
	ODI	0.85187909	-	-	0.829109322	0.8962712	-
IC 95 % sup	LUOM	-	-	-	0.2258623	0.0683824	0.1023047
	ODI	-	-	-	0.8878605	0.8483935	0.8576969
LUOM		ODI					
LEGENDE		score Oswestry sur 100					

Tableau XI : Coefficients de kappa de l'étude de validité (k, de p et de IC 95%)

COTE DROIT			COTE GAUCHE		
Kappa (en jaune les valeurs de k > 0.4)			Kappa (en jaune les valeurs de k > 0.4)		
CRITERES			CRITERES		
CRIT15			CRIT15		
k			k		
0.429			0.553		
CRITERES			CRITERES		
CRIT15			CRIT15		
p			p		
0.0943			0.0363		
CRITERES			CRITERES		
CRIT15			CRIT15		
k			k		
-			0.553		
CRITERES			CRITERES		
CRIT15			CRIT15		
IC 95 % inf			IC 95 % inf		
-			0.11		
IC 95 % sup			IC 95 % sup		
-			0.99		
CRITERES			CRITERES		
CRIT15			CRIT15		
k			k		
0.80			0.553		
CRITERES			CRITERES		
CRIT16			CRIT16		
k			k		
1			1		
CRITERES			CRITERES		
CRIT19-MF			CRIT19-MF		
k			k		
0.689			0.553		
CRITERES			CRITERES		
CRIT16			CRIT16		
k			k		
0.472			0.472		
CRITERES			CRITERES		
CRIT19-MF			CRIT19-MF		
k			k		
0.689			0.553		
CRITERES			CRITERES		
CRIT15			CRIT15		
k			k		
-			-		
CRITERES			CRITERES		
CRIT16			CRIT16		
k			k		
-			-		
CRITERES			CRITERES		
CRIT19-MF			CRIT19-MF		
k			k		
-			-		
CRITERES			CRITERES		
CRIT15			CRIT15		
k			k		
-			-		
CRITERES			CRITERES		
CRIT16			CRIT16		
k			k		
-			-		
CRITERES			CRITERES		
CRIT19-MF			CRIT19-MF		
k			k		
-			-		
CRITERES			CRITERES		
CRIT15			CRIT15		
k			k		
-			-		
CRITERES			CRITERES		
CRIT16			CRIT16		
k			k		
-			-		
CRITERES			CRITERES		
CRIT19-MF			CRIT19-MF		
k			k		
-			-		
CRITERES			CRITERES		
CRIT15			CRIT15		
k			k		
-			-		
CRITERES			CRITERES		
CRIT16			CRIT16		
k			k		
-			-		
CRITERES			CRITERES		
CRIT19-MF			CRIT19-MF		
k			k		
-			-		
CRITERES			CRITERES		
CRIT15			CRIT15		
k			k		
-			-		
CRITERES			CRITERES		
CRIT16			CRIT16		
k			k		
-			-		
CRITERES			CRITERES		
CRIT19-MF			CRIT19-MF		
k			k		
-			-		
CRITERES			CRITERES		
CRIT15			CRIT15		
k			k		
-					

Lors de l'étude de validité, l'IC 95% a été calculé pour les tests de corrélation et pour les tests de kappa. Lors des tests de corrélations, l'IC 95% était compris entre 0.004-0.30 (borne inférieure) et 0.83-0.90 (borne supérieure) pour tous les critères retenus ( $cor > 0.4$ ). Lors des tests de kappa, l'IC 95% était compris entre 0.1-0.29 (borne inférieure) et 0.84-1 (borne supérieure) pour tous les critères conservés ( $k > 0.4$ ). Pour l'ensemble des tests (corrélations et kappa), les valeurs de  $p$  et de IC 95% sont disponibles dans les tableaux correspondants (*tableau IX*, *tableau X* et *tableau XI*).

Dans le but d'évaluer la précision des tests de corrélation, la puissance de l'étude a été étudiée. Pour un échantillon de 14 personnes, la valeur de corrélation minimale nécessaire pour évacuer le risque béta était de  $cor = 0.619$ .

Après passage de l'examen échographique certains clips vidéo étaient manquants. Ils n'ont donc pas été utilisés pour l'interprétation des images.

Les scores moyens pour les tests de CM étaient de 2,0 tests positifs  $\pm 1,07$  dans le groupe lombalgique et de  $0,50 \pm 0,55$  dans le groupe contrôle. La corrélation entre les tests de Luomajoki et le questionnaire Oswestry était modérée ( $cor = 0,54$  et  $p < 0.05$ ). La corrélation entre les critères échographiques et une latéralisation potentielle de la lombalgie n'a pas pu être évaluée car l'échantillon était trop restreint.

## 5 DISCUSSION

### 5.1 Interprétation des résultats

Cette étude permet de faire apparaître cinq critères qualitatifs valides pour mettre en évidence un déficit de contrôle moteur. Parmi ces critères, quatre avaient une fiabilité modérée à bonne (CRIT5, CRIT15, CRIT16, CRIT19-MF) des deux côtés, un critère avait une fiabilité bonne à gauche mais non significative à droite (CRIT18-MF). Cette différence importante, entre les deux côtés, pour ce dernier critère pourrait être liée à la mauvaise qualité de certains clichés échographiques qui auraient pu entraîner un biais d'interprétation pour le second examinateur.

Lors de l'étude de validité, deux tests statistiques ont été effectués : une corrélation simple et un test de kappa. Une corrélation positive permet de mettre en lumière les critères échographiques qui évoluent de la même façon qu'un score, ici, le score des tests de Luomajoki ou le score du questionnaire Oswestry.

La corrélation avec les tests de Luomajoki nous renseigne sur les critères échographiques dignes d'intérêt : plus le score Luomajoki augmente plus ces critères

sont susceptibles d'être positifs et inversement. Notons que cette étude a pour but de mettre en évidence les critères pertinents mais ne donne pas d'informations sur leur utilité clinique. Ainsi, dans le cadre d'un déficit de contrôle moteur, les critères échographiques intéressants sont : une activation asymétrique du muscle TrA (CRIT5), une activation phasique, rapide et contrôlée du TrA (CRIT15), une absence du phénomène d'aspiration de l'abdomen lors de l'ADIM sans contraction des abdominaux superficiels (CRIT16) et une compensation des muscles paraspinaux au niveau des MF (CRIT19-MF).

La corrélation avec le questionnaire d'incapacités Oswestry, met en lumière les critères liés à une augmentation du niveau d'incapacité. Parmi ces critères on retrouve les critères CRIT15, CRIT16, CRIT19-MF ainsi que le critère CRIT18-MF (une pente d'activation des MF rapide et nette) même si la validité et la fiabilité pour ce critère n'était significative que du côté gauche. Ces quatre critères ont donc une valeur prédictive vis à vis de l'incapacité fonctionnelle.

Dans la mesure où ces corrélations n'étaient parfois établies que d'un seul côté et qu'un lien avec une lombalgie latéralisée n'a pas pu être étudié (les données étaient insuffisantes), il semble opportun de recommander que l'examen échographique soit systématiquement réalisé des deux côtés indépendamment d'une latéralisation potentielle de la douleur lombaire.

Lors du test de kappa, seulement trois critères (CRIT15, CRIT16 et CRIT19) avaient un coefficient de kappa supérieur à 0.4. Cela semble cohérent dans le sens où le test de kappa est plus sélectif que le test de corrélation simple. En effet, un test de corrélation évalue la convergence ou la divergence de variables qui peuvent avoir des valeurs différentes. En revanche, le test de kappa évalue un accord strict entre deux juges (24). L'intérêt de ce test réside dans le fait que si l'accord est suffisant, on pourra affirmer que le test étudié et le test de référence montrent la même chose. Ils seront donc interchangeables. Dans notre étude, le critère CRIT19-MF avait le kappa le plus élevé ( $k = 0.69$  soit un accord satisfaisant). Dans l'optique où un patient serait dans l'incapacité de réaliser les tests de Luomajoki, il pourrait constituer une alternative intéressante. Néanmoins, par convention la valeur de kappa minimale pour valider un test diagnostique est de 0.9. La valeur de  $k$  obtenue par ce critère reste donc en deçà de la norme ce qui ne permet pas de recommander son utilisation comme critère unique pour diagnostiquer un déficit de contrôle moteur en première intention. Par ailleurs, pour le critère CRIT16, la sensibilité était parfaite et la spécificité faible ( $Sn = 1$ ,  $Sp = 0.55$ ). On peut donc dire que dans le cas où ce critère est négatif, le patient

n'a pas de déficit de contrôle moteur : ce critère permet d'exclure la déficience s'il est négatif. Par contre, une faible spécificité signifie qu'il y a des risques de faux positifs : quand le critère est positif on ne peut pas affirmer que le déficit de contrôle moteur est réellement présent. En revanche, pour les critères CRIT15 ( $Sn = 0.80$ ,  $Sp = 0.66$ ) et CRIT19-MF ( $Sn = 0.80$ ,  $Sp = 0.77$ ), la spécificité et la sensibilité étaient bonnes. Cela implique que ces critères sont généralement interprétables sans erreur (24) : un critère positif révèle la présence du déficit et un critère négatif signe une absence de déficit de contrôle moteur.

Par ailleurs, dans la mesure où les critères en lien avec l'épaississement (CRTI2, CRIT6 et CRIT17-MF) n'étaient pas valides, aucune mesure centimétrique n'a été effectuée car cela ne semblait pas pertinent.

Le protocole échographique proposé dans cette étude était réalisé en moins de 20mn et même en ajoutant à cette durée le temps nécessaire pour interpréter 5 critères échographiques qualitatifs, l'examen reste réalisable en 30mn. Le critère d'applicabilité clinique du protocole était donc respecté.

Finalement, l'intérêt de l'utilisation d'un examen échographique qualitatif, pour évaluer un déficit de contrôle moteur chez le patient lombalgique non spécifique, semble bien réel au vu des résultats obtenus dans cette étude.

## 5.2 Limites de l'étude

Les limites de notre étude peuvent être envisagées sous deux axes. D'une part, les différents biais éventuels liés à la conception et à l'exécution du protocole d'étude lui-même. D'autre part, des considérations plus générales qui pourraient aussi remettre en question la pertinence des résultats obtenus.

Un biais majeur qui pourrait avoir influencé les résultats de l'étude provient du fait que les examinateurs n'étaient pas totalement à l'aveugle par rapport aux sujets. En effet, même si chaque évaluateur n'avait pas connaissance du résultat de l'autre examen et que l'examineur échographique n'était pas au courant du groupe d'appartenance de chaque sujet, contrôle ou lombalgique, on ne peut pas exclure le fait que l'examineur échographique ait pu reconnaître ou avoir un a priori sur le groupe d'appartenance des patients (démarche caractéristique, position antalgique...). Dès lors, cette perception aurait pu influencer l'interprétation de l'examen. Pour ce qui est de l'examineur qui réalisait le bilan de la lombalgie, celui-ci était au courant, suite à l'anamnèse, du groupe d'appartenance. Ce faisant, l'interprétation des tests de contrôle moteur a pu être biaisée. Cependant, les valeurs obtenues lors de ces tests étaient cohérentes avec les

valeurs de références proposées par Luomajoki lors de son étude de validité (17) : une moyenne de 2,0 tests positifs dans le groupe lombalgique (IC 95% = 1,94-2,48) contre 2,2 tests positifs dans l'étude de Luomajoki (IC 95% = 1,94-2,48) et une moyenne de 0,5 tests positifs dans notre groupe contrôle (IC 95% = 1,94-2,48) contre 0,75 tests positifs dans l'étude de référence (IC 95% = 0,55-0,95). Afin de résoudre ce problème il aurait été possible de faire interpréter le résultat des tests par un examinateur tiers mais la condition d'applicabilité clinique du protocole n'aurait dès lors plus été respectée.

De surcroît, la qualité des deux examens utilisés dans cette étude, la batterie de test et l'examen échographique, est très dépendante de la coopération du patient ainsi que de sa capacité à comprendre le test et à le réaliser. Notons que nous n'avons essuyé aucun refus pour réaliser un test au cours de cette étude. En l'occurrence, la coopération semble donc moins problématique que la réalisation. Aucun patient n'a été exclu de l'étude pour une incapacité à réaliser les examens demandés. Pour autant, il est difficile de savoir dans quelle mesure le fait de ne pas connaître les tests à l'avance a pu influencer les résultats des patients. De la même façon, nous ne disposons d'aucunes données permettant de connaître le seuil à partir duquel les résultats des patients s'amélioreraient en raison de l'entraînement au test. Le nombre de tentatives avait donc été fixé arbitrairement.

En ce qui concerne l'étude de fiabilité, l'interprétation des critères échographiques était basée sur une description écrite de ces derniers. Il est intéressant de noter que pour l'examinateur novice (seconde interprétation à l'aveugle), il aurait été préférable d'avoir, en plus du texte écrit, des illustrations explicitant chaque critère : deux clichés échographiques de référence à chaque fois, un illustrant le critère dans son état positif et l'autre dans son état négatif. De plus, au vu de son faible niveau de formation, les résultats de l'étude de fiabilité sont à considérer avec précaution.

Pour ce qui est des données manquantes, seuls certains clips vidéo avaient été oubliés. Les critères ont donc tous été interprétés grâce à des images statiques. Comme les clips vidéo étaient redondants par rapport aux images et que selon Wong et al. (55), images et clips sont équivalents lors de l'interprétation, ces oubliés n'étaient pas dommageables.

Pour finir, on pourrait aussi avancer l'argument que l'examinateur principal n'a pas été présent sur les lieux de l'étude lors de chaque évaluation. Cela aurait pu introduire certains biais sans que ceux-ci n'aient été décelés.

D'une manière plus générale, la principale limite de notre étude concerne la taille de l'échantillon. Même si nous avons obtenu des résultats significatifs ( $p < 0.05$ ) voire parfois très significatifs ( $p < 0.01$ ), les IC 95% montrent bien que la confiance que nous pouvons accorder à nos valeurs reste très limitée (24). Par exemple, pour le critère CRIT19-MF à droite, selon la valeur de kappa obtenue la validité était bonne ( $k = 0.69$ ) et très significative ( $p < 0.01$ ). Toutefois, les valeurs de l'IC 95% étaient de 0.29 pour la borne inférieure et de 1 pour la borne supérieure. Selon cet indice, la valeur vraie du kappa se trouve dans cet intervalle et la valeur  $k = 0.69$  ne peut donc être interprétée que comme étant faible à excellente. De la même manière, aucun critère validé dans notre étude ne dépassait la valeur seuil de 0.619 à la fois lors du test de corrélation et lors du test de kappa. Le risque d'erreur statistique, lié à l'erreur bêta, ne peut donc pas être écarté.

Par ailleurs, la validité de construit proposée repose sur l'hypothèse qu'un déficit de contrôle moteur peut être identifié par la batterie de tests de Luomajoki ainsi que par les critères échographiques choisis. Cependant, la validité des tests de Luomajoki n'a pas été confirmée à ce jour. De la même façon et dans la mesure où la physiopathologie de la lombalgie non spécifique reste imprécise et méconnue, les critères échographiques sélectionnés peuvent aussi être remis en question.

Dans notre étude la sensibilité et la spécificité de l'échographie ont été calculées par rapport aux tests de Luomajoki. Toutefois, ces derniers ne constituent pas un gold standard pour évaluer le contrôle moteur. Pour ce faire, il aurait fallu utiliser une IRM fonctionnelle ou une technique équivalente.

En ce qui concerne les critères échographiques, tous les muscles supposément impliqués dans la lombalgie n'ont pas été évalués, notamment le diaphragme et les MPP. Cela constitue donc une limite à notre évaluation et pourrait faire l'objet d'investigations futures. En outre, comme nous n'avons pas trouvé dans la littérature d'autres études validant l'utilisation de ces critères échographiques, il est difficile de faire le lien avec d'autres publications.

Pour ce qui est des positions d'évaluation échographique choisies, ces dernières sont régulièrement remises en question notamment en ce qui concerne l'ADIM. En plus de certains doutes sur sa fiabilité et sa validité (56), un des arguments consiste à dire que cette manœuvre permet d'évaluer le TrA lors d'une contraction volontaire. Or, on pourrait trouver pertinent d'évaluer ce muscle lors d'une action involontaire pour se rapprocher de la physiologie des muscles posturaux (32).

Ensuite, il est illusoire de penser pouvoir réduire et soigner la lombalgie non spécifique par le seul prisme d'un déficit de contrôle moteur. Il y a aujourd'hui consensus au sein de la communauté scientifique pour considérer la lombalgie comme une pathologie multifactorielle. A ce titre, il peut être discutable de vouloir classifier et soigner les patients lombalgiques grâce au seul critère de déficit de contrôle moteur. Il semble en effet plus pertinent de considérer que cette évaluation devrait s'intégrer comme une partie du diagnostic "d'instabilité clinique". Cette notion introduite par Panjabi (11,57) propose de découper la stabilité du tronc en trois systèmes : le sous-système passif, le sous-système actif et le sous-système de contrôle. Ces trois sous-systèmes assureraient par leur fonctionnement coordonné la stabilité dynamique du segment vertébral. Dans cette optique, le sous-système de contrôle dont fait partie le contrôle moteur ne peut pas être considéré seul. On pourrait, par exemple, examiner les structures ligamentaires telles que les ligaments inter-épineux qui avaient été incriminés par Langevin et al. (51) en 2009, dans le cadre d'une étude échographique chez les sujets LCNS.

En dernier lieu, la question de l'applicabilité du protocole peut être remise en cause. Bien que celui-ci soit réalisable en terme de durée, il n'en demeure pas moins qu'une formation préalable à l'échographie reste indispensable (58,59) afin de réaliser et d'interpréter correctement les résultats obtenus. De plus, l'intégration de cette évaluation dans le contexte précis de la lombalgie commune ne prendra réellement de sens, que lorsque l'utilité clinique des critères validés aura été établie.

Au vu de ce contexte, de nouvelles études sur l'intérêt de l'échographie et sur les causes physiopathologiques de la lombalgie non spécifique paraissent indispensables.

### 5.3 Perspectives futures

A l'avenir, la piste d'une évaluation échographique qualitative pour identifier un déficit de contrôle moteur chez les patients LNS, s'avère prometteuse. Afin de poursuivre dans cette voie, il est tout d'abord nécessaire de confirmer les résultats obtenus en comparant l'évaluation échographique à un gold standard et en augmentant significativement la taille de l'échantillon. Dans un second temps, si la validité de ces critères était confirmée, il conviendrait d'étudier précisément leur intérêt dans le cadre de la lombalgie non spécifique. Le but serait alors de déterminer l'impact de l'évaluation échographique dans le bilan kinésithérapeutique et de préciser dans quelle mesure l'échographie pourrait modifier la prise en charge des patients LNS. Par la

suite, il serait intéressant de proposer, d'investiguer et de mettre en lumière d'autres critères échographiques impliqués dans des déficits fonctionnels ciblant le TrA et les MF mais aussi les autres muscles potentiellement impliqués dans la lombalgie non spécifique, tels que le diaphragme et les MPP. En effet, les possibilités de l'examen échographique sont nombreuses (26,29) et il serait utile de les étudier notamment dans le cadre de la lombalgie. Ainsi, l'utilisation de l'élastographie pour qualifier les infiltrats graisseux (26) ou l'utilisation d'une sonde échographique ultra-haute fréquence pour évaluer précisément un retard d'activation (60) semblent pertinentes. Pour finir, la capacité de l'échographie à détecter des changements au cours du temps, dans le but de suivre l'évolution de ces critères qualitatifs, est encore inconnue. De la même façon, de nombreuses pistes telles que l'existence d'un potentiel effet placebo, l'impact de l'échographie sur la chronicité ainsi que sur la perception de l'incapacité et de la douleur restent à explorer (61).

## 6 CONCLUSION

Cette étude se positionne comme une étape préalable avant de pouvoir établir la fiabilité et la validité de l'échographie pour l'évaluation du contrôle moteur chez les patients LNS. La fiabilité inter-examinateur testée, entre examinateur novice et examinateur senior, était très variable (faible à élevée) selon les critères. Afin d'augmenter la précision de cette évaluation, la fiabilité devrait maintenant être évaluée pour ces critères entre deux examinateurs confirmés. La validité de l'échographie paraît bien établie pour certains critères par rapport aux tests de Luomajoki ainsi que par rapport au questionnaire d'incapacités Oswestry. En outre, les critères les plus prometteurs pour l'évaluation du contrôle moteur ( $cor > 0.69$  et  $p < 0.03$  pour tous les critères suivants) semblent être une activation symétrique, une activation phasique rapide et un phénomène d'aspiration (drawing-in) de l'abdomen pour le TrA ainsi qu'une absence de compensation des muscles paraspinaux pour les MF. Ce sont donc les critères à privilégier lors de l'évaluation et dans des études à venir. Toutefois, avant de généraliser leur utilisation il paraît indispensable de les valider par rapport à un gold standard. La corrélation entre les schémas d'activation et une latéralisation éventuelle de la lombalgie n'a pas pu être évaluée dans cette étude par manque de données, mais pourrait être l'objet de recherches futures. Pour conclure, l'utilisation de l'échographie en kinésithérapie pour l'évaluation du contrôle moteur semble très prometteuse. En effet, les critères échographiques validés dans

cette étude apportent des précisions intéressantes sur les déficits fonctionnels présents dans la lombalgie non spécifique. Ces précisions sont alors susceptibles de modifier ou de préciser la prise en charge des patients concernés. Néanmoins, l'intérêt clinique de ce type de modifications de la prise en soin reste à établir, et les résultats mis en avant dans cette étude devront faire l'objet d'une confirmation par des études de plus grande ampleur afin de réduire les incertitudes statistiques.

# BIBLIOGRAPHIE

1. CNOMK. Avis Du Conseil National De L'Ordre Du 27 Mars 2015 Relatif a L'Echographie [Internet]. ordremk.fr. 2015. Disponible sur: <http://www.ordremk.fr/decouvrir-l-ordre/conseil-national-de-lordre/avis-du-conseil-national/>
2. Waddell G. The back pain revolution. Churchill Livingstone; 2004. 475 p.
3. Dionne CE, Dunn KM, Croft PR, Nachemson AL, Buchbinder R, Walker BF, et al. A consensus approach toward the standardization of back pain definitions for use in prevalence studies. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2008;33(1):95-103.
4. Gourmelen J, Chastang JF, Ozguler A, Lanoë JL, Ravaud JF, Leclerc A. Fréquences des lombalgies dans la population française de 30 à 64 ans. Résultats issus de deux enquêtes nationales. *Ann Readapt Med Phys*. 2007;50(8):640-4.
5. INRS. Lombalgie. Statistique - Risques - INRS [Internet]. 2015 [cité 22 avr 2017]. Disponible sur: <http://www.inrs.fr/risques/lombalgie/statistique.html>
6. Qaseem A, Wilt TJ, McLean RM, Forciea MA. Noninvasive Treatments for Acute, Subacute, and Chronic Low Back Pain: A Clinical Practice Guideline From the American College of Physicians. *Ann Intern Med* [Internet]. 2017;(May 2016). Disponible sur: <http://annals.org/article.aspx?doi=10.7326/M16-2367>
7. HAS. Prise En Charge Masso- Kinésithérapique Dans La Lombalgie Commune : Modalités De Prescription [Internet]. has-sante.fr. 2005. p. 1-7. Disponible sur: [https://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/Lombalgie\\_2005\\_rap.pdf](https://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/Lombalgie_2005_rap.pdf)
8. Delitto A, George SZ, Dillen L Van, Whitman JM, Sowa G, Shekelle P, et al. Low Back Pain : Clinical Practice Guidelines Linked to the International Classification of Functioning, Disability, and Health from the Orthopaedic Section of the American Physical Therapy Association. *J Orthop Sport Phys Ther* [Internet]. 2012;42(6):A1-54. Disponible sur: <http://www.jospt.org/doi/10.2519/jospt.2012.0301>
9. O'Sullivan P. Diagnosis and classification of chronic low back pain disorders: Maladaptive movement and motor control impairments as underlying mechanism. *Man Ther*. 2005;10(4):242-55.
10. Wieser S, Horisberger B, Schmidhauser S, Eisenring C, Brügger U, Ruckstuhl A, et al. Cost of low back pain in Switzerland in 2005. *Eur J Heal Econ*. 2011;12(5):455-67.
11. Luomajoki H. Movement Control Impairment as a Sub- group of Non-specific Low Back Pain. 2010.
12. Chou R, Shekelle P. Will this patient develop persistent disabling low back pain? *Jama* [Internet]. 2010;303(13):1295-302. Disponible sur: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20371789%5Cnhttp://dx.doi.org/10.1001/jama.2010.344>
13. Villafaña JH, Zanetti L, Isgrò M, Cleland JA, Bertozzi L, Gobbo M, et al. Methods

- for the assessment of neuromotor capacity in non-specific low back pain: Validity and applicability in everyday clinical practice. *J Back Musculoskelet Rehabil.* 2015;28(2):201-14.
14. Villafaña JH, Gobbo M, Peranzoni M, Naik G, Imperio G, Cleland J a., et al. Validity and everyday clinical applicability of lumbar muscle fatigue assessment methods in patients with chronic non-specific low back pain: a systematic review. *Disabil Rehabil* [Internet]. 2016;8288(January):1-13. Disponible sur: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26732899>
  15. Hamberg-van Reenen HH, Ariëns GAM, Blatter BM, van Mechelen W, Bongers PM. A systematic review of the relation between physical capacity and future low back and neck/shoulder pain. *Pain.* 2007;130(1-2):93-107.
  16. Luomajoki H, Kool J, de Bruin ED, Airaksinen O. Reliability of movement control tests in the lumbar spine. *BMC Musculoskelet Disord* [Internet]. 2007;8:90. Disponible sur: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17850669%5Cnhttp://www.ncbi.nlm.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC2164955>
  17. Luomajoki H, Kool J, de Bruin ED, Airaksinen O. Movement control tests of the low back; evaluation of the difference between patients with low back pain and healthy controls. *BMC Musculoskelet Disord.* 2008;9(Mc):170.
  18. Fritz JM, Cleland J a, Childs JD. Subgrouping patients with low back pain: evolution of a classification approach to physical therapy. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2007;37(6):290-302.
  19. Dankaerts W, O'Sullivan P. The validity of O'Sullivan's classification system (CS) for a sub-group of NS-CLBP with motor control impairment (MCI): Overview of a series of studies and review of the literature. *Man Ther* [Internet]. 2011;16(1):9-14. Disponible sur: <http://dx.doi.org/10.1016/j.math.2010.10.006>
  20. Burns S a, Foresman E, Kraycsir SJ, Egan W, Glynn P, Mintken PE, et al. A Treatment-Based Classification Approach to Examination and Intervention of Lumbar Disorders. *Sport Heal A Multidiscip Approach.* 2011;3(4):362-72.
  21. Hides JA, Stanton WR, Mendis MD, Gildea J, Sexton MJ. Effect of motor control training on muscle size and football games missed from injury. *Med Sci Sports Exerc.* 2012;44(6):1141-9.
  22. Lehtola V, Luomajoki H, Leinonen V, Gibbons S, Airaksinen O. Sub-classification based specific movement control exercises are superior to general exercise in sub-acute low back pain when both are combined with manual therapy: A randomized controlled trial. *BMC Musculoskelet Disord* [Internet]. 2016;17:135. Disponible sur: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4804617/>
  23. Byström MG, Rasmussen-Barr E, Johannes W, Grooten A, Grooten WJA. Motor Control Exercises Reduces Pain and Disability in Chronic and Recurrent Low Back Pain: A Meta-Analysis. *Spine (Phila Pa 1976)* [Internet]. 2013;38(6):E350-8. Disponible sur: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23492976>
  24. Piette P. Métrologie appliquée à la kinésithérapie: mesures , tests et bilans , concepts fondamentaux. *EMC - Kinésithérapie - Médecine Phys - Réadaptation.* 2016;0(16):0-15.

25. Le Neindre A, Demont A. L'échographie en kinésithérapie : effet de mode ou réel outil d'avenir en rééducation ? *Kinésithérapie Sci.* 2015;43-7.
26. Whittaker JL, Teyhen DS, Elliott JM, Cook K, Langevin HM, Dahl HH, et al. Rehabilitative Ultrasound Imaging: Understanding the Technology and Its Applications. *J Orthop Sport Phys Ther.* 2007;37(8):434-49.
27. Heidari P, Farahbakhsh F, Rostami M, Noormohammadpour P, Kordi R. The role of ultrasound in diagnosis of the causes of low back pain: a review of the literature. *Asian J Sports Med* [Internet]. 2015;6(1):e23803. Disponible sur: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4393543/> pmc&rendertype=abstract
28. Teyhen DS, Gill NW, Whittaker JL, Henry SM, Hides J a, Hodges P. Rehabilitative ultrasound imaging of the abdominal muscles. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2007;37(8):450-66.
29. Stokes M, Hides J, Elliott J, Kiesel K, Hodges P. Rehabilitative ultrasound imaging of the posterior paraspinal muscles. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2007;37(10):581-95.
30. Koppenhaver SL, Hebert JJ, Parent EC, Fritz JM. Rehabilitative ultrasound imaging is a valid measure of trunk muscle size and activation during most isometric sub-maximal contractions: a systematic review. *Aust J Physiotherapy* [Internet]. 2009;55(3):153-69. Disponible sur: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=s3h&AN=43861690&site=ehost-live%5Cnhttp://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0004951409700765>
31. Wong AYL, Parent EC, Funabashi M, Kawchuk GN. Do changes in transversus abdominis and lumbar multifidus during conservative treatment explain changes in clinical outcomes related to nonspecific low back pain? A systematic review. *J Pain* [Internet]. 2014;15(4):377.e1-377.e35. Disponible sur: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jpain.2013.10.008>
32. Lee DG, Vleeming A. The management of pelvic joint pain and dysfunction. In: Grieve's 3rd Edition.
33. Liu IS, Chai HM, Yang JL, Wang SF. Inter-session reliability of the measurement of the deep and superficial layer of lumbar multifidus in young asymptomatic people and patients with low back pain using ultrasonography. *Man Ther* [Internet]. 2013;18(6):481-6. Disponible sur: <http://dx.doi.org/10.1016/j.math.2013.04.006>
34. Ehsani F, Arab AM, Salavati M, Jaberzadeh S, Hajhasani A. Ultrasound Measurement of Abdominal Muscle Thickness With and Without Transducer Fixation During Standing Postural Tasks in Participants With and Without Chronic Low Back Pain: Intrasession and Intersession Reliability. *PM R* [Internet]. 2015; Disponible sur: <http://dx.doi.org/10.1016/j.pmrj.2016.05.007>
35. Larivière C, Gagnon D, de Oliveira EJ, Henry S, Mecheri H, Dumas J-P, et al. Mesures par ultrasons des muscles profonds du tronc : Évaluation de la fidélité intra et inter-évaluateurs. 2012.
36. Hoppes CW, Sperier AD, Hopkins CF, Griffiths BD, Principe MF, Schnall BL, et al. Ultrasound Imaging Measurement of the Transversus Abdominis in Supine, Standing, and Under Loading: a Reliability Study of Novice Examiners. *Int J*

Sports Phys Ther [Internet]. 2015;10(6):910-7. Disponible sur: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4637925/>ntrez&rendertype=abstract

37. Djordjevic O, Djordjevic A, Konstantinovic L. Interrater and intrarater reliability of transverse abdominal and lumbar multifidus muscle thickness in subjects with and without low back pain. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2014;44(12):979-88.
38. Whittaker JL, Warner MB, Stokes MJ. Induced Transducer Orientation During Ultrasound Imaging: Effects on Abdominal Muscle Thickness and Bladder Position. *Ultrasound Med Biol.* 2009;35(11):1803-11.
39. Koppenhaver SL, Parent EC, Teyhen DS, Hebert JJ, Fritz JM. The effect of averaging multiple trials on measurement error during ultrasound imaging of transversus abdominis and lumbar multifidus muscles in individuals with low back pain. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2009;39(8):604-11.
40. Teyhen D, Koppenhaver S. Rehabilitative ultrasound imaging. *J Physiother.* 2011;57(3):196.
41. Hides J, Wilson S, Stanton W, McMahon S, Keto H, McMahon K, et al. An MRI Investigation Into the Function of the Transversus Abdominis Muscle During "Drawing-In" of the Abdominal Wall. *Spine J.* 2006;31(6):175-8.
42. Kiesel KB, Uhl TL, Underwood FB, Rodd DW, Nitz AJ. Measurement of lumbar multifidus muscle contraction with rehabilitative ultrasound imaging. *Man Ther.* 2007;12:161-6.
43. Stoltz LA, Muruganandan KM, Bisanzo MC, Sebikali MJ, Dreifuss BA, Hammerstedt HS, et al. Point-of-care ultrasound education for non-physician clinicians in a resource-limited emergency department. *Trop Med Int Heal.* 2015;20(8):1067-72.
44. Vogler D, Paillex R, Norberg M, de Goumoëns P, Cabri J. Validation transculturelle de l'Oswestry disability index en français. *Ann Readapt Med Phys.* 2008;51(5):379-85.
45. Gedda M. Traduction française des lignes directrices COREQ pour l'écriture et la lecture des rapports de recherche qualitative. *Kinesitherapie [Internet].* 2015;15(157):50-4. Disponible sur: <http://dx.doi.org/10.1016/j.kine.2014.11.006>
46. Pool-Goudzwaard a. L, Vleeming a., Stoeckart R, Snijders CJ, Mens JM a. Insufficient lumbopelvic stability: a clinical, anatomical and biomechanical approach to « a-specific » low back pain. [Internet]. Vol. 3, *Manual therapy.* 1998. p. 12-20. Disponible sur: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC11487296/>
47. Richardson C, Jull, Gwendolen, Hodges, Paul. Therapeutic Exercise for Spinal Segmental Stabilisation in Low Back Pain. *Specialist.* 1999;(C):125-125.
48. Hodges PW. Is there a role for transversus abdominis in lumbo-pelvic stability? *Man Ther [Internet].* 1999;4(2):74-86. Disponible sur: [http://www.researchgate.net/publication/12791526\\_Is\\_there\\_a\\_role\\_for\\_transversus\\_abdominis\\_in\\_lumbo-pelvic\\_stability](http://www.researchgate.net/publication/12791526_Is_there_a_role_for_transversus_abdominis_in_lumbo-pelvic_stability)
49. Rasouli O, Arab AM, Amiri M, Jaberzadeh S. Ultrasound measurement of deep abdominal muscle activity in sitting positions with different stability levels in subjects with and without chronic low back pain. *Man Ther.* 2011;16(4):388-93.

50. Jull G a, Richardson C a. Motor control problems in patients with spinal pain: a new direction for therapeutic exercise. *J Manipulative Physiol Ther.* 2000;23(2):115-7.
51. Langevin HM, Stevens-Tuttle D, Fox JR, Badger GJ, Bouffard NA, Krag MH, et al. Ultrasound evidence of altered lumbar connective tissue structure in human subjects with chronic low back pain. *BioMed Cent [Internet].* 2009;10(151):1-9. Disponible sur: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2796643/>
52. Urquhart DM, Hodges PW, Allen TJ, Story IH. Abdominal muscle recruitment during a range of voluntary exercises. *Man Ther.* 2005;10(2):144-53.
53. Teyhen DS, Miltenberger CE, Deiters HM, Toro YM Del, Pulliam JN, Childs JD, et al. The Use of Ultrasound Imaging of the Abdominal Drawing-in Maneuver in Subjects With Low Back Pain. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2005;
54. Miura T, Yamanaka M, Ukishiro K, Tohyama H, Saito H, Samukawa M, et al. Individuals with chronic low back pain do not modulate the level of transversus abdominis muscle contraction across different postures. *Man Ther [Internet].* 2014;19(6):534-40. Disponible sur: <http://dx.doi.org/10.1016/j.mats.2014.05.010>
55. Wong AYL, Parent EC, Kawchuk GN. Reliability of 2 ultrasonic imaging analysis methods in quantifying lumbar multifidus thickness. *J Orthop Sports Phys Ther [Internet].* 2013;43(4):251-62. Disponible sur: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3221501/>
56. Kaping K, Aeng BO, Rasmussen-Barr E. The abdominal drawing-in manoeuvre for detecting activity in the deep abdominal muscles: is this clinical tool reliable and valid? *BMJ Open.* 2015;5(12):e008711-e008711.
57. Panjabi MM. Clinical spinal instability and low back pain. *J Electromyogr Kinesiol.* 2003;13(4):371-9.
58. Demont A, Le Neindre A. Les standards de formation et de pratique en échographie : un gage de crédibilité pour le kinésithérapeute. *Kinésithérapie Sci.* 2016;(May):43-8.
59. Backhaus, M., Burmester, G. R., Gerber, T., Grassi, W., Machold, K. P., Swen, W. A., ... & Manger B. Musculoskeletal Ultrasound Examination. *Ann Rheum Dis.* 2001;60(7):641-9.
60. Vasseljen O, Dahl HH, Mork PJ, Torp HG. Muscle activity onset in the lumbar multifidus muscle recorded simultaneously by ultrasound imaging and intramuscular electromyography. *Clin Biomech.* 2006;21(9):905-13.
61. Cheng C, MacIntyre J. N. Real-Time Ultrasound Imaging in Physiotherapy Evaluation and Treatment of Transversus Abdominus and Multifidus Muscles in Individuals with Low-Back Pain. *Crit Rev Phys Rehabil Med [Internet].* 2010;22(1-4):279-300. Disponible sur: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cin20&AN=2011724183&site=ehost-live>

# ANNEXES

## Annexe1 : Avis du CNOMK du 17 mars 2015 relatif à l'échographie



### AVIS – CNO n° 2015-01

#### DEONTOLOGIE

#### AVIS DU CONSEIL NATIONAL DE L'ORDRE DU 27 MARS 2015 MODIFIE LE 24 SEPTEMBRE 2015 ET RELATIF A L'ECHOGRAPHIE\*.

Vu les articles L. 4321-1, R. 4321-1, R. 4321-6, R. 4321-7, R. 4321-59, R. 4321-62, R. 4321-81 et R. 4321-113 du code de la santé publique,

Après en avoir débattu, le conseil national a rendu l'avis suivant :

Dans le cadre de la prescription médicale, le kinésithérapeute établit un bilan qui comprend le diagnostic kinésithérapeutique et les objectifs de soins, ainsi que le choix des actes et des techniques qui lui paraissent les plus appropriés.

Conformément à l'article R.4321-7 dans son 8<sup>e</sup>b, pour la mise en œuvre de son traitement, le kinésithérapeute est habilité à utiliser des ondes ultrasonores.

L'échographie\* est une technique d'imagerie basée sur l'utilisation d'ultrasons à hautes fréquences dont la finalité est la production d'images d'organes, de tissus ou de flux sanguins. Il s'agit d'une technique dont l'innocuité a été démontrée [1].

Compte tenu des éléments précités, le kinésithérapeute est habilité à pratiquer l'échographie dans le cadre de l'élaboration de son diagnostic kinésithérapeutique et de la mise en œuvre des traitements mentionnés à l'article R. 4321-5 du code de la santé publique [2], sous réserve d'y avoir été formé.

Conformément aux dispositions des articles R.4321-59 et R.4321-81 l'utilisation de cette technique permet au kinésithérapeute d'orienter ses choix thérapeutiques [2] sans préjudice de l'établissement d'un diagnostic médical.

\* Ou échoscopie.

[1] H. Nahum. Traité d'imagerie médicale (2<sup>ème</sup> Ed.). Volume 1. Médecine Sciences Publications. Lavoisier. P.8-9. 2013.

[2] Whittaker JL. Recommendations for the Implementation of Real Time Ultrasound Imaging in Physical Therapy Practice: The Final Report of a College of Physical Therapists of British Columbia, Canada Real Time Ultrasound Imaging Ad Hoc Committee. Vancouver, BC: CPTBC, 2004.



## **Annexe2 : Fonctionnement et principes d'utilisation de l'échographe**

### **1. Fonctionnement de l'appareil**

L'échographie est une technique d'imagerie utilisant des ultrasons. Ces derniers sont des ondes sonores d'une fréquence supérieure à 20 000 Hz. Elles se situent au-dessus des fréquences audibles par l'oreille humaine, généralement entre 3,5 et 15 MHz en fonction de la profondeur de la zone que l'on souhaite examiner. Plus la fréquence est haute, plus l'analyse sera superficielle. On peut définir les ultrasons comme des ondes mécaniques qui se propagent dans les liquides et les solides. La sonde linéaire (ou sonde haute fréquence) permet d'explorer des zones superficielles de quelques centimètres de profondeur avec une bonne résolution (25). L'échographe comporte classiquement trois parties : la sonde (émission et réception des ultrasons), l'unité centrale (traitement du signal) et le moniteur (affichage de l'image) (24).

La sonde ou transducteur génère des impulsions électriques qui, en faisant vibrer une rangée de cristaux (céramique piézoélectrique) émet alors des ondes ultrasonores. Le rôle du transducteur est donc de convertir une forme d'énergie en une autre : de l'énergie électrique en énergie mécanique. Captés par la sonde, les échos de ces ondes ultrasonores sont convertis en signaux électriques, traités par l'unité centrale et affichés sous forme d'image. Ces échos sont caractéristiques des obstacles rencontrés (organes, tendons, muscles...) (25).

L'image échographique typique est une coupe transversale en nuances de gris. Selon les structures traversées, les ondes sonores subissent différents phénomènes d'absorption, de diffusion et de réflexion. On appelle "échogénicité", la capacité d'une structure à renvoyer les ultrasons. Le terme "hyperéchogène" désigne une structure "blanche" à l'image échographique. Cela signifie que les ultrasons se réfléchissent fortement (os, air...). A l'inverse, le terme "anéchogène" désignant une zone "noire" sur l'image indique que les ultrasons sont complètement transmis et non renvoyés (liquides). Les muscles sont des structures échoïques à hypoéchoïque s'affichant en nuances de gris (24).

Les ondes ultrasonores étant des ondes cohérentes, elles s'additionnent ou s'annulent lorsqu'elles entrent en contact les unes avec les autres. Cela se traduit par l'apparition de bruits d'interférences qui expliquent la présence de grain à l'image échographique (25).

### **2. Principes d'utilisation de l'échographe**

L'échographie musculo-squelettique requiert une bonne connaissance de l'anatomie, de la biomécanique et de la physiologie. Afin que l'examen soit répétable et reproductible, une bonne connaissance morpho-palpatoire est aussi nécessaire. La qualité de l'image et de l'interprétation, dépendent de la compétence de l'évaluateur ainsi que du respect lors de l'examen, des standards de positionnement du sujet et de la sonde. Le praticien devra donc suivre les procédures d'examen standardisées, utiliser un échographe et une sonde adaptés afin de minimiser le biais d'interprétation (24, 57). Ainsi, le kinésithérapeute qui souhaiterait intégrer l'échographie à sa pratique professionnelle peut, conformément à l'avis du CNOMK relatif à l'échographie (1), pratiquer l'échographie "sous réserve d'y avoir été formé". De plus, l'American Institute of Ultrasound in Medicine (AIUM) recommande que les praticiens soient évalués sur leurs échographies par des pairs formés (58).

## Annexe3 : Equations de recherche détaillées

### 1. Lombalgie

#### 1.1 EQUATION 1a : lombalgie ET contrôle moteur

(((((low back pain[Title/Abstract]) OR Back Pain, Low[Title/Abstract]) OR Back Pains, Low[Title/Abstract]) OR Low Back Pains[Title/Abstract]) OR Pain, Low Back[Title/Abstract]) OR Pains, Low Back[Title/Abstract]) OR Lumbago[Title/Abstract]) OR Lower Back Pain[Title/Abstract]) OR Back Pain, Lower[Title/Abstract]) OR Back Pains, Lower[Title/Abstract]) OR Lower Back Pains[Title/Abstract]) OR Pain, Lower Back[Title/Abstract]) OR Pains, Lower Back[Title/Abstract]) OR Low Back Ache[Title/Abstract]) OR Ache, Low Back[Title/Abstract]) OR Aches, Low Back[Title/Abstract]) OR Back Ache, Low[Title/Abstract]) OR Back Aches, Low[Title/Abstract]) OR Low Back Aches[Title/Abstract]) OR Low Backache[Title/Abstract]) OR Backache, Low[Title/Abstract]) OR Backaches, Low[Title/Abstract]) OR Low Backaches[Title/Abstract]) OR Low Back Pain, Recurrent[Title/Abstract]) OR Recurrent Low Back Pain[Title/Abstract]) OR Low Back Pain, Postural[Title/Abstract]) OR Postural Low Back Pain[Title/Abstract]) OR Low Back Pain, Mechanical[Title/Abstract]) OR Mechanical Low Back Pain[Title/Abstract]) OR Low Back Pain, Posterior Compartment[Title/Abstract])  
AND (motor control[Title/Abstract] OR activation[Title/Abstract])  
AND (physiotherapy[Title/Abstract] OR physical therapy[Title/Abstract])

Pubmed = 52 résultats

PEDro = 49 résultats pour **low back pain AND motor control**

PEDro = 39 résultats pour **low back pain AND activation**

#### 1.2 EQUATION 2a : lombalgie (ET évaluation) ET force musculaire

(((((low back pain[Title/Abstract]) OR Back Pain, Low[Title/Abstract]) OR Back Pains, Low[Title/Abstract]) OR Low Back Pains[Title/Abstract]) OR Pain, Low Back[Title/Abstract]) OR Pains, Low Back[Title/Abstract]) OR Lumbago[Title/Abstract]) OR Lower Back Pain[Title/Abstract]) OR Back Pain, Lower[Title/Abstract]) OR Back Pains, Lower[Title/Abstract]) OR Lower Back Pains[Title/Abstract]) OR Pain, Lower Back[Title/Abstract]) OR Pains, Lower Back[Title/Abstract]) OR Low Back Ache[Title/Abstract]) OR Ache, Low Back[Title/Abstract]) OR Aches, Low Back[Title/Abstract]) OR Back Ache, Low[Title/Abstract]) OR Back Aches, Low[Title/Abstract]) OR Low Back Aches[Title/Abstract]) OR Low Backache[Title/Abstract]) OR Backache, Low[Title/Abstract]) OR Backaches, Low[Title/Abstract]) OR Low Backaches[Title/Abstract]) OR Low Back Pain, Recurrent[Title/Abstract]) OR Recurrent Low Back Pain[Title/Abstract]) OR Low Back Pain, Postural[Title/Abstract]) OR Postural Low Back Pain[Title/Abstract]) OR Low Back Pain, Mechanical[Title/Abstract]) OR Mechanical Low Back Pain[Title/Abstract]) OR Low Back Pain, Posterior Compartment[Title/Abstract])  
AND (evaluation[Title/Abstract] OR assessment[Title/Abstract])  
AND (muscle strength[Title/Abstract] OR muscular force[Title/Abstract] OR thick\*[Title/Abstract])  
AND (physiotherapy[Title/Abstract] OR physical therapy[Title/Abstract])

Pubmed = 8 résultats

(((((low back pain[Title/Abstract]) OR Back Pain, Low[Title/Abstract]) OR Back Pains, Low[Title/Abstract]) OR Low Back Pains[Title/Abstract]) OR Pain, Low Back[Title/Abstract]) OR Pains, Low Back[Title/Abstract]) OR Lumbago[Title/Abstract]) OR Lower Back Pain[Title/Abstract]) OR Back Pain, Lower[Title/Abstract]) OR Back Pains, Lower[Title/Abstract]) OR Lower Back Pains[Title/Abstract]) OR Pain, Lower Back[Title/Abstract]) OR Pains, Lower Back[Title/Abstract]) OR Low Back Ache[Title/Abstract]) OR Ache, Low Back[Title/Abstract]) OR Aches, Low Back[Title/Abstract]) OR Back Ache, Low[Title/Abstract]) OR Back Aches, Low[Title/Abstract]) OR Low Back Aches[Title/Abstract]) OR Low Backache[Title/Abstract]) OR Backache, Low[Title/Abstract]) OR Backaches, Low[Title/Abstract]) OR Low Backaches[Title/Abstract]) OR Low Back Pain, Recurrent[Title/Abstract]) OR Recurrent Low Back Pain[Title/Abstract]) OR Low Back Pain, Postural[Title/Abstract]) OR Postural Low Back Pain[Title/Abstract]) OR Low Back Pain, Mechanical[Title/Abstract]) OR Mechanical Low Back Pain[Title/Abstract]) OR Low Back Pain, Posterior Compartment[Title/Abstract])  
AND (evaluation[Title/Abstract] OR assessment[Title/Abstract])  
AND (physiotherapy[Title/Abstract] OR physical therapy[Title/Abstract])

Pubmed = 339 résultats

(((((low back pain[Title/Abstract]) OR Back Pain, Low[Title/Abstract]) OR Back Pains, Low[Title/Abstract]) OR Low Back Pains[Title/Abstract]) OR Pain, Low Back[Title/Abstract]) OR Pains, Low Back[Title/Abstract]) OR Lumbago[Title/Abstract]) OR Lower Back Pain[Title/Abstract]) OR Back

Pain, Lower[Title/Abstract]) OR Back Pains, Lower[Title/Abstract]) OR Lower Back Pains[Title/Abstract]) OR Pain, Lower Back[Title/Abstract]) OR Pains, Lower Back[Title/Abstract]) OR Low Back Ache[Title/Abstract]) OR Ache, Low Back[Title/Abstract]) OR Aches, Low Back[Title/Abstract]) OR Back Ache, Low[Title/Abstract]) OR Back Aches, Low[Title/Abstract]) OR Low Back Aches[Title/Abstract]) OR Low Backache[Title/Abstract]) OR Backache, Low[Title/Abstract]) OR Backaches, Low[Title/Abstract]) OR Low Backaches[Title/Abstract]) OR Low Back Pain, Recurrent[Title/Abstract]) OR Recurrent Low Back Pain[Title/Abstract]) OR Low Back Pain, Postural[Title/Abstract]) OR Postural Low Back Pain[Title/Abstract]) OR Low Back Pain, Mechanical[Title/Abstract]) OR Mechanical Low Back Pain[Title/Abstract]) OR Low Back Pain, Posterior Compartment[Title/Abstract]  
AND (muscle strength[Title/Abstract] OR muscular force[Title/Abstract] OR thick\*[Title/Abstract])  
AND (physiotherapy[Title/Abstract] OR physical therapy[Title/Abstract])

Pubmed = 33 résultats

PEDro = 2 résultats pour **low back pain AND muscular force**

PEDro = 82 résultats pour **low back pain AND muscle strength**

### 1.3 EQUATION 3a : lombalgie ET multifides

(((((low back pain[Title/Abstract]) OR Back Pain, Low[Title/Abstract]) OR Back Pains, Low[Title/Abstract]) OR Low Back Pains[Title/Abstract]) OR Pain, Low Back[Title/Abstract]) OR Pains, Low Back[Title/Abstract]) OR Lumbago[Title/Abstract]) OR Lower Back Pain[Title/Abstract]) OR Back Pain, Lower[Title/Abstract]) OR Back Pains, Lower[Title/Abstract]) OR Lower Back Pains[Title/Abstract]) OR Pain, Lower Back[Title/Abstract]) OR Pains, Lower Back[Title/Abstract]) OR Low Back Ache[Title/Abstract]) OR Ache, Low Back[Title/Abstract]) OR Aches, Low Back[Title/Abstract]) OR Back Ache, Low[Title/Abstract]) OR Back Aches, Low[Title/Abstract]) OR Low Back Aches[Title/Abstract]) OR Low Backache[Title/Abstract]) OR Backache, Low[Title/Abstract]) OR Backaches, Low[Title/Abstract]) OR Low Backaches[Title/Abstract]) OR Low Back Pain, Recurrent[Title/Abstract]) OR Recurrent Low Back Pain[Title/Abstract]) OR Low Back Pain, Postural[Title/Abstract]) OR Postural Low Back Pain[Title/Abstract]) OR Low Back Pain, Mechanical[Title/Abstract]) OR Mechanical Low Back Pain[Title/Abstract]) OR Low Back Pain, Posterior Compartment[Title/Abstract]  
AND multifidus[Title/Abstract]  
AND (physiotherapy[Title/Abstract] OR physical therapy[Title/Abstract])

Pubmed = 22 résultats

(((((low back pain[Title/Abstract]) OR Back Pain, Low[Title/Abstract]) OR Back Pains, Low[Title/Abstract]) OR Low Back Pains[Title/Abstract]) OR Pain, Low Back[Title/Abstract]) OR Pains, Low Back[Title/Abstract]) OR Lumbago[Title/Abstract]) OR Lower Back Pain[Title/Abstract]) OR Back Pain, Lower[Title/Abstract]) OR Back Pains, Lower[Title/Abstract]) OR Lower Back Pains[Title/Abstract]) OR Pain, Lower Back[Title/Abstract]) OR Pains, Lower Back[Title/Abstract]) OR Low Back Ache[Title/Abstract]) OR Ache, Low Back[Title/Abstract]) OR Aches, Low Back[Title/Abstract]) OR Back Ache, Low[Title/Abstract]) OR Back Aches, Low[Title/Abstract]) OR Low Back Aches[Title/Abstract]) OR Low Backache[Title/Abstract]) OR Backache, Low[Title/Abstract]) OR Backaches, Low[Title/Abstract]) OR Low Backaches[Title/Abstract]) OR Low Back Pain, Recurrent[Title/Abstract]) OR Recurrent Low Back Pain[Title/Abstract]) OR Low Back Pain, Postural[Title/Abstract]) OR Postural Low Back Pain[Title/Abstract]) OR Low Back Pain, Mechanical[Title/Abstract]) OR Mechanical Low Back Pain[Title/Abstract]) OR Low Back Pain, Posterior Compartment[Title/Abstract])  
AND  
((((((muscle, paraspinal[Title/Abstract]) OR muscles, paraspinal[Title/Abstract]) OR paraspinal muscle[Title/Abstract]) OR deep muscles of the back[Title/Abstract]) OR intrinsic muscles of the back[Title/Abstract]) OR semispinalis[Title/Abstract]) OR semispinalis[Title/Abstract]) OR multifidus[Title/Abstract]) OR sacrospinalis iliocostalis[Title/Abstract]) OR iliocostalis, sacrospinalis[Title/Abstract]) OR iliocostalis, sacrospinalis[Title/Abstract]) OR iliocostalis, sacrospinalis longissimus[Title/Abstract]) OR longissimus, sacrospinalis[Title/Abstract]) OR sacrospinalis spinalis[Title/Abstract]) OR sacrospinalis spinal[Title/Abstract]) OR spinal, sacrospinalis[Title/Abstract]) OR spinalis, sacrospinalis[Title/Abstract]) OR interspinalis[Title/Abstract]) OR interspinal[Title/Abstract]) OR intertransversalis[Title/Abstract]) OR intertransversal[Title/Abstract]) OR intertransversarius[Title/Abstract]) OR splenius[Title/Abstract]) OR rotators[Title/Abstract]) OR rotator[Title/Abstract])  
AND (physiotherapy[Title/Abstract] OR physical therapy[Title/Abstract])

Pubmed = 33 résultats

PEDro = 29 résultats pour **low back pain AND multifidus**

PEDro = 14 résultats pour **low back pain AND paraspinal muscle\***

1.4 EQUATION 4a : lombalgie ET transverse de l'abdomen

((((((((((((((((((((low back pain[Title/Abstract]) OR Back Pain, Low[Title/Abstract]) OR Back Pains, Low[Title/Abstract]) OR Low Back Pains[Title/Abstract]) OR Pain, Low Back[Title/Abstract]) OR Pains, Low Back[Title/Abstract]) OR Lumbago[Title/Abstract]) OR Lower Back Pain[Title/Abstract]) OR Back Pain, Lower[Title/Abstract]) OR Back Pains, Lower[Title/Abstract]) OR Lower Back Pains[Title/Abstract]) OR Pain, Lower Back[Title/Abstract]) OR Pains, Lower Back[Title/Abstract]) OR Low Back Ache[Title/Abstract]) OR Ache, Low Back[Title/Abstract]) OR Aches, Low Back[Title/Abstract]) OR Back Ache, Low[Title/Abstract]) OR Back Aches, Low[Title/Abstract]) OR Low Back Aches[Title/Abstract]) OR Low Backache[Title/Abstract]) OR Backache, Low[Title/Abstract]) OR Backaches, Low[Title/Abstract]) OR Low Backaches[Title/Abstract]) OR Low Back Pain, Recurrent[Title/Abstract]) OR Recurrent Low Back Pain[Title/Abstract]) OR Low Back Pain, Postural[Title/Abstract]) OR Postural Low Back Pain[Title/Abstract]) OR Low Back Pain, Mechanical[Title/Abstract]) OR Mechanical Low Back Pain[Title/Abstract]) OR Low Back Pain, Posterior Compartment[Title/Abstract]))  
AND transversus abdomini\*[Title/Abstract]  
AND (physiotherapy[Title/Abstract] OR physical therapy[Title/Abstract])

Pubmed = 10 résultats

((((((((((((((((((((low back pain[Title/Abstract]) OR Back Pain, Low[Title/Abstract]) OR Back Pains, Low[Title/Abstract]) OR Low Back Pains[Title/Abstract]) OR Pain, Low Back[Title/Abstract]) OR Pains, Low Back[Title/Abstract]) OR Lumbago[Title/Abstract]) OR Lower Back Pain[Title/Abstract]) OR Back Pain, Lower[Title/Abstract]) OR Back Pains, Lower[Title/Abstract]) OR Lower Back Pains[Title/Abstract]) OR Pain, Lower Back[Title/Abstract]) OR Pains, Lower Back[Title/Abstract]) OR Low Back Ache[Title/Abstract]) OR Ache, Low Back[Title/Abstract]) OR Aches, Low Back[Title/Abstract]) OR Back Ache, Low[Title/Abstract]) OR Back Aches, Low[Title/Abstract]) OR Low Back Aches[Title/Abstract]) OR Low Backache[Title/Abstract]) OR Backache, Low[Title/Abstract]) OR Backaches, Low[Title/Abstract]) OR Low Backaches[Title/Abstract]) OR Low Back Pain, Recurrent[Title/Abstract]) OR Recurrent Low Back Pain[Title/Abstract]) OR Low Back Pain, Postural[Title/Abstract]) OR Postural Low Back Pain[Title/Abstract]) OR Low Back Pain, Mechanical[Title/Abstract]) OR Mechanical Low Back Pain[Title/Abstract]) OR Low Back Pain, Posterior Compartment[Title/Abstract]))  
AND (((  
Abdominal Muscle[Title/Abstract]) OR Muscle, Abdominal[Title/Abstract]) OR Muscles, Abdominal[Title/Abstract]) OR Musculus transversus abdominis[Title/Abstract])  
AND (physiotherapy[Title/Abstract] OR physical therapy[Title/Abstract])

Pubmed = 15 résultats

PEDro = 24 résultat pour **low back pain AND transversus abdomini\***

PEDro = 37 résultats pour **low back pain AND abdominal muscle**

## 2. Echographie

2.1 EQUATION 1b : échographie ET contrôle moteur

((((((((((((((((Ultrasound[Title/Abstract]) OR Echotomography[Title/Abstract]) OR Diagnostic Ultrasound[Title/Abstract]) OR Diagnostic Ultrasounds[Title/Abstract]) OR Ultrasound, Diagnostic[Title/Abstract]) OR Ultrasounds, Diagnostic[Title/Abstract]) OR Sonography, Medical[Title/Abstract]) OR Medical Sonography[Title/Abstract]) OR Ultrasound Imaging[Title/Abstract]) OR Imaging, Ultrasound[Title/Abstract]) OR Imagings, Ultrasound[Title/Abstract]) OR Ultrasound Imagings[Title/Abstract]) OR Echography[Title/Abstract]) OR Ultrasonic Imaging[Title/Abstract]) OR Imaging, Ultrasonic[Title/Abstract]) OR Echotomography, Computer[Title/Abstract]) OR Computer Echotomography[Title/Abstract]) OR Tomography, Ultrasonic[Title/Abstract]) OR Ultrasonic Tomography[Title/Abstract]) OR Diagnosis, Ultrasonic[Title/Abstract]) OR Diagnoses, Ultrasonic[Title/Abstract]) OR Ultrasonic Diagnoses[Title/Abstract]) OR Ultrasonic Diagnosis[Title/Abstract])  
AND (motor control[Title/Abstract] OR activation[Title/Abstract])  
AND (physiotherapy[Title/Abstract] OR physical therapy[Title/Abstract])

Pubmed = 6 résultats

PEDro = 3 résultats pour **ultrasonography AND motor control**

PEDro = 4 résultats pour **ultrasonography AND activation**

2.2 EQUATION 2b : échographie ET évaluation (ET force musculaire)

((((((((((((((((Ultrasonography[Title/Abstract]) OR Echotomography[Title/Abstract]) OR Diagnostic Ultrasound[Title/Abstract]) OR Diagnostic Ultrasounds[Title/Abstract]) OR Ultrasound, Diagnostic[Title/Abstract]) OR Ultrasounds, Diagnostic[Title/Abstract]) OR Sonography, Medical[Title/Abstract]) OR Medical Sonography[Title/Abstract]) OR Ultrasound Imaging[Title/Abstract]) OR Imaging, Ultrasound[Title/Abstract]) OR Imagings, Ultrasound[Title/Abstract]) OR Ultrasound Imagings[Title/Abstract]) OR Echography[Title/Abstract]) OR Ultrasonic Imaging[Title/Abstract]) OR Imaging, Ultrasonic[Title/Abstract]) OR Echotomography, Computer[Title/Abstract]) OR Computer Echotomography[Title/Abstract]) OR Tomography, Ultrasonic[Title/Abstract]) OR Ultrasonic Tomography[Title/Abstract]) OR Diagnosis, Ultrasonic[Title/Abstract]) OR Diagnoses, Ultrasonic[Title/Abstract]) OR Ultrasonic Diagnoses[Title/Abstract]) OR Ultrasonic Diagnosis[Title/Abstract]  
AND (evaluation[Title/Abstract] OR assessment[Title/Abstract])  
AND (muscle strength[Title/Abstract] OR muscular force[Title/Abstract] OR thick\*[Title/Abstract])  
AND (physiotherapy[Title/Abstract] OR physical therapy[Title/Abstract])

Pubmed = 10 résultats

((((((((((((((((Ultrasonography[Title/Abstract]) OR Echotomography[Title/Abstract]) OR Diagnostic Ultrasound[Title/Abstract]) OR Diagnostic Ultrasounds[Title/Abstract]) OR Ultrasound, Diagnostic[Title/Abstract]) OR Ultrasounds, Diagnostic[Title/Abstract]) OR Sonography, Medical[Title/Abstract]) OR Medical Sonography[Title/Abstract]) OR Ultrasound Imaging[Title/Abstract]) OR Imaging, Ultrasound[Title/Abstract]) OR Imagings, Ultrasound[Title/Abstract]) OR Ultrasound Imagings[Title/Abstract]) OR Echography[Title/Abstract]) OR Ultrasonic Imaging[Title/Abstract]) OR Imaging, Ultrasonic[Title/Abstract]) OR Echotomography, Computer[Title/Abstract]) OR Computer Echotomography[Title/Abstract]) OR Tomography, Ultrasonic[Title/Abstract]) OR Ultrasonic Tomography[Title/Abstract]) OR Diagnosis, Ultrasonic[Title/Abstract]) OR Diagnoses, Ultrasonic[Title/Abstract]) OR Ultrasonic Diagnoses[Title/Abstract]) OR Ultrasonic Diagnosis[Title/Abstract]  
AND (evaluation[Title/Abstract] OR assessment[Title/Abstract])  
AND (physiotherapy[Title/Abstract] OR physical therapy[Title/Abstract])

Pubmed = 74 résultats

((((((((((((((((Ultrasonography[Title/Abstract]) OR Echotomography[Title/Abstract]) OR Diagnostic Ultrasound[Title/Abstract]) OR Diagnostic Ultrasounds[Title/Abstract]) OR Ultrasound, Diagnostic[Title/Abstract]) OR Ultrasounds, Diagnostic[Title/Abstract]) OR Sonography, Medical[Title/Abstract]) OR Medical Sonography[Title/Abstract]) OR Ultrasound Imaging[Title/Abstract]) OR Imaging, Ultrasound[Title/Abstract]) OR Imagings, Ultrasound[Title/Abstract]) OR Ultrasound Imagings[Title/Abstract]) OR Echography[Title/Abstract]) OR Ultrasonic Imaging[Title/Abstract]) OR Imaging, Ultrasonic[Title/Abstract]) OR Echotomography, Computer[Title/Abstract]) OR Computer Echotomography[Title/Abstract]) OR Tomography, Ultrasonic[Title/Abstract]) OR Ultrasonic Tomography[Title/Abstract]) OR Diagnosis, Ultrasonic[Title/Abstract]) OR Diagnoses, Ultrasonic[Title/Abstract]) OR Ultrasonic Diagnoses[Title/Abstract]) OR Ultrasonic Diagnosis[Title/Abstract]  
AND (muscle strength[Title/Abstract] OR muscular force[Title/Abstract] OR thick\*[Title/Abstract])  
AND (physiotherapy[Title/Abstract] OR physical therapy[Title/Abstract])

Pubmed = 45 résultats

PEDro = 20 résultats pour **ultrasonography AND muscle strength**

PEDro = 0 résultat pour **ultrasonography AND muscular force**

PEDro = 28 résultat pour **ultrasonography AND thick\***

PEDro = 16 résultats pour **ultrasonography AND assessment**

PEDro = 16 résultats pour **ultrasonography AND evaluation**

2.3 EQUATION 3b : échographie ET multifides

((((((((((((((((Ultrasonography[Title/Abstract]) OR Echotomography[Title/Abstract]) OR Diagnostic Ultrasound[Title/Abstract]) OR Diagnostic Ultrasounds[Title/Abstract]) OR Ultrasound,

Diagnostic[Title/Abstract]) OR Ultrasounds, Diagnostic[Title/Abstract]) OR Sonography, Medical[Title/Abstract]) OR Medical Sonography[Title/Abstract]) OR Ultrasound Imaging[Title/Abstract]) OR Imaging, Ultrasound[Title/Abstract]) OR Imagings, Ultrasound[Title/Abstract]) OR Ultrasound Imagings[Title/Abstract]) OR Echography[Title/Abstract]) OR Ultrasonic Imaging[Title/Abstract]) OR Imaging, Ultrasonic[Title/Abstract]) OR Echotomography, Computer[Title/Abstract]) OR Computer Echotomography[Title/Abstract]) OR Tomography, Ultrasonic[Title/Abstract]) OR Ultrasonic Tomography[Title/Abstract]) OR Diagnosis, Ultrasonic[Title/Abstract]) OR Diagnoses, Ultrasonic[Title/Abstract]) OR Ultrasonic Diagnoses[Title/Abstract]) OR Ultrasonic Diagnosis[Title/Abstract]  
AND multifidus[Title/Abstract]  
AND (physiotherapy[Title/Abstract] OR physical therapy[Title/Abstract])

Pubmed = 7 résultats

((((((((((((((((Ultrasound Imaging[Title/Abstract]) OR Echotomography[Title/Abstract]) OR Diagnostic Ultrasound[Title/Abstract]) OR Diagnostic Ultrasounds[Title/Abstract]) OR Ultrasound, Diagnostic[Title/Abstract]) OR Ultrasounds, Diagnostic[Title/Abstract]) OR Sonography, Medical[Title/Abstract]) OR Medical Sonography[Title/Abstract]) OR Ultrasound Imaging[Title/Abstract]) OR Imaging, Ultrasound[Title/Abstract]) OR Imagings, Ultrasound[Title/Abstract]) OR Ultrasound Imagings[Title/Abstract]) OR Echography[Title/Abstract]) OR Ultrasonic Imaging[Title/Abstract]) OR Imaging, Ultrasonic[Title/Abstract]) OR Echotomography, Computer[Title/Abstract]) OR Computer Echotomography[Title/Abstract]) OR Tomography, Ultrasonic[Title/Abstract]) OR Ultrasonic Tomography[Title/Abstract]) OR Diagnosis, Ultrasonic[Title/Abstract]) OR Diagnoses, Ultrasonic[Title/Abstract]) OR Ultrasonic Diagnoses[Title/Abstract]) OR Ultrasonic Diagnosis[Title/Abstract]  
AND  
((((((((((((((((((muscle, paraspinal[Title/Abstract]) OR muscles, paraspinal[Title/Abstract]) OR paraspinal muscle[Title/Abstract]) OR deep muscles of the back[Title/Abstract]) OR intrinsic muscles of the back[Title/Abstract]) OR semispinalis[Title/Abstract]) OR semispinalis[Title/Abstract]) OR multifidus[Title/Abstract]) OR sacrospinalis iliocostalis[Title/Abstract]) OR iliocostalis, sacrospinalis[Title/Abstract]) OR iliocostalis, sacrospinalis[Title/Abstract]) OR iliocostalis, sacrospinalis[Title/Abstract]) OR sacrospinalis longissimus[Title/Abstract]) OR longissimus, sacrospinalis[Title/Abstract]) OR sacrospinalis spinalis[Title/Abstract]) OR sacrospinalis spinal[Title/Abstract]) OR spinal, sacrospinalis[Title/Abstract]) OR spinalis, sacrospinalis[Title/Abstract]) OR interspinalis[Title/Abstract]) OR interspinal[Title/Abstract]) OR intertransversalis[Title/Abstract]) OR intertransversal[Title/Abstract]) OR intertransversarius[Title/Abstract]) OR splenius[Title/Abstract]) OR rotators[Title/Abstract]) OR rotator[Title/Abstract])  
AND (physiotherapy[Title/Abstract] OR physical therapy[Title/Abstract])

Pubmed = 24 résultats

PEDro = 1 résultats pour **ultrasonography AND multifidus**  
PEDro = 0 résultats pour **ultrasonography AND paraspinal muscle\***

## 2.4 EQUATION 4b : échographie ET transverse de l'abdomen

((((((((((((((((Ultrasound Imaging[Title/Abstract]) OR Echotomography[Title/Abstract]) OR Diagnostic Ultrasound[Title/Abstract]) OR Diagnostic Ultrasounds[Title/Abstract]) OR Ultrasound, Diagnostic[Title/Abstract]) OR Ultrasounds, Diagnostic[Title/Abstract]) OR Sonography, Medical[Title/Abstract]) OR Medical Sonography[Title/Abstract]) OR Ultrasound Imaging[Title/Abstract]) OR Imaging, Ultrasound[Title/Abstract]) OR Imagings, Ultrasound[Title/Abstract]) OR Ultrasound Imagings[Title/Abstract]) OR Echography[Title/Abstract]) OR Ultrasonic Imaging[Title/Abstract]) OR Imaging, Ultrasonic[Title/Abstract]) OR Echotomography, Computer[Title/Abstract]) OR Computer Echotomography[Title/Abstract]) OR Tomography, Ultrasonic[Title/Abstract]) OR Ultrasonic Tomography[Title/Abstract]) OR Diagnosis, Ultrasonic[Title/Abstract]) OR Diagnoses, Ultrasonic[Title/Abstract]) OR Ultrasonic Diagnoses[Title/Abstract]) OR Ultrasonic Diagnosis[Title/Abstract]  
AND transversus abdomini\*[Title/Abstract]  
AND (physiotherapy[Title/Abstract] OR physical therapy[Title/Abstract])

Pubmed = 8 résultats

((((((((((((((((Ultrasound Imaging[Title/Abstract]) OR Echotomography[Title/Abstract]) OR Diagnostic Ultrasound[Title/Abstract]) OR Diagnostic Ultrasounds[Title/Abstract]) OR Ultrasound, Diagnostic[Title/Abstract]) OR Ultrasounds, Diagnostic[Title/Abstract]) OR Sonography,

Medical[Title/Abstract]) OR Medical Sonography[Title/Abstract]) OR Ultrasound Imaging[Title/Abstract]) OR Imaging, Ultrasound[Title/Abstract]) OR Imagings, Ultrasound[Title/Abstract]) OR Ultrasound Imagings[Title/Abstract]) OR Echography[Title/Abstract]) OR Ultrasonic Imaging[Title/Abstract]) OR Imaging, Ultrasonic[Title/Abstract]) OR Echotomography, Computer[Title/Abstract]) OR Computer Echotomography[Title/Abstract]) OR Tomography, Ultrasonic[Title/Abstract]) OR Ultrasonic Tomography[Title/Abstract]) OR Diagnosis, Ultrasonic[Title/Abstract]) OR Diagnoses, Ultrasonic[Title/Abstract]) OR Ultrasonic Diagnoses[Title/Abstract]) OR Ultrasonic Diagnosis[Title/Abstract]  
AND (((  
Abdominal Muscle[Title/Abstract]) OR Muscle, Abdominal[Title/Abstract]) OR Muscles, Abdominal[Title/Abstract]) OR Musculus transversus abdominis[Title/Abstract])  
AND (physiotherapy[Title/Abstract] OR physical therapy[Title/Abstract])

Pubmed = 10 résultats

PEDro = 1 résultat pour **ultrasonography AND transversus abdomini\***  
PEDro = 2 résultats pour **ultrasonography AND abdominal muscle**

### 3. Lombalgie & Echographie

#### 3.1 EQUATION 1c : lombalgie ET échographie

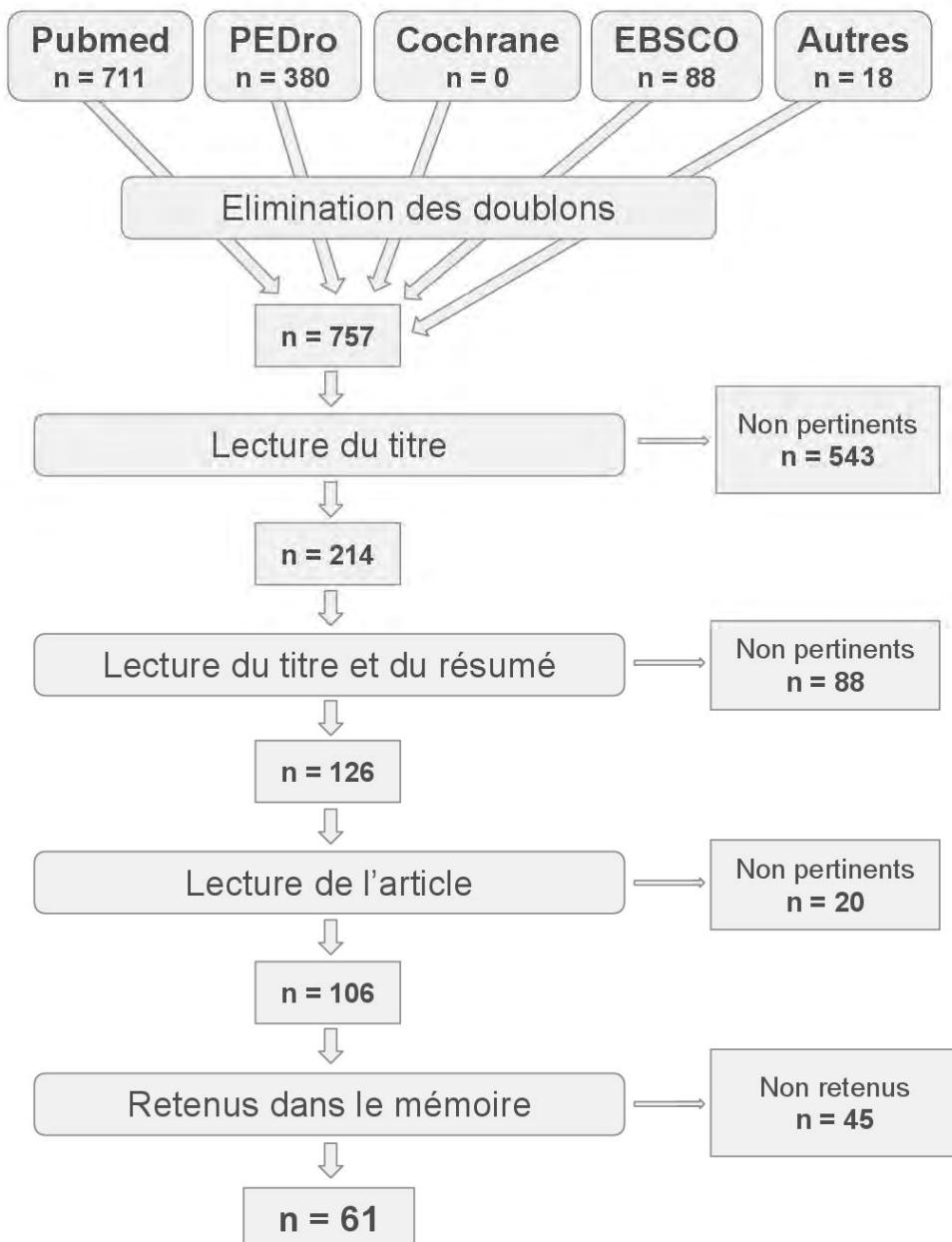
(((((((((((((((((low back pain[Title/Abstract]) OR Back Pain, Low[Title/Abstract]) OR Back Pains, Low[Title/Abstract]) OR Low Back Pains[Title/Abstract]) OR Pain, Low Back[Title/Abstract]) OR Pains, Low Back[Title/Abstract]) OR Lumbago[Title/Abstract]) OR Lower Back Pain[Title/Abstract]) OR Back Pain, Lower[Title/Abstract]) OR Back Pains, Lower[Title/Abstract]) OR Lower Back Pains[Title/Abstract]) OR Pain, Lower Back[Title/Abstract]) OR Pains, Lower Back[Title/Abstract]) OR Low Back Ache[Title/Abstract]) OR Ache, Low Back[Title/Abstract]) OR Aches, Low Back[Title/Abstract]) OR Back Ache, Low[Title/Abstract]) OR Back Aches, Low[Title/Abstract]) OR Low Back Aches[Title/Abstract]) OR Low Backache[Title/Abstract]) OR Backache, Low[Title/Abstract]) OR Backaches, Low[Title/Abstract]) OR Low Backaches[Title/Abstract]) OR Low Back Pain, Recurrent[Title/Abstract]) OR Recurrent Low Back Pain[Title/Abstract]) OR Low Back Pain, Postural[Title/Abstract]) OR Postural Low Back Pain[Title/Abstract]) OR Low Back Pain, Mechanical[Title/Abstract]) OR Mechanical Low Back Pain[Title/Abstract]) OR Low Back Pain, Posterior Compartment[Title/Abstract]  
AND  
((((((((((((((Ultrasound[Title/Abstract]) OR Diagnostic Ultrasound[Title/Abstract]) OR Diagnostic Ultrasounds[Title/Abstract]) OR Ultrasound, Diagnostic[Title/Abstract]) OR Ultrasounds, Diagnostic[Title/Abstract]) OR Sonography, Medical[Title/Abstract]) OR Medical Sonography[Title/Abstract]) OR Ultrasound Imaging[Title/Abstract]) OR Imaging, Ultrasound[Title/Abstract]) OR Imagings, Ultrasound[Title/Abstract]) OR Ultrasound Imagings[Title/Abstract]) OR Echography[Title/Abstract]) OR Ultrasonic Imaging[Title/Abstract]) OR Imaging, Ultrasonic[Title/Abstract]) OR Echotomography, Computer[Title/Abstract]) OR Computer Echotomography[Title/Abstract]) OR Tomography, Ultrasonic[Title/Abstract]) OR Ultrasonic Tomography[Title/Abstract]) OR Diagnosis, Ultrasonic[Title/Abstract]) OR Diagnoses, Ultrasonic[Title/Abstract]) OR Ultrasonic Diagnoses[Title/Abstract]) OR Ultrasonic Diagnosis[Title/Abstract]  
AND (physiotherapy[Title/Abstract] OR physical therapy[Title/Abstract])

Pubmed = 15 résultats

PEDro = 4 résultats pour **low back pain AND ultrasonography**

EBSCO = “**low back pain AND ultrasonography AND physiotherapy**” = 15 résultats  
EBSCO = “**low back pain AND ultrasonography AND physical therapy**” = 73 résultats

## Annexe4 : Diagramme de flux de la sélection des documents



## Annexe5 : Feuille d'informations patient

### FICHE D'INFORMATIONS PATIENT

#### Titre de l'étude

**Fiabilité et validité de l'échographie lors du diagnostic kinésithérapique dans le cadre de la lombalgie non spécifique**

#### But de l'étude :

L'étude va être réalisée sur une période de vingt semaines auprès d'une quarantaine de patients entre 18 et 65 ans, hommes et femmes, sains ou atteints de lombalgie commune chronique. Deux examinateurs différents seront amenés à pratiquer trois séries de mesures avec un échographe afin d'évaluer deux muscles : le muscle transverse de l'abdomen et les multifides lombaires. Le but de cette évaluation est de quantifier le ratio d'épaississement et d'apprécier qualitativement le schéma global d'activation de ces muscles. Cette étude tentera de préciser l'intérêt de l'utilisation de l'échographe comme outil de mesure lors du diagnostic kinésithérapique. Ce faisant, elle cherchera à établir la fiabilité et la validité de cette technique d'imagerie dans l'évaluation initiale du patient lombalgique chronique.

#### Engagement de l'investigateur principal :

L'investigateur principal s'engage à mener cette recherche selon les dispositions éthiques et déontologiques, à protéger l'intégrité physique, psychologique et sociale des personnes tout au long de la recherche et à assurer la confidentialité des informations recueillies.

#### Liberté du participant :

La participation à l'étude est volontaire et non rémunérée. Le consentement pour poursuivre la recherche peut être retiré à tout moment sans donner de raison et sans encourir aucune responsabilité ni conséquence.

#### Information du participant :

Le participant a la possibilité d'obtenir des informations supplémentaires concernant cette étude auprès de l'investigateur principal, et ce dans les limites des contraintes du plan de recherche.

#### Confidentialité des informations :

Toutes les informations concernant les participants seront conservées de façon anonyme et confidentielle. Le traitement informatique n'est pas nominatif. La transmission des informations concernant le participant pour l'expertise ou pour la publication scientifique sera elle aussi anonyme. L'investigateur principal et les co-investigateurs s'engagent à préserver absolument la confidentialité et le secret professionnel pour toutes les informations concernant le participant.

## Annexe6 : Formulaire de consentement patient

### FORMULAIRE DE CONSENTEMENT

#### Titre de l'étude

Fiabilité et validité de l'échographie lors du diagnostic kinésithérapique dans le cadre de la lombalgie chronique chronique non spécifique

Je soussigné(e) ..... déclare accepter, librement, et de façon éclairée, de participer comme sujet à ce mémoire d'initiation à la recherche.

Investigateur principal : [REDACTED]

Co investigateurs : [REDACTED]

Cabinet kinésithérapie – [REDACTED] Paris

Etude débutée le 1er décembre 2016

Les objectifs et modalités de l'étude m'ont été clairement expliqués par le(s) investigateur(s) susnommé(s).

#### But de l'étude :

L'étude va être réalisée sur une période de vingt semaines auprès d'une quarantaine de patients entre 18 et 65 ans, hommes et femmes, sains ou atteints de lombalgie commune chronique. Deux examinateurs différents seront amenés à pratiquer trois séries de mesures avec un échographe afin d'évaluer deux muscles : le muscle transverse de l'abdomen et les multifides lombaires. Le but de cette évaluation est de quantifier le ratio d'épaississement et d'apprécier qualitativement le schéma global d'activation de ces muscles. Cette étude tentera de préciser l'intérêt de l'utilisation de l'échographe comme outil de mesure lors du diagnostic kinésithérapique. Ce faisant, elle cherchera à établir la fiabilité et la validité de cette technique d'imagerie dans l'évaluation initiale du patient lombalgique chronique.

#### Engagement de l'investigateur principal :

En tant qu'investigateur principal, il s'engage à mener cette recherche selon les dispositions éthiques et déontologiques, à protéger l'intégrité physique, psychologique et sociale des personnes tout au long de la recherche et à assurer la confidentialité des informations recueillies.

**Liberté du participant :**

Le consentement pour poursuivre la recherche peut être retiré à tout moment sans donner de raison et sans encourir aucune responsabilité ni conséquence.

**Information du participant :**

Le participant a la possibilité d'obtenir des informations supplémentaires concernant cette étude auprès de l'investigateur principal, et ce dans les limites des contraintes du plan de recherche.

**Confidentialité des informations :**

Toutes les informations concernant les participants seront conservées de façon anonyme et confidentielle. Le traitement informatique n'est pas nominatif. La transmission des informations concernant le participant pour l'expertise ou pour la publication scientifique sera elle aussi anonyme. L'investigateur principal et les co-investigateurs s'engagent à préserver absolument la confidentialité et le secret professionnel pour toutes les informations concernant le participant.

J'ai bien compris que ma participation à l'étude est volontaire et non rémunérée.

Mon consentement ne décharge pas les organisateurs de cette étude de leurs responsabilités. Je conserve tous mes droits garantis par la loi.

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 à ..... Le .....

Signature du sujet

Nom et signature de l'investigateur

## Annexe7 : Questionnaire d'incapacités Oswestry

ANONYMAT	MÉMOIRE V.L. - BILAN 1/2	
<b>OSWESTRY DISABILITY INDEX (ODI)</b> Questionnaire d'incapacité d'Oswestry v2.1 (Vogler, 2008)		
<b>Prière de remplir ce questionnaire. Il a été élaboré dans le but de connaître l'impact de votre problème de dos sur vos capacités à réaliser vos activités de la vie quotidienne. Veuillez répondre à chaque section.</b> <b>Désignez dans chaque section une seule réponse, celle qui décrit au mieux votre état de ce jour.</b>		
<b>Section 1 – Intensité de la douleur</b>		<b>COCHER UNE SEULE CASE :</b>
En ce moment, je ne ressens aucune douleur. En ce moment, j'ai des douleurs très légères. En ce moment, j'ai des douleurs modérées. En ce moment, j'ai des douleurs assez intenses En ce moment, j'ai des douleurs très intenses. En ce moment, les douleurs sont les pires que l'on puisse imaginer.		
<b>Section 2 – Soins personnels (se laver, s'habiller, etc.)</b>		<b>COCHER UNE SEULE CASE :</b>
Je peux effectuer normalement mes soins personnels sans douleurs supplémentaires. Je peux effectuer normalement mes soins personnels, mais c'est très douloureux. Je dois effectuer mes soins personnels avec précaution et lenteur, et je ressens des douleurs. J'ai besoin d'aide pour les soins personnels, mais j'arrive encore à effectuer la plus grande partie de ceux-ci seul (e). J'ai besoin d'aide tous les jours pour la plupart de mes soins personnels. Je ne peux plus m'habiller, je me lave avec difficulté et je reste au lit.		
<b>Section 3 – Soulever des charges</b>		<b>COCHER UNE SEULE CASE :</b>
Je peux soulever des charges lourdes sans augmentation des douleurs. Je peux soulever des charges lourdes, mais cela occasionne une augmentation des douleurs. Les douleurs m'empêchent de soulever de lourdes charges depuis le sol, mais cela reste possible si elles sont sur un endroit approprié. (par ex : sur une table) Les douleurs m'empêchent de soulever des charges lourdes, mais je peux en soulever de légères à modérées si elles sont sur un endroit approprié. Je ne peux soulever que de très légères charges. Je ne peux rien soulever, ni porter du tout.		
<b>Section 4 – Marche</b>		<b>COCHER UNE SEULE CASE :</b>
Les douleurs ne m'empêchent pas de marcher, quelle que soit la distance. Les douleurs m'empêchent de marcher au-delà d'un km. Les douleurs m'empêchent de marcher au-delà de 250 m. Les douleurs m'empêchent de marcher au-delà de 100 m. Je ne peux marcher qu'avec une canne ou des béquilles. Je reste au lit la plupart du temps et dois me traîner jusqu'aux toilettes.		
<b>Section 5 – Position assise</b>		<b>COCHER UNE SEULE CASE :</b>
Je peux rester assis(e) aussi longtemps que je le désire sur n'importe quel siège. Je peux rester assis(e) aussi longtemps que je le désire sur mon siège favori. Les douleurs m'empêchent de rester assis(e) plus d'une heure. Les douleurs m'empêchent de rester assis(e) plus d'une demi-heure. Les douleurs m'empêchent de rester assis(e) plus de dix minutes. Les douleurs m'empêchent toute position assise.		

ANONYMAT	MÉMOIRE V.L. - BILAN 1/2	
<b>OSWESTRY DISABILITY INDEX (ODI)</b> <small>Questionnaire d'incapacité d'Oswestry v2.1 (Vogler, 2008)</small>		
<p><b>Prière de remplir ce questionnaire. Il a été élaboré dans le but de connaître l'impact de votre problème de dos sur vos capacités à réaliser vos activités de la vie quotidienne. Veuillez répondre à chaque section.</b></p> <p><b>Désignez dans chaque section une seule réponse, celle qui décrit au mieux votre état de ce jour.</b></p>		
<b>Section 6 – Position debout</b>		<b>COCHER UNE SEULE CASE :</b>
Je peux rester debout aussi longtemps que je le désire sans douleur supplémentaire.	<input type="checkbox"/>	
Je peux rester debout aussi longtemps que je le désire, mais cela occasionne des douleurs supplémentaires.	<input type="checkbox"/>	
Les douleurs m'empêchent de rester debout plus d'une heure.	<input type="checkbox"/>	
Les douleurs m'empêchent de rester debout plus d'une demi-heure.	<input type="checkbox"/>	
Les douleurs m'empêchent de rester debout plus de dix minutes.	<input type="checkbox"/>	
Les douleurs m'empêchent de me tenir debout.	<input type="checkbox"/>	
<b>Section 7 – Sommeil</b>		<b>COCHER UNE SEULE CASE :</b>
Mon sommeil n'est jamais perturbé par les douleurs.	<input type="checkbox"/>	
Mon sommeil est parfois perturbé par les douleurs.	<input type="checkbox"/>	
A cause des douleurs, je dors moins de six heures.	<input type="checkbox"/>	
A cause des douleurs, je dors moins de quatre heures.	<input type="checkbox"/>	
A cause des douleurs, je dors moins de deux heures.	<input type="checkbox"/>	
Les douleurs m'empêchent totalement de dormir.	<input type="checkbox"/>	
<b>Section 8 – Vie sexuelle (si présente)</b>		<b>COCHER UNE SEULE CASE :</b>
Ma vie sexuelle est normale et n'occasionne pas de douleurs supplémentaires.	<input type="checkbox"/>	
Ma vie sexuelle est normale, mais occasionne parfois quelques douleurs supplémentaires.	<input type="checkbox"/>	
Ma vie sexuelle est presque normale, mais très douloureuse.	<input type="checkbox"/>	
Ma vie sexuelle est fortement réduite à cause des douleurs.	<input type="checkbox"/>	
Ma vie sexuelle est presque inexistante à cause des douleurs.	<input type="checkbox"/>	
Les douleurs m'empêchent toute vie sexuelle.	<input type="checkbox"/>	
<b>Section 9 – Vie sociale</b>		<b>COCHER UNE SEULE CASE :</b>
Ma vie sociale est normale et n'occasionne pas de douleurs supplémentaires.	<input type="checkbox"/>	
Ma vie sociale est normale, mais elle augmente l'intensité des douleurs.	<input type="checkbox"/>	
Les douleurs n'ont pas de répercussion significative sur ma vie sociale, excepte une limitation lors de mes activités physiques. (par ex : le sport, etc.)	<input type="checkbox"/>	
Les douleurs limitent ma vie sociale et je ne sors plus aussi souvent.	<input type="checkbox"/>	
Les douleurs limitent ma vie sociale à mon foyer.	<input type="checkbox"/>	
Je n'ai pas de vie sociale à cause des douleurs.	<input type="checkbox"/>	
<b>Section 10 – Voyage</b>		<b>COCHER UNE SEULE CASE :</b>
Je peux voyager partout sans douleur.	<input type="checkbox"/>	
Je peux voyager partout, mais cela occasionne une augmentation des douleurs.	<input type="checkbox"/>	
Les douleurs sont bien présentes, mais je peux effectuer un trajet de plus de deux heures.	<input type="checkbox"/>	
Les douleurs m'empêchent tout trajet de plus d'une heure	<input type="checkbox"/>	
Les douleurs ne me permettent que de courts trajets nécessaires de moins de 30 minutes.	<input type="checkbox"/>	
Les douleurs m'empêchent tout trajet, sauf pour recevoir un traitement.	<input type="checkbox"/>	

## Annexe8 : Checklist « recrutement téléphonique »

ANONYMAT	MÉMOIRE V.L. - Protocole (Liste)	
<b>CHECKLIST : RECRUTEMENT TÉLÉPHONIQUE</b>		
Si [REDACTED] ou [REDACTED] répondent au téléphone		[REDACTED]
<p>1. Vérifier les critères d'inclusions :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- âge entre <b>18 et 65 ans</b> (homme et femme)</li> <li>- formulaire de consentement éclairé signé</li> <li>- au moins un épisode de lombalgie avant l'étude</li> </ul>		
<p>2. Vérifier les critères d'exclusions :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- red flags (T°, <b>cancer</b> ou métastases rachidiennes, perte de poids, fracture du rachis récente, anesthésie en selle...)</li> <li>- <b>pathologies rachidiennes graves</b> (cancéreuse, inflammatoire, pathologie osseuse..)</li> <li>- signes neurologiques (déficit moteur des membres inférieurs)</li> <li>- antécédent de <b>chirurgie rachidienne</b></li> <li>- <b>pas</b> d'épisode de <b>LBP<sup>*</sup> aigu</b> dans les <b>72H précédent l'examen</b> (pour les <b>sujets sains</b>)</li> <li>- <b>grossesse</b></li> </ul>		
<p>3. Expliquer le but de l'étude (étudier l'intérêt de l'écho chez les patients lombalgiques)</p>		
<p>4. Expliquer le fonctionnement de l'étude (bilan LBP + 2 mesures échos des muscles du dos et de l'abdomen) ordre aléatoire</p>		
<p>5. Préciser que l'étude dure <b>1 HEURE</b> et s'effectue <b>en 1 SEULE FOIS</b> au cabinet</p>		
<p>6. Préciser que le patient doit IMPÉRATIVEMENT arriver <b>5-10mn AVANT</b> l'horaire pour remplir le questionnaire de la douleur</p>		
<p>7. Obtenir l'accord oral du patient</p>		
<p>8. Prévoir le rendez-vous (donner l'heure d'arrivée au patient)</p>		
<p>9. Incrire le NOM du patient, la DATE de l'appel et la DATE/HORAIRE du RDV sur la fiche de recrutement</p>		
<p>10. Vérifier que la <b>partie JAUNE de la feuille de recrutement</b> soit <b>complète</b></p>		
Si [REDACTED] répond au téléphone		[REDACTED]
<p>1. Demander si le patient est lombalgique</p>		
<p>2. Si oui, transférer l'appel à [REDACTED] OU noter le nom/tél sur la carnet de rendez-vous</p>		
<p>3. [REDACTED] rappellent le patient au plus vite pour l'inclure ou non dans l'étude</p>		
<p><small>* LBP = Low Back Pain = Lombalgie</small></p>		

## Annexe9 : Feuille de recrutement des patients

MÉMOIRE V.L. - TABLEAU RECRUTEMENT PATIENTS & RANDOMISATION										
ANONYMAT	DATE	NOM	PRÉNOM	DATE / HEURE	NOMBRE RANDOM	ORDRE BILAN/ECHO	AGE	ÉTAT	SPORT	SEXE
Ordre de recrutement chronologique	Date de recrutement			Date/Horaire du RDV	Généré avec la fonction ALEA()	PAIR = MK en 1er IMPAIR = ÉCHO	Travailleur / Retraité / Étudiant	+ 2x/sem ?	(M / F)	
A					0,4321195328	BILAN				
B					0,7934027002	BILAN				
C					0,524077932	BILAN				
D					0,2077608787	ECHO				
E					0,2797481257	ECHO				
F					0,5911347776	BILAN				
G					0,5708366926	BILAN				
H					0,4229781575	ECHO				
I					0,3638858034	BILAN				
J					0,0647701275	ECHO				
K					0,4159425681	ECHO				
L					0,1497823366	BILAN				
M					0,2439741816	BILAN				
N					0,7991265943	ECHO				

## Annexe10 : Protocole expérimental

ANONYMAT	MÉMOIRE V.L. - Protocole (Liste)	
PROTOCOLE (Liste) : BILAN LBP		
RDV Téléphonique / Accueil / Bilan / Echo / Débriefing		
SI LE PATIENT COMMENCE PAR : BILAN LBP		
ACCUEIL DU PATIENT		
1. Préparer les docs et noter anonymat : Recrutement + Protocole + Bilan 1 + Bilan 2 + Checklist LBP + Bilan 3 (x2) + Checklist Echo + Consentement 2. Donner le porte-bloc + stylo pour que le patient remplisse l'ODI 3. Expliquer "vous devez remplir le questionnaire en cochant UNE SEULE case par section, il y a 10 sections qui comportent 6 possibilités à chaque fois. Vous devez mettre une croix dans la case qui correspond le mieux à vos douleurs aujourd'hui" 4. Expliquer au patient qu'IL NE DOIT PAS DIRE s'il est lombalgique aux examinateurs "écho" car l'examen doit être objectif 5. Rappeler que la séance du jour dure exceptionnellement 1h car le patient a accepté de participer à l'étude 6. Rappeler le déroulement de l'étude : 1 bilan + 2 mesures échos 7. Préciser que les données seront toutes anonymées mais que les images échographiques pourront être utilisées 8. Faire signer le formulaire de consentement pour que les données soient protégées 9. Préciser que le patient n'aura les résultats du bilan + échos qu'à la fin de l'heure APRÈS avoir effectué tous les examens 10. Demander si le patient a des questions 11. Transmettre : Recrutement + Protocole + Checklist LBP + Bilan 1 + Bilan 2 à : [REDACTED] avec anonymat déjà inscrit		
BILAN LBP		
1. Récupérer le questionnaire ODI, calculer et REPORTER le score à la fin de la fiche Bilan 2 2. Réaliser le bilan IAOM : <ul style="list-style-type: none"> <li>- renseigner l'anamnèse sur la dernière page</li> <li>- effectuer les tests IAOM</li> <li>- renseigner les générateurs de la douleur</li> </ul> 3. Noter les informations patient sur la feuille de recrutement (partie BLEU) : sexe, âge, état et sport 4. Réaliser les tests de contrôle moteur : <ul style="list-style-type: none"> <li>- l'examinateur explique puis montre le mouvement à réaliser à chaque fois avant le test</li> <li>- si le patient ne comprend pas l'examinateur montre à nouveau</li> <li>- le patient réalise une fois le test à blanc (l'examinateur corrige si besoin)</li> <li>- le patient réalise le test, si celui-ci n'est pas correctement réalisé l'examinateur laisse faire</li> <li>- comme le patient ne connaît pas les tests seulement les mouvements franchement dysfonctionnels doivent être noté comme tel sinon l'examinateur doit considérer que l'approximation est due au manque d'entrainement</li> <li>- à chaque test l'examinateur doit renseigner le champs "correct ou incorrect" sur la feuille du bilan</li> <li>- à la fin de tous les tests l'examinateur renseigne le champs "Déficit de MC global : OUI/NON" (OUI si au moins 2 tests notés incorrects)</li> </ul> 5. Noter le résultat final "Déficit de MC global OUI/NON" 6. Renseigner le diagnostic MK final (Latéralisation de la douleur O/N? si oui, D/G?) 7. Renseigner la case "CNSLBP (OUI/NON)" 8. Expliquer au patient qu'IL NE DOIT PAS DIRE s'il est lombalgique aux examinateurs "écho" car l'examen doit être objectif 9. Envoyer le patient vers la salle d'échographie ET transmettre le Protocole		
[REDACTED]		
1. Transmettre : Bilan 3 + Protocole + Checklist Echo à [REDACTED] avec anonymat patient déjà inscrit 2. Vérifier que l'anonymat est présent sur le tableau de mesure ainsi que l'initiale de l'examinateur 3. Préparer du papier essuie-tout pour le patient + vérifier que l'oreiller / coussin bleu / gel écho sont dans la salle 4. Noter l'heure de début de la séance sur le tableau de mesure écho		

ANONYMAT	MÉMOIRE V.L. - Protocole (Liste)			
	PROTOCOLE (Liste) : BILAN LBP			
RDV Téléphonique / Accueil / Bilan / Echo / Débriefing				
5. Réaliser l'écho du TrA côté DROIT (du patient) :				
<p>&gt; EPAISSISSEMENT (Mode B)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Allonger le patient sur la table</li> <li>- Mettre l'<b>oreiller sous la tête</b></li> <li>- Positionner les <b>jambes à 90°</b> de flexion de genou</li> <li>- Demander au patient de dégraffer le 1er bouton du patalon et la ceinture</li> <li>- expliquer au patient qu'il y a 2 choses importantes qu'il va devoir faire :</li> </ul>				
<p>&gt; RESPIRATION</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- inspirer à fond jusqu'à sentir que les abdos sont étirés</li> <li>- souffler lentement sans contracter les abdos superficiels : montrer au patient où <b>positionner sa main</b> (CL à l'examinateur) <b>sur son ventre</b> pour vérifier qu'il n'y a pas de contraction</li> <li>- bloquer la respiration en fin d'expiration</li> <li>- tapoter sur la cuisse de l'examinateur pour lui faire signe de figer l'image</li> </ul>				
<p>&gt; RÉTROVERSION</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- basculer le bassin lentement vers l'arrière durant l'expiration = rapprocher le dos de la table</li> <li>- préciser que <b>les talons ne doivent pas s'enfoncer dans la table</b> lors de la manœuvre</li> <li>- Faire faire l'ADIM et la rétroversion avec une main dessus/dessous pour vérifier (l'un après l'autre si besoin)</li> <li>- Faire faire l'ADIM en vérifiant à l'écho (corriger 1 fois si besoin)</li> <li>- Repérer et marquer la position de la sonde (sur la ligne EIAS et K12 en regard du nombril)</li> <li>- Vérifier que le <b>patient ne peut PAS voir l'écran</b> de l'échographe</li> <li>- Créer un <b>NOUVEAU dossier patient</b> sur l'échographe nommé "<b>VL xx X</b>" où xx = anonymat / X = initiale de l'examinateur (A, V ou J)</li> <li>- Vérifier les <b>réglages de l'échographe</b> : sonde linéaire / mode MUS / profondeur 4,9cm / gain auto</li> <li>- Faire 3 mesures (6 images) à DROITE et mettre D en commentaire sur la 1er image (Mode B)</li> </ul>				
<p>&gt; ACTIVATION (Mode TM)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Expliquer au patient qu'il va devoir maintenant faire <b>la même chose en expirant plus rapidement</b></li> <li>- Vérifier à l'écho (corriger si besoin : 2 tentatives)</li> <li>- Faire 3 images de l'activation à DROITE et mettre D en commentaire sur la 1er image (Mode TM) + <b>1 vidéo</b> du schéma d'activation (<b>Mode B</b>)</li> <li>- Remplir "Partie 3 Schéma de substitution commun" dans le tableau d'évaluation qualitative du TrA Droit</li> </ul>				
6. Réaliser l'écho du TrA côté GAUCHE (du patient) :				
<p>&gt; EPAISSISSEMENT (Mode B)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Expliquer au patient qu'il va <b>de nouveau</b> devoir <b>souffler lentement</b></li> <li>- Faire 3 mesures (6 images) à GAUCHE et mettre G en commentaire sur la 1er image (Mode B)</li> </ul>				
<p>&gt; ACTIVATION (Mode TM)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Expliquer au patient qu'il va devoir maintenant faire <b>la même chose en expirant plus rapidement</b></li> <li>- Vérifier 1 fois à l'écho</li> <li>- Faire 3 images de l'activation à GAUCHE et mettre G en commentaire sur la 1er image (Mode TM) + <b>1 vidéo</b> du schéma d'activation (<b>Mode B</b>)</li> <li>- Remplir "Partie 3 Schéma de substitution commun" dans le tableau d'évaluation qualitative du TrA Gauche</li> <li>- <b>Souligner "OUI" ou "NON" (ne PAS entourer)</b> dans la case "Schéma d'activation global physiologique : OUI/NON"</li> </ul>				
7. Réaliser l'écho des MF côté GAUCHE (du patient) :				

ANONYMAT	MÉMOIRE V.L. - Protocole (Liste)	
PROTOCOLE (Liste) : BILAN LBP		
RDV Téléphonique / Accueil / Bilan / Echo / Débriefing		
<p>&gt; EPAISSEMENT (Mode B)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Demander au patient de s'allonger sur le ventre</li> <li>- Retirer l'oreiller, montrer au patient comment positionner le <b>coussin bleu</b> (entre les EIAs et le nombril) pour empêcher l'hyperlordose, lui donner ce coussin, vérifier sa position</li> <li>- Repérer et marquer au stylo l'emplacement de <b>L4</b></li> <li>- Expliquer au patient comment <b>lever légèrement la jambe CL</b> pour pouvoir identifier les MF</li> <li>- Identifier et noter la <b>forme des MF</b> sur la feuille de mesures</li> <li>- Faire 3 mesures (6 images) à GAUCHE et mettre G en commentaire sur la 1er image (Mode B)</li> </ul>		
<p>&gt; ACTIVATION (Mode TM)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Faire 3 images de l'activation des MF côté Gauche et mettre G en commentaire sur l'image (Mode TM)</li> <li>- Renseigner la case "Activation physiologique Gauche : OUI/NON"</li> </ul>		
8. Réaliser l'écho des MF côté DROIT (du patient):		
<p>&gt; EPAISSEMENT (Mode B)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Faire 3 mesures (6 images) à DROITE et mettre D en commentaire sur la 1er image (Mode B)</li> </ul>		
<p>&gt; ACTIVATION (Mode TM)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Faire 3 images de l'activation des MF côté Droit et mettre D en commentaire sur l'image (Mode TM)</li> <li>- Renseigner la case "Activation physiologique Droite : OUI/NON"</li> <li>- Renseigner la case "<b>Activation physiologique (globale) : OUI/NON</b>"</li> </ul>		
9. <b>Noter l'heure de fin</b> de la séance sur le tableau de mesure écho et laisser la place au 2nd examinateur		
10. <b>Réplir "Partie 1" et "Partie 2"</b> dans le tableau d'évaluation qualitative du TrA		
DÉBRIEFING		
<p>1. Demander les informations au patient afin de <b>remplir la partie BLEU</b> de la feuille de recrutement</p> <p>1. Récupérer tous les documents : <b>Recrutement + Protocole + Bilan 1 + Bilan 2 + Checklist LBP + Bilan 3 (x2) + Checklist Echo + Consentement</b></p> <p>2. Vérifier que le formulaire de consentement est signé</p> <p>3. Vérifier que toutes les lettres d'anonymats sont renseignées</p> <p>4. Vérifier que tous les champs sont renseignés</p> <p>5. Débriefer le patient tous ensemble afin de lui communiquer les résultats</p>		
Remarques : (en rapport avec le déroulement du protocole)		

ANONYMAT	MÉMOIRE V.L. - Protocole (Liste)
<b>PROTOCOLE (Liste) : ÉCHOGRAPHIE</b>	
RDV Téléphonique / Accueil / Bilan / Echo / Débriefing	
<b>SI LE PATIENT COMMENCE PAR : ÉCHOGRAPHIE</b>	
ACCUEIL DU PATIENT	
<p>1. Préparer les docs et noter anonymat : <b>Recrutement + Protocole + Bilan 1 + Bilan 2 + Checklist LBP + Bilan 3 (x2) + Checklist Echo + Consentement</b></p> <p>2. Donner le porte-bloc + stylo pour que le patient remplisse l'ODI</p> <p>3. Expliquer "vous devez remplir le questionnaire en cochant UNE SEULE case par section, il y a 10 sections qui comportent 6 possibilités à chaque fois. Vous devez mettre une croix dans la case qui correspond le mieux à <b>vos douleurs aujourd'hui</b>"</p> <p>4. Expliquer au patient qu'<b>IL NE DOIT PAS DIRE</b> s'il est <b>lombalgique aux examinateurs "écho"</b> car l'examen doit être objectif</p> <p>5. Rappeler que la séance du jour dure exceptionnellement 1h car le patient a accepté de participer à l'étude</p> <p>6. Rappeler le déroulement de l'étude : 1 bilan + 2 mesures échos</p> <p>7. Préciser que les données seront toutes anonymées mais que les images échographiques pourront être utilisées</p> <p>8. Faire signer le formulaire de consentement pour que les données soient protégées</p> <p>9. Préciser que le patient n'aura les résultats du bilan + échos qu'à la fin de l'heure APRÈS avoir effectué tous les examens</p> <p>10. Demander si le patient a des questions</p> <p>11. Transmettre : <b>Bilan 3 + Protocole + Checklist Echo</b> à [REDACTED] avec anonymat patient déjà inscrit</p>	
ÉCHO	
<p>1. Vérifier que l'anonymat est présent sur le tableau de mesure ainsi que <b>l'initiale de l'examinateur</b></p> <p>2. Préparer du <b>papier essuie-tout</b> pour le patient + vérifier que <b>l'oreiller / coussin bleu / gel écho</b> sont dans la salle</p> <p>3. <b>Noter l'heure de début</b> de la séance sur le tableau de mesure écho</p> <p>4. Réaliser l'écho du TrA côté <b>DROIT</b> (du patient) :</p> <p>&gt; EPAISSEMENT (Mode B)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Allonger le patient sur la table</li> <li>- Mettre <b>l'oreiller sous la tête</b></li> <li>- Positionner les <b>jambes à 90°</b> de flexion de genou</li> <li>- Demander au patient de dégraffer le 1er bouton du patalon et la ceinture</li> <li>- expliquer au patient qu'il y a 2 choses importantes qu'il va devoir faire :</li> </ul> <p>&gt; RESPIRATION</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- inspirer à fond jusqu'à sentir que les abdos sont étirés</li> <li>- souffler lentement sans contracter les abdos superficiels : montrer au patient où <b>positionner sa main</b> (CL à l'examinateur) <b>sur son ventre</b> pour vérifier qu'il n'y a pas de contraction</li> <li>- bloquer la respiration en fin d'expiration</li> <li>- tapoter sur la cuisse de l'examinateur pour lui faire signe de figer l'image</li> </ul> <p>&gt; RÉTROVERSION</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- basculer le bassin lentement vers l'arrière durant l'expiration = rapprocher le dos de la table</li> <li>- préciser que <b>les talons ne doivent pas s'enfoncer dans la table</b> lors de la manœuvre</li> <li>- Faire faire l'ADIM et la rétroversion avec une main dessus/dessous pour vérifier (l'un après l'autre si besoin)</li> <li>- Faire faire l'ADIM en vérifiant à l'écho (corriger 1 fois si besoin)</li> <li>- Repérer et marquer la position de la sonde (sur la ligne EIAS et K12 en regard du nombril)</li> <li>- Vérifier que le <b>patient ne peut PAS voir l'écran</b> de l'échographe</li> <li>- Créer un <b>NOUVEAU dossier patient</b> sur l'échographe nommé "<b>VL xx X</b>" où xx = anonymat / X = initiale de l'examinateur (A, V ou J)</li> <li>- Vérifier les <b>réglages de l'échographe</b> : sonde linéaire / mode MUS / profondeur 4,9cm / gain auto</li> </ul>	

ANONYMAT	MÉMOIRE V.L. - Protocole (Liste)	
PROTOCOLE (Liste) : ÉCHOGRAPHIE		
RDV Téléphonique / Accueil / Bilan / Echo / Débriefing		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Faire 3 mesures (6 images) à DROITE et mettre D en commentaire sur la 1er image (Mode B)</li> </ul>		
<b>&gt; ACTIVATION (Mode TM)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Expliquer au patient qu'il va devoir maintenant faire <b>la même chose en expirant plus rapidement</b></li> <li>- Vérifier à l'écho (corriger si besoin : 2 tentatives)</li> <li>- Faire 3 images de l'activation à DROITE et mettre D en commentaire sur la 1er image (Mode TM) + <b>1 vidéo</b> du schéma d'activation (<b>Mode B</b>)</li> <li>- Remplir "Partie 3 Schéma de substitution commun" dans le tableau d'évaluation qualitative du TrA Droit</li> </ul>		
5. Réaliser l'écho du TrA côté <b>GAUCHE</b> (du patient) :		
<b>&gt; EPAISSEMENT (Mode B)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Expliquer au patient qu'il va <b>de nouveau</b> devoir <b>souffler lentement</b></li> <li>- Faire 3 mesures (6 images) à GAUCHE et mettre G en commentaire sur la 1er image (Mode B)</li> </ul>		
<b>&gt; ACTIVATION (Mode TM)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Expliquer au patient qu'il va devoir maintenant faire <b>la même chose en expirant plus rapidement</b></li> <li>- Vérifier 1 fois à l'écho</li> <li>- Faire 3 images de l'activation à GAUCHE et mettre G en commentaire sur la 1er image (Mode TM) + <b>1 vidéo</b> du schéma d'activation (<b>Mode B</b>)</li> <li>- Remplir "Partie 3 Schéma de substitution commun" dans le tableau d'évaluation qualitative du TrA Gauche</li> <li>- <b>Souligner "OUI"</b> ou <b>"NON" (ne PAS entourer)</b> dans la case "Schéma d'activation global physiologique : OUI/NON"</li> </ul>		
6. Réaliser l'écho des MF côté <b>GAUCHE</b> (du patient) :		
<b>&gt; EPAISSEMENT (Mode B)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Demander au patient de s'allonger sur le ventre</li> <li>- Retirer l'oreiller, montrer au patient comment positionner le <b>coussin bleu</b> (entre les EIAs et le nombril) pour empêcher l'hyperlordose, lui donner ce coussin, vérifier sa position</li> <li>- Repérer et marquer au stylo l'emplacement de <b>L4</b></li> <li>- Expliquer au patient comment <b>lever légèrement la jambe CL</b> pour pouvoir identifier les MF</li> <li>- Identifier et noter la <b>forme des MF</b> sur la feuille de mesures</li> <li>- Faire 3 mesures (6 images) à GAUCHE et mettre G en commentaire sur la 1er image (Mode B)</li> </ul>		
<b>&gt; ACTIVATION (Mode TM)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Faire 3 images de l'activation des MF côté Gauche et mettre G en commentaire sur l'image (Mode TM)</li> <li>- Renseigner la case "Activation physiologique Gauche : OUI/NON"</li> </ul>		
7. Réaliser l'écho des MF côté <b>DROIT</b> (du patient) :		
<b>&gt; EPAISSEMENT (Mode B)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Faire 3 mesures (6 images) à DROITE et mettre D en commentaire sur la 1er image (Mode B)</li> </ul>		
<b>&gt; ACTIVATION (Mode TM)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Faire 3 images de l'activation des MF côté Droit et mettre D en commentaire sur l'image (Mode TM)</li> <li>- Renseigner la case "Activation physiologique Droite : OUI/NON"</li> <li>- Renseigner la case "<b>Activation physiologique (globale) : OUI/NON</b>"</li> </ul>		
8. <b>Noter l'heure de fin</b> de la séance sur le tableau de mesure écho et laisser la place au 2nd examinateur		
9. <b>Remplir "Partie 1" et "Partie 2"</b> dans le tableau d'évaluation qualitative du TrA		
10. Accompagner le patient à la salle Bilan LBP ET transmettre le <b>Protocole</b>		
<b>BILAN LBP</b>		
1. Transmettre : <b>Recrutement + Protocole + Checklist LBP + Bilan 1 + Bilan 2</b> à [REDACTED] avec anonymat déjà inscrit		

ANONYMAT	MÉMOIRE V.L. - Protocole (Liste)	
PROTOCOLE (Liste) : ÉCHOGRAPHIE		
RDV Téléphonique / Accueil / Bilan / Echo / Débriefing		
<p>2. Récupérer le questionnaire ODI, calculer et REPORTER le score à la fin de la fiche Bilan 2</p> <p>3. Réaliser le bilan IAOM :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- renseigner l'anamnèse sur la dernière page</li> <li>- effectuer les tests IAOM</li> <li>- renseigner les générateurs de la douleur</li> </ul> <p>3. Noter les <b>informations patient sur la feuille de recrutement (partie BLEU)</b> : sexe, âge, état et sport</p> <p>5. Réaliser les tests de contrôle moteur :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- l'examinateur explique puis montre le mouvement à réaliser à chaque fois avant le test</li> <li>- si le patient ne comprend pas l'examinateur montre à nouveau</li> <li>- le patient réalise une fois le test à blanc (l'examinateur corrige si besoin)</li> <li>- le patient réalise le test, si celui-ci n'est pas correctement réalisé l'examinateur laisse faire</li> <li>- comme le patient ne connaît pas les tests <b>seulement les mouvements franchement dysfonctionnels doivent être noté comme tel</b> sinon l'examinateur doit considérer que l'approximation est due au manque d'entraînement</li> <li>- à chaque test l'examinateur doit <b>renseigner le champs "correct ou incorrect"</b> sur la feuille du bilan</li> <li>- à la fin de tous les tests l'examinateur renseigne le champs "Déficit de MC global : OUI/NON" (OUI si au moins 2 tests notés incorrects)</li> </ul> <p>6. Noter le résultat final "Déficit de MC global OUI/NON"</p> <p>7. Renseigner le diagnostic MK final (<b>Latéralisation de la douleur O/N? si oui, D/G?</b>)</p> <p>8. Renseigner la case "<b>CNSLBP (OUI/NON)</b>"</p>		
DÉBRIEFING		
<p>1. Récupérer tous les documents : <b>Recrutement + Protocole + Bilan 1 + Bilan 2 + Checklist LBP + Bilan 3 (x2) + Checklist Echo + Consentement</b></p> <p>2. Vérifier que le formulaire de consentement est signé</p> <p>3. Vérifier que toutes les lettres d'anonymat sont renseignées</p> <p>4. Vérifier que tous les champs sont renseignés</p> <p>5. Débriefer le patient tous ensemble afin de lui communiquer les résultats</p>		
<p>Remarques : (en rapport avec le déroulement du protocole)</p>		

## Annexe11 : Checklist « bilan lombalgie »

ANONYMAT	MÉMOIRE V.L. - Checklists
<b>CHECKLIST : BILAN LBP</b>	
<b>ACCUEIL DU PATIENT</b>	
Expliquer au patient qu'il <b>NE DOIT PAS DIRE</b> s'il est lombalgique aux examinateurs "écho"	
Transmettre : <b>Recrutement + Protocole + Bilan 1 (ODI) + Bilan 2 + Checklist LBP</b> avec anonymat déjà ok	
<b>BILAN LBP</b>	
Renseigner anonymat sur cette feuille	
Vérifier que la feuille de consentement est signée	
<b>NOTER le score ODI</b> sur la fiche Bilan 2	
Réaliser le bilan IAOM	
<b>NOTER les informations patient sur la feuille de recrutement</b> : âge, sexe, sport et état (partie BLEU)	
Réaliser les tests de MCD ( <b>Renseigner le champs "correct ou incorrect" pour chaque test</b> )	
Renseigner " <b>Déficit de MC global OUI/NON</b> " (OUI si au moins 2 tests notés incorrects)	
Renseigner le diagnostic MK final ( <b>Latéralisation de la douleur O/N? si oui, D/G?</b> )	
Renseigner la <b>case "CNSLBP (OUI/NON)"</b>	
Rappeler au patient qu' <b>IL NE DOIT PAS DIRE</b> s'il est <b>LBP</b> aux examinateurs "écho" (si Bilan d'abord)	
Envoyer le patient vers la salle d'échographie (si Bilan d'abord)	
<p><i>Remarques : (en rapport avec le déroulement du protocole)</i></p>	

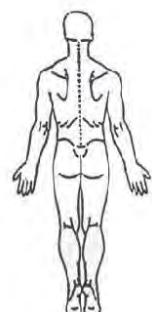
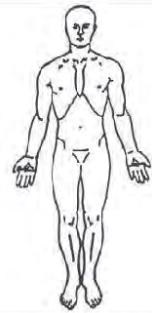
## Annexe12 : Checklist « bilan échographique »

ANONYMAT		MÉMOIRE V.L. - Checklists
<b>CHECKLIST : ÉCHOGRAPHIE</b>		
ACCUEIL DU PATIENT		
Expliquer au patient qu'il <b>NE DOIT PAS DIRE</b> s'il est lombalgique aux examinateurs "écho"		
Transmettre : <b>Protocole + Bilan 3 + Checklist Echo</b> avec anonymat déjà ok		
ÉCHOGRAPHIE		
Renseigner <b>anonymat</b> sur cette feuille ET sur la feuille "Mesures Echographiques"		
Renseigner l' <b>initiale</b> de son prénom sur la feuille "Mesures Echographiques"		
Préparer du <b>papier essuie-tout + oreiller + coussin bleu + gel écho</b>		
Mettre l'échographe sur le <b>côté DROIT du patient</b> (à gauche de la table)		
Noter l' <b>heure de début</b> de la séance sur la feuille "Mesures Echographiques"		
ECHO du TrA côté DROIT (du patient)		
> EPAISSEISSEMENT (Mode B)		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mettre l'<b>oreiller sous la tête</b></li> <li>- Positionner les <b>jambes à 90°</b> de flexion de genou</li> <li>- Dégraffer le 1er bouton du pantalon et la ceinture</li> <li>- Préciser que <b>les talons ne doivent pas s'enfoncer dans la table</b></li> <li>- Le <b>patient ne doit PAS voir l'écran</b> de l'échographe</li> <li>- Créer un <b>NOUVEAU dossier patient</b> nommé "VL xx X" où xx = anonymat / X = (A, V ou J)</li> <li>- Vérifier les <b>réglages de l'échographe</b> : sonde linéaire / mode MUS / profondeur 4,9cm / gain auto</li> <li>- Faire 3 mesures (<b>6 images</b>) à DROITE et mettre D en commentaire sur la 1ère image (Mode B)</li> </ul>		
> ACTIVATION (Mode TM & Mode B)		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Expliquer au patient qu'il doit faire <b>la même chose en expirant plus rapidement</b></li> <li>- Faire <b>3 images</b> de l'activation à DROITE et mettre D en commentaire sur la 1ère image (Mode TM)</li> <li>- Faire <b>1 vidéo</b> du schéma d'activation (<b>Mode B</b>)</li> <li>- Remplir "Partie 3 Schéma de substitution commun" = compensations TrA Droit</li> </ul>		
ECHO du TrA côté GAUCHE (du patient)		
> EPAISSEISSEMENT (Mode B)		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Expliquer au patient qu'il va <b>de nouveau</b> devoir <b>souffler lentement</b></li> <li>- Faire 3 mesures (<b>6 images</b>) à GAUCHE et mettre G en commentaire sur la 1ère image (Mode B)</li> </ul>		
> ACTIVATION (Mode TM & Mode B)		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Expliquer au patient qu'il doit faire <b>la même chose en expirant plus rapidement</b></li> <li>- Faire <b>3 images</b> de l'activation à GAUCHE et mettre G en commentaire sur la 1ère image (Mode TM)</li> <li>- Faire <b>1 vidéo</b> du schéma d'activation (<b>Mode B</b>)</li> <li>- Remplir "Partie 3 Schéma de substitution commun" = compensations TrA Gauche</li> <li>- <b>Souligner (ne PAS entourer)</b> le résultat dans la case "Schéma d'activation global physiologique : OUI/NON"</li> </ul>		

ANONYMAT	MÉMOIRE V.L. - Checklists	
<b>CHECKLIST : ÉCHOGRAPHIE</b>		
ECHO des MF côté GAUCHE (du patient)		
<p><b>&gt; EPAISSEISSEMENT (Mode B)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Demander au patient de s'allonger sur le ventre</li> <li>- Retirer l'oreiller, bien positionner le <b>coussin bleu</b> (entre les EIAS et le nombril)</li> <li>- Repérer et <b>marquer</b> au stylo l'emplacement de <b>L4</b></li> <li>- Expliquer au patient comment <b>lever légèrement la jambe CL</b> pour pouvoir identifier les MF</li> <li>- Identifier et noter la <b>forme des MF</b> sur la feuille de mesures</li> <li>- Faire 3 mesures (<b>6 images</b>) à GAUCHE et mettre G en commentaire sur la 1ère image (Mode B)</li> </ul>		
<p><b>&gt; ACTIVATION (Mode TM)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Faire <b>3 images</b> de l'activation des MF côté Gauche et mettre G en commentaire sur la 1ère image (Mode TM)</li> <li>- Renseigner la case "<b>Activation physiologique Gauche : OUI/NON</b>"</li> </ul>		
ECHO des MF côté DROIT (du patient)		
<p><b>&gt; EPAISSEISSEMENT (Mode B)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Faire 3 mesures (<b>6 images</b>) à DROITE et mettre D en commentaire sur la 1er image (Mode B)</li> </ul> <p><b>&gt; ACTIVATION (Mode TM)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Faire <b>3 images</b> de l'activation des MF côté Droit et mettre D en commentaire sur la 1ère image (Mode TM)</li> <li>- Renseigner la case "<b>Activation physiologique Droite : OUI/NON</b>"</li> <li>- Renseigner la case "<b>Activation physiologique (globale) : OUI/NON</b>"</li> </ul>		
<p>Noter l'<b>heure de fin</b> de la séance sur le tableau de mesure écho et laisser la place au 2nd examinateur</p> <p>Remplir "<b>Partie 1</b>" et "<b>Partie 2</b>" dans le tableau d'évaluation qualitative du TrA</p>		
<p><b>DÉBRIEFING</b></p> <p>Récupérer tous les documents : <b>Recrutement + Protocole + Bilan 1 + Bilan 2 + Checklist LBP + Bilan 3 (x2)</b> + <b>Checklist Echo + Consentement</b></p> <p>Vérifier que le formulaire de consentement est signé</p>		
<p><i>Remarques : (en rapport avec le déroulement du protocole)</i></p>		

## Annexe13 : Feuilles de résultats « bilan lombalgie »

ANONYMAT		MÉMOIRE V.L. - BILAN 2/2													
<b>BILAN DE LA LOMBALGIE</b>															
Bilan clinique du rachis lombaire & Tests d'altération du contrôle moteur (IAOM-US) - (Luomajoki, 2007 & 2008)															
<b>BILAN IAOM-US</b>															
<b>INSPECTION</b>															
<b>MVTS ACTIFS DEBOUT</b>		<b>Limitation</b>		<b>Douleur</b>		<b>Localisation</b>									
Flexion antérieure		G D		- ± + ++ +++											
Avec Fx cervicale Néri				- = +											
Extension		G D		- ± + ++ +++											
Inclinaison D															
Inclinaison G															
<b>TEST DE FORCE DEBOUT</b>		<b>Force</b>		<b>Douleur</b>		<b>Localisation</b>									
Pointe de pieds		G D													
Marche sur les talons		G D													
<b>TESTS NEURAUX ASSIS</b>		<b>1er Mvt</b>		<b>2ème Mvt</b>		<b>Localisation</b>	<b>Braggard</b>	<b>Néri</b>							
SLUMP		FD & EXT Genou		Flex Cervicale											
Initiation à G		- ± + ++ +++		- ± + ++ +++											
Initiation à D		- ± + ++ +++		- ± + ++ +++											
SLUMP		Flexion Cervicale		FD & EXT Genou											
Initiation à G		- ± + ++ +++		- ± + ++ +++											
Initiation à D		- ± + ++ +++		- ± + ++ +++											
<b>MVTS PASSIFS</b>		<b>Limitation</b>		<b>Douleur</b>		<b>Localisation</b>									
Flexion hanche G		- ± + ++ +++													
Flexion hanche D		- ± + ++ +++													
RM hanche G		- ± + ++ +++													
RM hanche D		- ± + ++ +++													
RL hanche G		- ± + ++ +++													
RL hanche D		- ± + ++ +++													
Provocation SIJ : DorsoLAT		- ± + ++ +++													
<b>TESTS RÉSISTÉS</b>		<b>Fore</b>		<b>Douleur</b>		<b>Localisation</b>									
Flexion hanche (L2,L3)		G D													
Tibial antérieur (L4)		G D													
Extension hallux (L4,L5)		G D													
Fibulaires (L4,L5,S1)		G D													
<b>RÉFLEXES</b>						<b>Localisation</b>									
Patellaire (L4,L5)		G D													
Babinski		G D													
<b>TESTS SENSITIFS</b>				<b>Douleur</b>		<b>Localisation</b>									
Touché Léger		G		- = +		L3 L4 L5 S1 S2									
Touché Léger		D		- = +		L3 L4 L5 S1 S2									
Pique Touche		G		- = +		L3 L4 L5 S1 S2									
Pique Touche		D		- = +		L3 L4 L5 S1 S2									



ANONYMAT	MÉMOIRE V.L. - BILAN 2/2					
<b>BILAN DE LA LOMBALGIE</b>						
Bilan clinique du rachis lombaire & Tests d'altération du contrôle moteur (IAOM-US) - (Luomajoki, 2007 & 2008)						
<b>ANAMNÈSE</b>						
<b>DIVERS</b>						
<b>LÉGENDE BILAN IAOM-US</b>						
✓ = NON limité/douloureux	↑ = rotation gauche	E 0-33 = butée molle	VNL = dans les limites normales			
± = très léger	↑ = rotation droite	E 34-66 = butée ferme	GHL = artic. glénohumérale			
⊕ = léger	→ = inclinaison gauche	E 67-100 = butée dure	ACJ = artic. acromioclaviculaire			
⊕⊕ = modéré	← = inclinaison droite	TXN = traction	SCJ = artic. sternoclaviculaire			
⊕⊕⊕ = sévère	↑ = flexion	JSM = mob articulaire spécifique	HUJ = artic. ulno-humérale			
Ω = résisté	↓ = extension	STM = mob des tissus mous	RHJ = artic. radio-humérale			
F = force	↔ = hypomobile	LDM = DLM	DRUJ = artic. radio-ulnaire distale			
E = butée (endfeel)	→ = hypermobile	NMR = réeduc neuromusculaire	PRUJ = artic. radio-ulnaire proximale			
TX = traitement	↗ = douleur	SMR = rééducation sensimotrice	TF = friction transversale			

## Annexe14 : Feuilles de résultats « bilan échographique »

### 1. Résultats de l'évaluation du TrA

ANONYMAT		MÉMOIRE V.L. - MESURES ÉCHOGRAPHIQUES				EXAMINATEUR (A/N/J)
Ratio d'épaississement du TrA (Mode B)		Évaluation qualitative du schéma d'activation du TrA (Mode B et TM)				
Norme 50-52 % (Lukens, 2015) - (Springer, 2006) - (Teyhen, 2005)		Évaluation qualitative (Glass, K, 1999) - (Hagins, M, 1989) - (Richardson, C, 1989) - (Whittaker, J, 2004)				
Côté Gauche	Côté Droit		CRITÈRES	Côté Gauche (O/N)	Côté Droit (O/N)	
MESURE 1	MESURE 1		1. Raccourcissement du TrA + mise en tension des fascia abdo antérieur et thoraco-lombaire			
INSPI (cm)	INSPI (cm)	PARTIE 1	2. Le TrA s'épaissit dans sa largeur = contraction			
EXPI (cm)	EXPI (cm)	Schéma optimal d'activation respecté	3. le TrA forme un arc latéralement = Action de corset			
RATIO (%)	RATIO (%)		4. Dimensions de l'OE et de l'OI relativement inchangées			
MESURE 2	MESURE 2		5. Schéma d'activation symétrique			
INSPI (cm)	INSPI (cm)	PARTIE 2	6. Le TrA, l'OI et l'OE s'épaississent tous et augmentent leur largeur simultanément, souvent rapidement			
EXPI (cm)	EXPI (cm)	Caractéristiques du schéma global non optimal d'activation	7. Activation mais le TrA ne se raccourcit pas et applique une tension sur le fascia adjacent			
RATIO (%)	RATIO (%)		8. Le TrA ne s'enveloppe pas autour de la taille			
MESURE 3	MESURE 3		9. Schéma d'activation asymétrique			
INSPI (cm)	INSPI (cm)		10. Maintien de la respiration ou de l'expiration forcée			
EXPI (cm)	EXPI (cm)		11. Gainage des muscles abdominaux superficiels			
RATIO (%)	RATIO (%)	PARTIE 3	12. Basculement postérieur du pelvis ou flexion du tronc			
RATIO MOYEN GAUCHE	RATIO MOYEN DROIT	Shéma de substitution commun	13. Dépression de la cage thoracique durant l' ADIM			
			14. Augmentation du poids sur les talons en décubitus			
			15. Activations phasiques rapides et activations contrôlées			
			16. Peu ou pas de mouvement de la partie basse de l'abdomen			
Ratio physiologiques ?	OUI	NON	RÉSULTATS (entourer le résultat)	Schéma d'activation global physiologique ?	OUI	NON

REMARQUES :  
(en rapport avec le déroulement de l'examen)

## 2. Résultats de l'évaluation des MF

HORAIRE DÉBUT HORAIRE DE FIN		MÉMOIRE V.L. - MESURES ÉCHOGRAPHIQUES		EXAMINATEUR (A/N/J)			
		Évaluation qualitative du schéma d'activation des MF (Mode B et TM)					
FORME (entourer le résultat)		CRITÈRES		Côté Gauche (O/N)		Côté Droit (O/N)	
RONDE	OVALE	TRIANGULAIRE	Shéma de substitution commun	17. Epaissement immédiat			
Activation physiologique des MF ?	Côté Gauche (O/N)	Côté Droit (O/N)	18. Pente de contraction nette et rapide				
			19. PAS de compensation des paraspinaux				
Ratio d'épaisseissement des MF (Mode B)							
Côté Gauche		Côté Droit		Côté Gauche		Côté Droit	
MESURE 1		MESURE 1		MESURE 3		MESURE 3	
A/P REPOS (cm)	A/P REPOS (cm)	A/P REPOS (cm)	A/P REPOS (cm)	A/P REPOS (cm)	A/P REPOS (cm)	A/P REPOS (cm)	A/P REPOS (cm)
LAT REPOS (cm)	LAT REPOS (cm)	LAT REPOS (cm)	LAT REPOS (cm)	LAT REPOS (cm)	LAT REPOS (cm)	LAT REPOS (cm)	LAT REPOS (cm)
A/P EFFORT (cm)	A/P EFFORT (cm)	A/P EFFORT (cm)	A/P EFFORT (cm)	A/P EFFORT (cm)	A/P EFFORT (cm)	A/P EFFORT (cm)	A/P EFFORT (cm)
LAT EFFORT (cm)	LAT EFFORT (cm)	LAT EFFORT (cm)	LAT EFFORT (cm)	LAT EFFORT (cm)	LAT EFFORT (cm)	LAT EFFORT (cm)	LAT EFFORT (cm)
MESURE 2		MESURE 2		ÉPAISSEUR MOYENNE GAUCHE		ÉPAISSEUR MOYENNE DROITE	
A/P REPOS (cm)	A/P REPOS (cm)	A/P REPOS (cm)	A/P REPOS (cm)	A/P REPOS (cm)	A/P REPOS (cm)	A/P REPOS (cm)	A/P REPOS (cm)
LAT REPOS (cm)	LAT REPOS (cm)	LAT REPOS (cm)	LAT REPOS (cm)	LAT REPOS (cm)	LAT REPOS (cm)	LAT REPOS (cm)	LAT REPOS (cm)
A/P EFFORT (cm)	A/P EFFORT (cm)	A/P EFFORT (cm)	A/P EFFORT (cm)	A/P EFFORT (cm)	A/P EFFORT (cm)	A/P EFFORT (cm)	A/P EFFORT (cm)
LAT EFFORT (cm)	LAT EFFORT (cm)	LAT EFFORT (cm)	LAT EFFORT (cm)	LAT EFFORT (cm)	LAT EFFORT (cm)	LAT EFFORT (cm)	LAT EFFORT (cm)
Ratio d'épaisseissement physiologique ?		OUI	NON	RATIO A/P MOY. (%)	RATIO A/P MOY. (%)	RATIO A/P MOY. (%)	

REMARQUES : (en rapport avec le déroulement de l'examen)

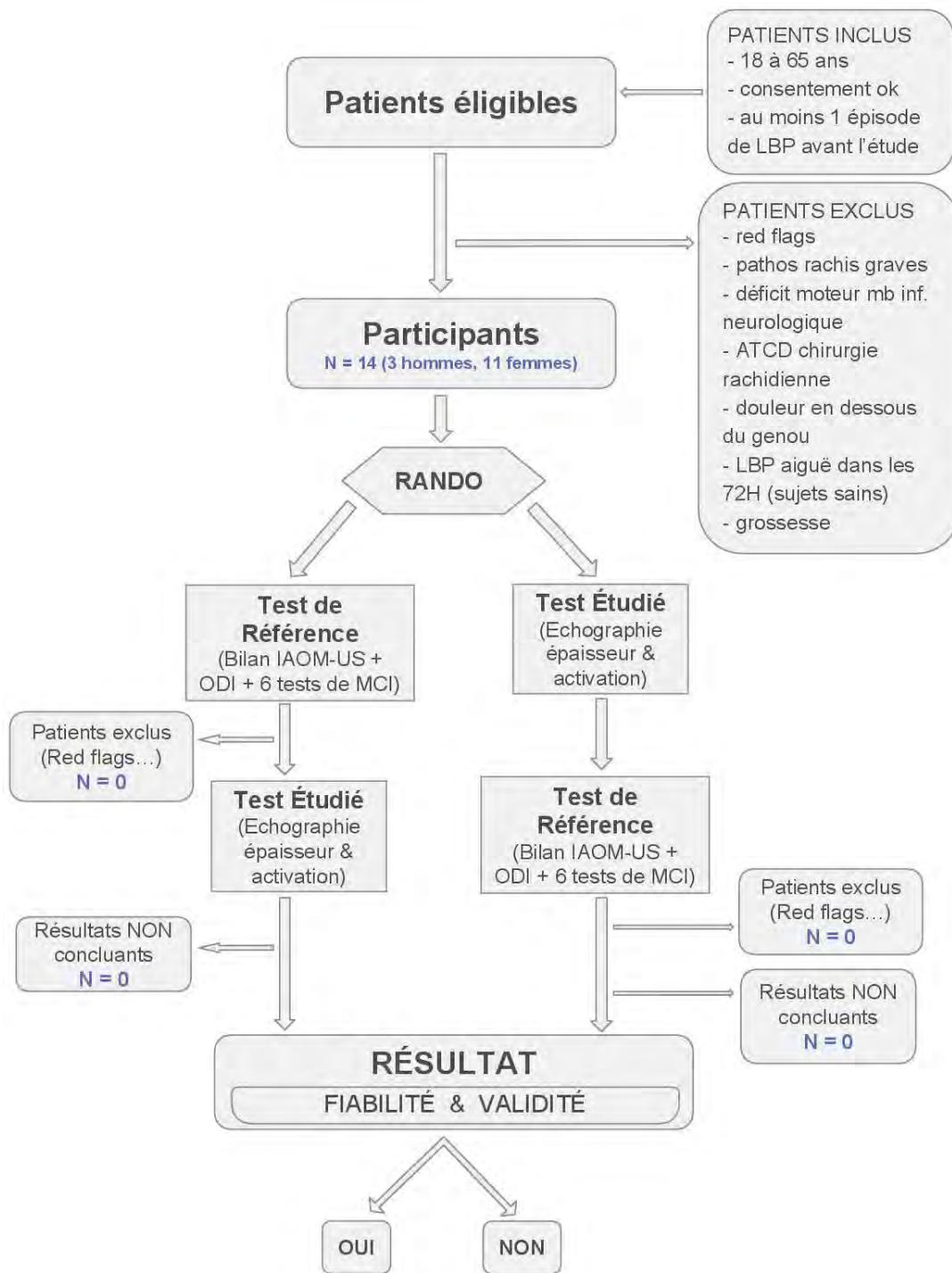
### 3. Interprétation (TrA et MF) par l'examinateur 1 (étude de validité)

MUSCLE	CRITÈRES	GROUPE LOMBALGIQUE																		GROUPE CONTRÔLE																											
		PATIENT SAIN			PATIENT 1			PATIENT 2			PATIENT 3			PATIENT 4			PATIENT 5			PATIENT 6			PATIENT 7			PATIENT 8			PATIENT 9			PATIENT 10			PATIENT 11			PATIENT 12			PATIENT 13			PATIENT 14			
TrA	1. Raccourcissement du TrA + mise en tension des fascia abdo antérieur et thoraco-lombaire	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0												
	2. Le TrA s'épaissit dans sa largeur = contraction	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0												
	3. Le TrA forme un arc latéralement = Action de corset	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0												
	4. Dimensions de l'OE et de l'OI relativement inchangées	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0												
	5. Schéma d'activation symétrique	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0												
	6. Le TrA, l'OI et l'OE s'épaissent tous et augmentent leur largeur simultanément, souvent rapidement	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0												
	Caractéristiques du schéma global non optimal d'activation	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0												
	7. Activation moite, le TrA ne se raccourcit pas et n'apporte pas de tension sur le fascia adjacent	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0												
	8. Le TrA ne s'enveloppe pas autour de la taille	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0												
	9. Schéma d'activation asymétrique	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0												
	10. Maintien de la respiration ou de l'expiration forcée	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0												
	11. Gainage des muscles abdominaux superficiels	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0												
	12. Basculement postérieur du pelvis ou flexion du tronc	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0											
	13. Dépression de la cage thoracique durant l'ADIM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0											
	14. Augmentation du poids sur les talons en décubitus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0											
	15. Activations phasiques rapides et activations contrôlées	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0												
	16. Peu ou pas de mouvement de la partie basse de l'abdomen	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0												
	17. Épaississement immédiat	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0											
	18. Peinte de contraction nète et rapide	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0											
	19. PAS de compensation des paraspinaux	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0											
MF	Schéma optimal d'activation	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0											
	LEGENDE																																														
		0																																													
		1																																													

#### 4. Données de l'étude de fiabilité (pour les critères valides)

		COTE DROIT						EXAMINATEUR 2 (côté DROIT)					
		EXAMINATEUR 1 (côté DROIT)			CRIT15 CRIT16 CRIT18-MF CRIT19-MF			CRITERES CRIT5 CRIT15 CRIT16 CRIT18-MF CRIT19-MF					
CRTES	CRITS	P1-D	1	1	0	0	P1-D	1	1	1	0	0	0
P2-D	1	1	1	1	1	0	P2-D	0	1	0	0	0	0
P3-D	1	1	1	1	1	1	P3-D	1	1	1	1	1	1
P4-D	1	0	1	1	1	1	P4-D	1	1	0	0	0	1
P5-D	1	1	1	1	0	1	P5-D	1	0	1	0	0	0
P6-D	1	1	1	1	1	1	P6-D	1	1	1	1	1	1
P7-D	1	1	1	0	0	0	P7-D	1	1	1	1	1	0
P8-D	0	1	1	1	1	1	P8-D	0	0	0	0	1	1
P9-D	0	0	0	0	0	0	P9-D	0	0	0	0	1	0
P10-D	0	0	0	0	0	0	P10-D	0	0	0	0	0	0
P11-D	0	0	0	0	0	0	P11-D	0	0	0	0	0	0
P12-D	0	0	0	0	0	0	P12-D	0	0	0	0	0	0
P13-D	1	0	1	0	0	0	P13-D	0	0	0	0	0	0
P14-D	0	0	0	0	0	0	P14-D	0	0	0	0	0	0
COTE GAUCHE													
		EXAMINATEUR 1 (côté GAUCHE)						EXAMINATEUR 2 (côté GAUCHE)					
CRTES	CRITS	P1-G	1	0	1	0	CRITERES	CRIT5	CRIT15	CRIT16	CRIT18-MF	CRIT19-MF	
P2-G	1	1	1	1	1	1	P1-G	1	0	1	0	0	0
P3-G	1	1	1	1	1	1	P2-G	0	1	0	0	0	0
P4-G	1	0	1	1	0	0	P3-G	1	1	1	1	1	1
P5-G	1	1	1	1	0	1	P4-G	1	0	0	0	0	1
P6-G	1	1	1	1	1	1	P5-G	1	0	1	0	0	1
P7-G	1	1	1	1	1	1	P6-G	1	1	1	1	1	1
P8-G	0	1	1	1	1	1	P7-G	1	1	1	1	0	0
P9-G	0	0	0	0	0	0	P8-G	0	0	0	0	1	1
P10-G	0	0	0	0	0	0	P9-G	0	0	0	0	0	0
P11-G	0	0	0	0	0	0	P10-G	0	0	0	0	0	0
P12-G	0	0	0	0	0	0	P11-G	0	0	0	0	0	0
P13-G	1	0	1	0	0	0	P12-G	0	0	0	0	0	0
P14-G	0	0	0	0	0	0	P13-G	0	0	0	1	0	0
							P14-G	0	0	0	0	0	0

## Annexe15 : Diagramme de flux STARD



## Annexe16 : Tableau de résultats des tests de corrélations

### 1. Corrélations entre échographie, score Luomajoki et score Oswestry

		COTE DROIT																			
		Corrélations avec les muscles du côté DROIT (en jaune les valeurs de cor > 0.4)																			
		CRIT1	CRIT2	CRIT3	CRIT4	CRIT5	CRIT6	CRIT7	CRIT8	CRIT9	CRIT10	CRIT11	CRIT12	CRIT13	CRIT14	CRIT15	CRIT16	CRIT17-MF	CRIT18-MF	CRIT19-MF	
cor	LUOM	0.4524647	NA	0.4522670	-0.15980054	0.56830197	-0.035533463	0.4522670	0.4522670	0.32141217	-0.10050378	-0.05504819	-0.01860861	NA	NA	0.4623660	0.69227705	0.07537784	0.3302891	0.71562645	
cor	Odi	0.44311836	NA	0.35544965	-0.38934614	0.24545502	0.03927280	0.44311836	0.44311836	0.02805063	-0.005554013	0.14601879	-0.005554013	NA	NA	0.7074339	0.57789106	-0.12218829	0.2311864	0.28798151	
		CRITERES	CRIT1	CRIT2	CRIT3	CRIT4	CRIT5	CRIT6	CRIT7	CRIT8	CRIT9	CRIT10	CRIT11	CRIT12	CRIT13	CRIT14	CRIT15	CRIT16	CRIT17-MF	CRIT18-MF	CRIT19-MF
		LUOM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		Odi	0.1125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		CRITERES	CRIT1	CRIT2	CRIT3	CRIT4	CRIT5	CRIT6	CRIT7	CRIT8	CRIT9	CRIT10	CRIT11	CRIT12	CRIT13	CRIT14	CRIT15	CRIT16	CRIT17-MF	CRIT18-MF	CRIT19-MF
		LUOM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		Odi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		Corrélations avec les muscles du côté DROIT (en orange les valeurs de cor < 0.4)																			
		Corrélations avec les muscles du côté DROIT (en rouge les valeurs de cor > 0.4 si p < 0.05)																			
		Corrélations avec les muscles du côté DROIT (en bleu les valeurs de cor < 0.4 si p < 0.05)																			
		Corrélations avec les muscles du côté DROIT (en bleu les valeurs de cor < 0.4 si p < 0.05)																			
		Corrélations avec les muscles du côté DROIT (en bleu les valeurs de cor < 0.4 si p < 0.05)																			
		Corrélations avec les muscles du côté DROIT (en bleu les valeurs de cor < 0.4 si p < 0.05)																			
		Corrélations avec les muscles du côté DROIT (en bleu les valeurs de cor < 0.4 si p < 0.05)																			
		Corrélations avec les muscles du côté DROIT (en bleu les valeurs de cor < 0.4 si p < 0.05)																			
		Corrélations avec les muscles du côté DROIT (en bleu les valeurs de cor < 0.4 si p < 0.05)																			
		Corrélations avec les muscles du côté DROIT (en bleu les valeurs de cor < 0.4 si p < 0.05)																			
		Corrélations avec les muscles du côté DROIT (en bleu les valeurs de cor < 0.4 si p < 0.05)																			
		Corrélations avec les muscles du côté DROIT (en bleu les valeurs de cor < 0.4 si p < 0.05)																			
		Corrélations avec les muscles du côté DROIT (en bleu les valeurs de cor < 0.4 si p < 0.05)																			
		Corrélations avec les muscles du côté DROIT (en bleu les valeurs de cor < 0.4 si p < 0.05)																			
		Corrélations avec les muscles du côté DROIT (en bleu les valeurs de cor < 0.4 si p < 0.05)																			
		Corrélations avec les muscles du côté DROIT (en bleu les valeurs de cor < 0.4 si p < 0.05)																			
		Corrélations avec les muscles du côté DROIT (en bleu les valeurs de cor < 0.4 si p < 0.05)																			
		Corrélations avec les muscles du côté DROIT (en bleu les valeurs de cor < 0.4 si p < 0.05)																			
		Corrélations avec les muscles du côté DROIT (en bleu les valeurs de cor < 0.4 si p < 0.05)																			
		Corrélations avec les muscles du côté DROIT (en bleu les valeurs de cor < 0.4 si p < 0.05)																			
		Corrélations avec les muscles du côté DROIT (en bleu les valeurs de cor < 0.4 si p < 0.05)																			
		Corrélations avec les muscles du côté DROIT (en bleu les valeurs de cor < 0.4 si p < 0.05)																			
		Corrélations avec les muscles du côté DROIT (en bleu les valeurs de cor < 0.4 si p < 0.05)																			
		Corrélations avec les muscles du côté DROIT (en bleu les valeurs de cor < 0.4 si p < 0.05)																			
		Corrélations avec les muscles du côté DROIT (en bleu les valeurs de cor < 0.4 si p < 0.05)																			
		Corrélations avec les muscles du côté DROIT (en bleu les valeurs de cor < 0.4 si p < 0.05)																			
		Corrélations avec les muscles du côté DROIT (en bleu les valeurs de cor < 0.4 si p < 0.05)																			
		Corrélations avec les muscles du côté DROIT (en bleu les valeurs de cor < 0.4 si p < 0.05)																			
		Corrélations avec les muscles du côté DROIT (en bleu les valeurs de cor < 0.4 si p < 0.05)																			
		Corrélations avec les muscles du côté DROIT (en bleu les valeurs de cor < 0.4 si p < 0.05)																			
		Corrélations avec les muscles du côté DROIT (en bleu les valeurs de cor < 0.4 si p < 0.05)																			
		Corrélations avec les muscles du côté DROIT (en bleu les valeurs de cor < 0.4 si p < 0.05)																			
		Corrélations avec les muscles du côté DROIT (en bleu les valeurs de cor < 0.4 si p < 0.05)																			
		Corrélations avec les muscles du côté DROIT (en bleu les valeurs de cor < 0.4 si p < 0.05)																			
		Corrélations avec les muscles du côté DROIT (en bleu les valeurs de cor < 0.4 si p < 0.05)																			
		Corrélations avec les muscles du côté DROIT (en bleu les valeurs																			

## 2. Corrélation entre les tests de Luomajoki et le questionnaire Oswestry

CORRELATIONS GLOBALE				
Corrélations globales (en jaune les valeurs de cor > 0.4)				
cor	LUOM	1.00000000	0.53587134	
	ODI	0.53587134	1.00000000	
Corrélations globales (en orange les valeurs de p < 0.05 pour les valeurs de cor > 0.4)				
p	LUOM	NA	0.04825	
	ODI	0.04825	NA	
Corrélations globales (en rouge les valeurs de cor > 0.4 si p < 0.05)				
cor	LUOM	-	0.53587134	
	ODI	0.53587134	-	
Corrélations globales (en bleu les valeurs de IC 95%)				
IC 95 % inf	LUOM	-	0.007394157	
IC 95 % sup		-	0.830360728	
IC 95 % inf	ODI	0.007394157	-	
IC 95 % sup		0.830360728	-	
LEGENDE				
LUOM		ODI		
score Luomajoki sur 6		score Oswestry sur 100		

## Annexe17 : Tableau de résultats des tests de kappa

COTE DROIT																			
		Coefficient de Kappa entre Luomajoki (déficit global de CM oui/non) et chaque critère du côté DROIT (en jaune les valeurs de k > 0.4)																	
CRITERES	CRIT1	CRIT2	CRIT3	CRIT4	CRIT5	CRIT6	CRIT7	CRIT8	CRIT9	CRIT10	CRIT11	CRIT12	CRIT13	CRIT14	CRIT15	CRIT16	CRIT17-MF	CRIT18-MF	CRIT19-MF
LUOM-BOOL	0.186	NA	0.169	-0.235	0.314	0.0392	0.186	0.169	-0.0244	-0.256	0.0667	-0.256	NA	NA	0.429	0.472	0.103	0.378	0.689
p	0.48	NA	0.255	0.334	0.198	0.872	0.48	0.255	0.923	0.255	0.803	0.255	NA	NA	0.0943	0.0376	0.649	0.158	0.00995
Coefficient de Kappa entre Luomajoki (déficit global de CM oui/non) et chaque critère du côté DROIT (en orange les valeurs de p < 0.05 pour les valeurs de k > 0.4)																			
CRITERES	CRIT1	CRIT2	CRIT3	CRIT4	CRIT5	CRIT6	CRIT7	CRIT8	CRIT9	CRIT10	CRIT11	CRIT12	CRIT13	CRIT14	CRIT15	CRIT16	CRIT17-MF	CRIT18-MF	CRIT19-MF
k	-	NA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	NA	NA	-	0.472	-	-	0.089
Coefficient de Kappa entre Luomajoki (déficit global de CM oui/non) et chaque critère du côté DROIT (en bleu les valeurs de k > 0.4 si p < 0.05)																			
CRITERES	CRIT1	CRIT2	CRIT3	CRIT4	CRIT5	CRIT6	CRIT7	CRIT8	CRIT9	CRIT10	CRIT11	CRIT12	CRIT13	CRIT14	CRIT15	CRIT16	CRIT17-MF	CRIT18-MF	CRIT19-MF
IC 95 % inf	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	-	-	-	0.29
IC 95 % sup	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.84	-	-	-	1
Coefficient de Kappa entre Luomajoki (déficit global de CM oui/non) et chaque critère du côté DROIT (en bleu les valeurs de IC 95% pour les valeurs pertinentes)																			
CRITERES	CRIT1	CRIT2	CRIT3	CRIT4	CRIT5	CRIT6	CRIT7	CRIT8	CRIT9	CRIT10	CRIT11	CRIT12	CRIT13	CRIT14	CRIT15	CRIT16	CRIT17-MF	CRIT18-MF	CRIT19-MF
LUOM-BOOL	-0.14	NA	0.263	-0.143	0.314	0.143	-0.14	0.263	-0.0244	-0.256	0.0667	-0.256	NA	NA	0.553	0.472	0.103	0.378	0.553
p	0.597	NA	0.145	0.577	0.198	0.577	0.597	0.145	0.923	0.255	0.803	0.255	NA	NA	0.0363	0.0376	0.649	0.158	0.0363
Coefficient de Kappa entre Luomajoki (déficit global de CM oui/non) et chaque critère du côté GAUCHE (en orange les valeurs de k > 0.4)																			
CRITERES	CRIT1	CRIT2	CRIT3	CRIT4	CRIT5	CRIT6	CRIT7	CRIT8	CRIT9	CRIT10	CRIT11	CRIT12	CRIT13	CRIT14	CRIT15	CRIT16	CRIT17-MF	CRIT18-MF	CRIT19-MF
LUOM-BOOL	-0.14	NA	0.255	0.334	0.198	0.872	0.48	0.255	0.923	0.255	0.803	0.255	NA	NA	0.0943	0.0376	0.649	0.158	0.00995
p	-	NA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	NA	NA	-	0.472	-	-	0.553
Coefficient de Kappa entre Luomajoki (déficit global de CM oui/non) et chaque critère du côté GAUCHE (en orange les valeurs de p < 0.05 pour les valeurs de k > 0.4)																			
CRITERES	CRIT1	CRIT2	CRIT3	CRIT4	CRIT5	CRIT6	CRIT7	CRIT8	CRIT9	CRIT10	CRIT11	CRIT12	CRIT13	CRIT14	CRIT15	CRIT16	CRIT17-MF	CRIT18-MF	CRIT19-MF
LUOM-BOOL	-0.14	NA	0.255	0.334	0.198	0.872	0.48	0.255	0.923	0.255	0.803	0.255	NA	NA	0.0943	0.0376	0.649	0.158	0.00995
p	-	NA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	NA	NA	-	0.472	-	-	0.553
Coefficient de Kappa entre Luomajoki (déficit global de CM oui/non) et chaque critère du côté GAUCHE (en bleu les valeurs de IC 95% pour les valeurs pertinentes)																			
CRITERES	CRIT1	CRIT2	CRIT3	CRIT4	CRIT5	CRIT6	CRIT7	CRIT8	CRIT9	CRIT10	CRIT11	CRIT12	CRIT13	CRIT14	CRIT15	CRIT16	CRIT17-MF	CRIT18-MF	CRIT19-MF
IC 95 % inf	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.11	0.1	-	-	0.11
IC 95 % sup	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.99	0.84	-	-	0.99

## Annexe18 : Tableau de résultats pour la sensibilité et la spécificité

DROITE				GAUCHE			
CRIT15	CRIT16	CRIT19-MF	LUOM-BOOL	CRIT15	CRIT16	CRIT19-MF	LUOM-BOOL
1	1	0	0	0	1	0	0
1	1	0	0	1	1	1	0
1	1	1	0	1	1	1	0
0	1	1	1	0	1	0	1
1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	0	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	1	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
RECENSEMENT							
LEGENDE			COTE DROIT			COTE GAUCHE	
Résultats vrais positifs (a)			4	5	4	4	5
Résultats faux négatifs (c)			1	0	1	1	0
Résultats faux positifs (b)			3	4	1	2	4
Résultats vrais négatifs (d)			6	5	8	7	5
PRECISION DU DIAGNOSTIC							
CRITERES	COTE DROIT			COTE GAUCHE			
	CRIT15	CRIT16	CRIT19-MF	CRIT15	CRIT16	CRIT19-MF	
Sensibilité	0.80	1	0.80	0.80	1	0.80	
Spécificité	0.66	0.55	0.83	0.77	0.63	0.77	
PRECISION GLOBALE DU DIAGNOSTIC							
CRITERES	CRIT15	CRIT16	CRIT19-MF	CRIT15	CRIT16	CRIT19-MF	
Sensibilité	0.80	1	0.80				
Spécificité	0.66	0.55	0.77				



# RÉSUMÉ

**Contexte:** De nombreuses études mettent en avant l'intérêt de repérer les patients lombalgiques non spécifiques avec un déficit de contrôle moteur afin de les traiter spécifiquement. Cependant, peu d'outils fiables, valides et utilisables en pratique clinique quotidienne sont actuellement disponibles. Le but de cette étude est donc d'évaluer la fiabilité et la validité d'une évaluation qualitative échographique pour dépister un déficit de contrôle moteur.

**Méthode:** Une étude contrôlée, randomisée a été conduite sur 14 patients entre 21 et 62 ans (8 lombalgiques et 6 contrôles). Des critères d'évaluation qualitatifs ont été sélectionnés pour qualifier les schémas d'activation des muscles multifides (MF) et du muscle transverse de l'abdomen (TrA). La fiabilité inter-examinateur a été testée pour le jugement de chaque critère échographique. La validité de l'évaluation échographique a été évaluée en corrélant chaque critère aux tests de Luomajoki et au score du questionnaire Oswestry. Chaque patient réalisait en suivant l'examen échographique et les tests de Luomajoki selon un ordre aléatoire.

**Résultats:** Dix-neuf critères ont été testés (16 pour le TrA et 3 pour les MF). Pour le TrA, trois critères étaient corrélés aux tests de Luomajoki ( $cor > 0.4$  et  $p < 0.05$ ). Pour les MF, deux étaient corrélés à ces mêmes tests ( $cor > 0.4$  et  $p < 0.05$ ). La fiabilité était bonne à excellente selon les critères. La corrélation entre les tests de Luomajoki et le questionnaire Oswestry était modérée ( $cor = 0.54$  et  $p < 0.05$ ).

**Conclusion:** Cette étude est une première étape pour valider l'utilisation de l'échographie dans le but d'évaluer qualitativement le contrôle moteur chez les patients lombalgiques non spécifiques. Des études de plus grandes ampleurs sont maintenant nécessaires afin de confirmer ces résultats.

**Mots-clés:** échographie, fiabilité, validité, contrôle moteur, lombalgie commune

# ABSTRACT

**Background:** Several studies highlight the interest in identifying patients with motor control impairment in non specific low back pain (NSLBP). However, few reliable, valid and usable tools in daily clinical practice are at present available. The aim of this study is to evaluate the reliability and validity of a qualitative ultrasound imaging (USI) assessment to detect motor control impairments in this population.

**Methods:** A randomized, controlled trial was conducted on 14 patients with an age range of 21-62 years (8 patients with NSLBP and 6 healthy controls). Qualitative evaluation criteria were selected to describe activation patterns of the multifidus muscles (MF) and transversus abdominis muscle (TrA). The inter-examiner reliability was tested for the judgment of each ultrasound criterion. The validity of USI assessment was established by correlating each criterion with the Luomajoki battery of tests and with the Oswestry Disability Index (ODI). Each patient underwent an ultrasound assessment and Luomajoki's tests in a randomised order.

**Results:** Nineteen criteria were tested (16 for the TrA and 3 for the MF). For the TrA muscle, three criteria were correlated with Luomajoki's tests ( $cor > 0.4$  and  $p < 0.05$ ). For the MF muscles, two were correlated with those tests ( $cor > 0.4$  and  $p < 0.05$ ). Reliability was good to excellent according to the criteria. The correlation between the Luomajoki's tests and the ODI was moderate ( $cor = 0.54$  and  $p < 0.05$ ).

**Conclusion:** This is a first step in the validation of the use of USI to assess motor control impairment with qualitative criteria. Further studies on a larger scale population are now necessary to confirm these results.

**Keywords:** qualitative ultrasound imaging, reliability, validity, motor control impairment, non specific low back pain