

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

ÉTUDE COMPARATIVE ENTRE LA DOUBLE
INCLINOMÉTRIE ET LE SPINAL MOUSE® APPLIQUÉE
AU RACHIS LOMBAIRE.

Mémoire présenté par **Frédéric SCHUH**

étudiant en 3^{ème} année de masso-kinésithérapie

en vue de l'obtention du Diplôme d'Etat

de Masseur-Kinésithérapeute. 2010 - 2011.

SOMMAIRE

RESUME

RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE.....	1
1. INTRODUCTION.....	2
2. RAPPELS ANATOMO-PHYSIOLOGIQUES.....	3
2.1. Anatomie et biomécanique.....	3
2.2. La mobilité du complexe lombo – pelvi – fémorale.....	5
3. TECHNIQUES EXISTANT POUR MESURER L'ANTEFLEXION.....	6
3.1. Le test de la distance doigt sol (dds)	6
3.2. Le test de Schober.....	6
3.3 Le test de Schober modifié (Macrae et Wright).....	7
3.4. Le test de Schober Laserre.....	7
3.5. La mesure par double inclinométrie.....	8
3.6. La mesure par Spinal Mouse®.....	8
4. MESURES COMPAREES ENTRE LA DOUBLE INCLINOMETRIE ET LE SPINAL MOUSE®.....	9
5. PROTOCOLE.....	9
5.1. Objectifs.....	9
5.2. Population.....	10
5.3. Matériels.....	10
5.4. Condition préalable.....	11
6. METHODE.....	11
6.1. Repérage osseux.....	11

6.1.1. Repérage pour le Spinal Mouse®	11
6.1.2. Repérage pour la double inclinométrie.....	12
6.2. Mesures en position initiale.....	13
6.2.1. Avec le Spinal Mouse®.....	13
6.2.2. Avec la double inclinométrie.....	14
6.3. Mesure en position de flexion.....	14
6.3.1. Avec le Spinal Mouse®.....	14
6.3.2. Avec la double inclinométrie.....	15
7. ETUDE STATISTIQUE.....	16
8. RESULTATS.....	17
8.1. Description de l'échantillon.....	17
8.2. Présentation des résultats.....	17
8.2.1 Comparaison des résultats obtenu avec Spinal Mouse® et double inclométrie pour la flexion totale.....	17
8.2.2 Comparaison des résultats obtenu avec Spinal Mouse® et double inclométrie pour la flexion lombaire.....	18
8.2.3 Comparaison des résultats obtenu avec Spinal Mouse® et double inclométrie pour la flexion sous pelvienne.....	19
8.2.4. Effet de la variable sexe sur les deux mesures	19
8.2.4.1 Obtenues avec la double inclinométrie.....	19
8.2.4.2 Obtenues avec le Spinal Mouse®.....	20
8.2.5. Effet de la variable sport sur les deux mesures.....	21
8.2.6. Effet de la variable IMC sur les deux mesures.....	22
8.2.7. Ratio lombaire – sous pelvien	22
9. DIFFICULTES RENCONTREES.....	23

10. DISCUSSION.....24

11. CONCLUSION30

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXES

RESUME

L'évaluation de la mobilité rachidienne est une étape incontournable dans le diagnostic et l'évaluation des déficiences liées à la pathologie lombaire. De nombreuses techniques permettent de quantifier cette mobilité. Nous nous sommes plus particulièrement intéressés au Spinal Mouse® et à la double inclinométrie. L'objectif de cette étude est de comparer ces deux méthodes pour la mobilité du secteur lombaire et sous – pelvien dans un premier temps, d'analyser l'influence de divers paramètres sur cette mobilité et enfin, d'étudier les ratios lombaire/sous – pelvien obtenus avec les deux techniques.

Les résultats montrent d'une part, qu'il existe une différence significative d'un point de vue statistique pour la mobilité lombaire entre les deux techniques ($p = 0,00007$). Cependant la corrélation entre les deux méthodes est jugée bonne. D'autre part, seul le paramètre « sexe » à une influence sur l'amplitude de mobilité ($p = 0,009$ avec la double inclinométrie et $p = 0,039$ avec le Spinal Mouse® pour la flexion totale). Enfin, la comparaison des ratios ne diffère pas entre les deux méthodes ($p = 0,08$ et $p = 0,25$). Ces ratios correspondent respectivement à 52/48 ($61^\circ/56^\circ$) pour le Spinal Mouse® et à 51/49 ($59^\circ/57^\circ$) pour la double inclinométrie chez la femme. Chez l'homme, le ratio est de 55/45 ($60^\circ/48^\circ$) avec le Spinal Mouse® et de 54/46 ($57^\circ/48^\circ$) avec la double inclinométrie. Cependant, nous notons qu'il existe une différence significative entre les ratios de la femme et de l'homme quelque soit la méthode utilisée ($p = 0,02$ avec le Spinal Mouse® et $p = 0,046$ avec la double inclinométrie).

Ces deux outils de mesure permettent donc d'évaluer aussi bien la flexion lombaire que sous – pelvienne afin d'établir des ratios proches de la littérature et d'objectiver les secteurs en surcharges de contraintes afin d'orienter notre rééducation.

Mot clés : Spinal Mouse®, Double inclinométrie, Ratio lombaire/sous-pelvien, Mobilité lombaire.

RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

Nous avons effectué des interrogations sur différentes bases de données avec les mots clés suivant :

- *Complexe lombo pelvi fémoral*

EM Consulte : 767 références dont 2 livres (Biomécanique fonctionnelle : Membres, tête et tronc et Anatomie de l'appareil locomoteur membre inférieur tome 1 M. DUFOUR)

Documentation IFPEK : 127 références

- *Evaluation des lombalgies*. Publication parue depuis 1997.

EM Consulte : 264 références

- *Lombalgie*

Site HAS <http://www.has-sante.fr> : 27 références

- *Double inclinométrie* :

EM Consulte : 34 références Google Scholar : 34 références

- *Spinal Mouse*

Pubmed : 15 références

- *Mobilité du rachis lombaire*

Reedoc : 12 références

- *Bilan articulaire du rachis*. Publication parue depuis 2000

EM Consulte : 25 références

1. INTRODUCTION

Les lombalgies communes représentent près de 6 millions de consultations en France chaque année et constituent la 3^e cause d'invalidité en France [1]. Cette pathologie est souvent liée à une atteinte des régions sous-pelvienne et/ou sus pelvienne et se traduit notamment par un déficit de mobilité [2]. Or, comme le dit B-F Badelon « toute atteinte à la mobilité d'un élément sus pelvien ou sous pelvien entraînera des conséquences d'hyperfonctionnement compensatoire sur l'autre » [3]. C'est pourquoi il est important de savoir où se situe le dysfonctionnement. Ainsi l'évaluation de la mobilité reste une étape incontournable du bilan clinique rachidien. En ce qui concerne le segment lombaire, la difficulté des prises de mesures réside dans la nécessité de dissocier le rachis de la ceinture pelvienne.

En effet, la plupart des tests de souplesse de la colonne lombaire dans le plan sagittal sont souvent incomplets ou non spécifiques et donc conduisent à des erreurs d'interprétation :

- intervention des ischio - jambiers dans le test distance doigts - sol (DDS). Ce dernier ne permet pas de faire la distinction entre les différents secteurs de mobilité. [4]
- non participation du segment L5-S1 dans le test de Schober initial [5].

Cependant peu de tests cliniques permettent d'évaluer à la fois le niveau lombaire et le niveau sous-pelvien si ce n'est la double inclinométrie.

De plus, depuis quelques années, le développement de l'informatique et des nouvelles technologies a mis sur le marché de nouveaux outils de mesure de la mobilité rachidienne (Bioval, Spinal Mouse®). Nous nous sommes plus intéressés au Spinal Mouse®.

Ainsi, le but de cette étude est, dans un premier temps, de comparer les mesures obtenues avec la double inclinométrie à celles obtenues avec le Spinal Mouse® lors de la flexion antérieure du tronc pour le secteur lombaire et sous-pelvien.

Dans un second temps, nous analyserons l'influence des différents paramètres (sexe, taille, poids, activité sportive) sur la mobilité des deux secteurs.

Dans un troisième temps, nous étudierons le ratio entre la flexion lombaire et la flexion sous-pelvienne à partir de ces deux méthodes.

2. RAPPELS ANATOMO-PHYSIOLOGIQUES

Le mouvement permettant de se pencher en avant depuis la position érigée, genoux tendus, met en jeu à la fois la mobilité des segments vertébraux dorsaux, lombaires et du bassin autour des coxo – fémorales. On parle alors du complexe lombo – pelvi – fémoral (LPF). [6]

2.1. Anatomie et biomécanique

Le rachis lombaire est constitué de 5 vertèbres de L1 à L5, il s'agit de la région du rachis la plus volumineuse. Les vertèbres lombaires sont plus massives, ainsi que les disques intervertébraux qui les séparent, car ils soutiennent toute la partie sus-jacente du corps. Le rachis lombaire se doit d'être robuste afin de protéger les éléments nerveux, souple pour permettre la mobilité bien que sa fonction principale soit d'assurer la stabilité. En effet, tout concourt à sa stabilité : les vertèbres peu nombreuses, un puissant appareil ligamentaire, les muscles profonds formant une masse commune et les superficiels essentiellement aponévrotiques, les éléments tendineux antérieurs croisant les corps vertébraux (diaphragme et arcades du psoas) et les téguments épais et adhérents. [7]

D'autre part, la dernière partie lombaire du rachis, le sacrum et les ailes iliaques constituent la jonction lombo-sacrée. Cette charnière est une zone carrefour qui transmet les

forces des membres inférieurs au tronc et inversement. De ce fait malgré son positionnement selon un plan oblique en bas et en avant cette charnière a pour mot clé la stabilité. (annexe I)

Enfin, la dernière partie de la jonction tronc - membre inférieur est l'articulation coxo-fémorale. Il s'agit de la plus grosse articulation du corps située à la racine du membre inférieur. Grâce à son type articulaire sphéroïde congruente elle permet d'orienter le membre dans l'espace. De plus par sa localisation anatomique et son rôle porteur, elle nécessite une excellente stabilité. Ceci étant permis par :

- La conformation des surfaces articulaires : d'une part, le cotyle constitué d'une partie centrale ou fosse acétabulaire non articulaire et d'une partie périphérique ou surface semi-lunaire qui est articulaire. D'autre part, la tête fémorale représente les 2/3 d'une sphère et s'oriente vers le haut, l'avant et le dedans afin de s'articuler avec la surface semi-lunaire.
- Ses structures capsulo - ligamentaires : la capsule représentant un manchon fibreux cylindrique qui participe à maintenir la tête fémorale au contact du cotyle. Les ligaments ilio - fémoral et pubo - fémoral formant un « Z » en avant de l'articulation et le ligament ischio - fémoral situé en postérieur concourent à la stabilité articulaire.
- Ses muscles : les ischio - jambiers (semi-tendineux, semi-membraneux et biceps fémoral) agissent essentiellement comme stabilisateurs antéro-postérieurs dans l'équilibre statique du bassin. En antéversion, ils assurent l'équilibre par leur mise en tension. Ceci est lié à la grande proportion fibreuse du semi-tendineux qui limite l'allongement musculaire. De plus, le tendon du droit fémoral et du psoas - iliaque qui plaquent la tête fémorale dans l'acétabulum participent à cette stabilité [8].

Ainsi le complexe LPF est une structure composée de différentes entités dont la principale fonction est la stabilité. Cependant il permet également une grande amplitude de

Tableau I : Amplitudes moyennes en flexion du rachis lombaire

Vaneuville (1980)	Kapandji (1980)	Castaing et Santini (1960)	et Louis 1982
70° (F/E)	40°	45°	55°

Tableau II : Les amplitudes moyennes des arthrons lombaires.

Niveaux	L1-L2	L2-L3	L3-L4	L4-L5	L5-S1
Flex-Ext	10°	12°	12°	15°	20°

3. TECHNIQUES EXISTANT POUR MESURER L'ANTEFLEXION

3.1. *Le test de la distance doigt sol (DDS)*

« Le sujet est debout, les genoux tendus et nous lui demandons de toucher le sol avec ses mains. Nous mesurons la distance entre le médus et le sol en centimètre. » [4] Cette technique permet d'évaluer globalement la mobilité du rachis. Cependant la DDS n'est pas spécifique au rachis lombaire car de nombreux facteurs sous – pelviens interviennent : la flexion de hanche, la souplesse des ischio – jambiers et les amplitudes de la tibio-tarsienne. [4].

3.2. *Le test de Schober*

Il s'agit d'un test éponyme proposé en 1937 par Paul Schober, qui « permet d'évaluer la souplesse du rachis dorso-lombaire » [5]. L'opérateur va devoir repérer l'apophyse

épineuse de L5. Pour cela, il trace une « ligne joignant les deux fossettes lombaires latérales ou épine iliaque postéro supérieure (E.I.P.S). L'épineuse de L5 se situe à l'intersection entre cette droite et la ligne médiane rachidienne ». Le pouce est placé sur ce repère et positionne l'index 10 cm au-dessus (repère cutané supérieur). Lors de la flexion du tronc, la norme veut un écartement de ces 2 points de 4 à 6 cm en moyenne [10]. Il est à noter que ces points de repère se révèlent inexacts. Des études ultérieures ont montré que la ligne joignant les deux E.I.P.S correspondait à l'espace entre S1 et S2 [4] [5] [11]. De même, à l'I.F.M.K, il nous est enseigné cette méthode de repérage : la ligne joignant les deux E.I.P.S correspond à S1-S2.

3.3. Le test de Schober modifié (Macrae et Wright)

Une modification du test de Schober est proposée en 1969 par Macrae et Wright. Il s'agit d'ajouter un repère supplémentaire aux deux repères préexistants. Ce nouveau repère cutané est situé à 5cm en dessous de la ligne joignant les deux fossettes lombaires latérales soit une distance totale de 15cm [5]. Cette modification permet alors de prendre en compte la mobilité entre S1 et L5 qui contribue pour moitié à la mobilité lombaire.

3.4. Le test de Schober-Lasserre

Ce test permet selon O. Troisier d'évaluer la mobilité de S1 à T12 tandis que le test de Schober évalue la mobilité de S1 à L3 [5]. Pour ce test, il s'agit de remplacer le repère cutané supérieur non pas à 10 cm au-dessus de la ligne joignant les E.I.P.S mais à 15 cm. Ainsi lors de la flexion antérieure du tronc, les normes obtenues seront en moyennes de +7 cm. Ce test à l'avantage de prendre en compte la totalité du secteur lombaire.

3.5. La mesure par double inclinométrie

Cette méthode introduite par Loebel en 1967 nécessite l'utilisation de deux inclinomètres de Rippstein® (fig. 2 page 10) [4]. Un inclinomètre est placé en regard de l'épineuse de T12, l'autre est situé sur la partie plane du sacrum [11]. En position debout les deux inclinomètres sont réglés à 0°. Ensuite, le sujet effectue une flexion antérieure du tronc en maintenant les genoux tendus. La flexion totale (FT) est donnée par l'inclinomètre situé en T12 ($FT = FL + FSP$), la flexion sous-pelvienne (FSP) est donnée par l'autre inclinomètre et la flexion lombaire (FL) est obtenue par la différence des deux. ($FL = FT - FSP$) [9]

3.6. La mesure par Spinal Mouse®

Le Spinal Mouse® (fig. 3 page 11) est un nouvel instrument électronique en forme de souris permettant de réaliser des mesures de la mobilité rachidienne dans le plan sagittal et frontal. Il est relié par Bluetooth à un ordinateur. Cette souris présente à sa face inférieure une roue avant de roulement et une autre arrière qui permet le guidage. Ces deux roues permettent d'avancer la souris sur le dos du patient tout en enregistrant les valeurs angulaires de chaque étage du rachis, segment par segment. Les données sont transmises instantanément, grâce à la connexion sans fil, au logiciel informatisé (annexe II) [12].

4. MESURES COMPAREES ENTRE LA DOUBLE INCLINOMETRIE ET LE SPINAL MOUSE®

Nous utilisons deux positions pour chaque technique lors de la prise de mesure.

La première se fait en position de référence, le sujet est debout, relâché, les pieds placés sur les repères du podium et les bras le long du corps. Cette première position permet de mesurer la valeur de référence en statique.

La seconde position se fait en flexion complète du rachis genoux tendus, ce qui permet de mesurer la flexion totale (lombaire et sous - pelvienne), la flexion lombaire et la flexion sous - pelvienne. Dans ces deux positions, nous réalisons nos mesures à l'aide de la double inclinométrie et du Spinal Mouse®.

5. PROTOCOLE

5.1. Objectifs

L'objectif de notre étude est dans un premier temps, d'observer s'il existe une différence ou non entre les amplitudes mesurées par la double inclinométrie et le Spinal Mouse®. En second, nous analyserons l'influence du sexe, de l'IMC et de l'activité sportive sur la mobilité des secteurs. Dans un troisième temps, nous étudierons le ratio entre la flexion lombaire et la flexion sous-pelvienne à partir de ces deux méthodes. Pour cela nous comparons les amplitudes de flexion sous - pelvienne (FS), de flexion lombaire (FL) et de flexion totale : lombaire et sous - pelvienne (FT). Nous effectuons aléatoirement un tirage au sort pour le choix de la première technique utilisée pour chaque sujet. Enfin, nous notons les

valeurs observées sur un questionnaire de renseignement (annexe III) rempli préalablement par chaque sujet.

5.2. Population

Notre étude porte sur 60 sujets, 25 féminins et 35 masculins, âgés de 19 à 40 ans. Cette population est composée exclusivement d'étudiants de l'Institut Lorrain de Formation en Masso - Kinésithérapie de Nancy.

5.3 Matériels

Pour cette étude, nous avons besoin d'un crayon dermographique, de ruban adhésif et d'un podium afin de garantir une position avec les mêmes repères pour chaque sujet (fig.1).

Pour effectuer les mesures angulaires de flexion nous utilisons : deux inclinomètre de Rippstein® (fig. 2) afin de réaliser la double inclinométrie et l'appareil Spinal Mouse® (fig. 3) . La lecture de la mesure avec les inclinomètres se fait instantanément à partir du cadran numérique, elle donne des valeurs de 5° en 5°. Avec le Spinal Mouse®, la lecture des mesures se fait à partir d'un logiciel informatique et donne des valeurs au degré près.



Figure 1 : podium



Figure 2 : goniomètres de Rippstein



Figure 3 : Spinal Mouse® (1 : roue de roulement ; 2 : roue de guidage)

5.4. Condition préalable

Avant la prise de mesure, chaque sujet effectue un échauffement. Cet échauffement a pour but de réduire les variations nycthémérales [9]. Il consiste à effectuer une série de dix mouvements de flexion du tronc. Chaque mouvement est divisé en trois parties qui durent chacune une seconde. Sur le temps expiratoire, le sujet va descendre en flexion de tronc en une seconde, puis maintenir pendant une seconde la position et enfin remonter à la position initiale en une seconde [9]. Entre chaque mouvement, un temps de repos de 3 secondes est effectué.

6. METHODE

6.1. Repérage osseux

6.1.1. Repérage pour le Spinal Mouse®

Il s'agit de déplacer la souris de la dernière vertèbre cervicale jusqu'à l'extrémité supérieure du pli inter fessier, « à vitesse constante ni trop lent ni trop rapide ». Le trajet suivi

est toujours para vertébral du même côté. Pour repérer l'apophyse épineuse de C7 nous demandons au sujet de faire un mouvement de flexion du rachis cervical afin de visualiser les épineuses les plus proéminentes C6, C7 et T1. Nous demandons au sujet de faire un mouvement d'extension et nous ressentons que C6 s'efface alors que C7 reste immobile sous nos doigts. Nous remarquons également que lors des mouvements de rotation, l'épineuse de C7 se déplace de gauche à droite alors que T1 reste immobile. Nous traçons alors à l'aide du crayon dermatographique un repère en regard de l'apophyse épineuse de C7. Ensuite nous repérons S3, « pour cela nous prenons l'extrémité supérieure du pli inter fessier. Lors de la flexion, la tension de la peau peut déplacer le repère marqué sur C7 ou S3 vers le haut. Pour une mesure correcte, nous repérons à nouveau C7 en flexion, S3 correspond toujours au début du pli inter fessier ». [12]

6.1.2. Repérage pour la double inclinométrie

Nous repérons l'épineuse T12, grâce à la vertèbre L4. Pour repérer cette dernière, nous plaçons les premières commissures de nos mains, de façon horizontale, au sommet des crêtes iliaques. Puis en rejoignant nos pouces sur le rachis nous tombons sur l'épineuse L4. Enfin nous remontons épineuse par épineuse pour repérer T12. Ensuite nous localisons les épines iliaques postéro supérieures (E.I.P.S) au niveau des fossettes sacrales. Nous relierons les deux repères des E.I.P.S par un trait et sur ce dernier nous placerons le deuxième inclinomètre de Rippstein. [4] [11] (fig. 4)



Figure 4 : repérage osseux

6.2. Mesures en position initiale

Remarque : entre chaque prise de mesure le sujet a pour consigne de ne pas bouger.

6.2.1. Avec le Spinal Mouse®

La première mesure correspond à la valeur de référence. Pour cela le sujet est debout sur le podium, en rectitude, en position relâchée, les bras le long du corps, les pieds placés sur les repères. Nous réglons sur le logiciel du Spinal Mouse® la prise de mesure en position debout. Nous plaçons la souris au niveau du repère de C7, nous vérifions que le repère rouge de l'appareil est en regard du deuxième repère situé sur l'appareil et du marquage cutané en C7.

Puis nous déclenchons la prise de mesure en appuyant sur le bouton droit de l'appareil et faisant rouler la machine le long des épineuses du sujet jusqu'à atteindre le repère en S3. Ensuite nous arrêtons la prise de mesure en cliquant sur le bouton droit. Enfin nous obtenons sur l'ordinateur les valeurs angulaires des différentes vertèbres. [12] (fig. 5)

6.2.2. Avec la double inclinométrie

Le sujet reste dans la même position que précédemment. Nous plaçons un inclinomètre de Rippstein sur le repère en T12 et l'autre sur la ligne joignant les deux E.I.P.S. [4] [11] (fig.

6)



Figure 5 : Mesure avec le Spinal Mouse®



Figure 6 : mesure la double inclinométrie

6.3. Mesures en position de flexion

Remarque : entre chaque prise de mesure le sujet a pour consigne de ne pas bouger.

6.3.1 Avec le Spinal Mouse®

Le sujet effectue sur le temps expiratoire une flexion du tronc en maintenant les genoux tendus. La consigne est de se pencher en avant. Nous réglons la machine à l'aide du bouton gauche de la souris sur la position de flexion.

Puis nous repérons à nouveau C7 par la palpation car il y a un déplacement de la vertèbre sous le tissu cutané et donc du trait qui a été marqué. En effet, dans cette position de flexion, le trait cutané en regard de C7 se déplace d'environ deux centimètres vers le haut et

C7 descend par rapport au repère. Ensuite nous démarrons la prise de mesure en cliquant sur le bouton droit de la machine en respectant le repérage indiqué sur la machine. Nous faisons rouler la souris jusqu'au repère S3 puis terminons la prise de mesure en cliquant sur le bouton droit. Ainsi les valeurs sont transmises instantanément sur le logiciel Spinal Mouse® et nous obtenons les valeurs de flexion totale (FTSM), de flexion lombaire (FLSM) et sous pelvienne (FSPSM). (fig. 7)

6.3.2. Avec la double inclinométrie

Le sujet effectue sur le temps expiratoire une flexion du tronc en maintenant les genoux tendus, la consigne est de se pencher en avant. Nous plaçons un goniomètre de Rippstein sur l'épineuse de T12, et l'autre goniomètre est placé en S3. Nous lisons la valeur de flexion totale en T12 (FTDI) et la valeur de flexion sous - pelvienne en S3 (FSPDI). Puis en soustrayant la valeur de flexion sous-pelvienne à la valeur de flexion totale nous obtenons la valeur de flexion lombaire (FLDI). (fig. 8)



Figure 7 : mesure avec le Spinal Mouse® Figure 8 : mesure avec la double inclinométrie

7. ETUDE STATISTIQUE

L'étude statistique est effectuée avec l'aide de M. Seiter Pierre, statisticien.

Dans un premier temps, il s'agit de comparer deux variables quantitatives : les valeurs obtenues à partir du Spinal Mouse® et les valeurs obtenues avec la double inclinométrie, à partir du test de Wilcoxon pour des tests non paramétriques. Nous réalisons également une corrélation entre les deux méthodes pour chaque secteur.

Dans un second temps, nous analysons l'effet de différents paramètres (sexe, IMC, activité sportive) sur les variables mesurés (flexion lombaire, flexion totale et flexion sous pelvienne). Pour cette analyse, nous différencions les mesures obtenues avec le Spinal Mouse® en une variable Y1 et celles obtenues par double inclinométrie en une variable Y2. Pour l'analyse de la variable Y1, nous utilisons l'ANOVA. L'ANOVA est un test d'égalité de plusieurs moyennes (> 2) et nécessite de valider certains critères tels que :

- les échantillons aléatoires simples et indépendants
- la normalité des populations
- l'égalité des variances de la population

Toutefois, l'ANOVA est peu sensible à la non normalité et à l'inégalité des variances c'est pourquoi nous utilisons le test de Kruskal Wallis pour étudier les valeurs obtenues avec la double inclinométrie (variable Y2) car cette dernière ne remplit pas les conditions d'utilisation de l'ANOVA.

Dans un troisième temps, nous comparons le ratio entre la flexion lombaire et la flexion sous-pelvienne à celui de la littérature à partir du test de Wilcoxon.

8. RESULTATS

8.1. Description de l'échantillon

L'étude porte sur 60 individus issus principalement de l'IFMK de Nancy. Cet échantillon est composé de 25 femmes et 35 hommes, dont la moyenne d'âge est de 22,3 ans (+/- 4,2). 90% d'entre eux pratiquent une activité sportive toutes les semaines et 10% ne pratique pas de sport. L'indice de masse corporelle moyen est de 22,5 (+/- 2,6).

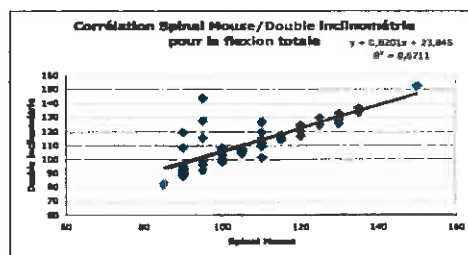
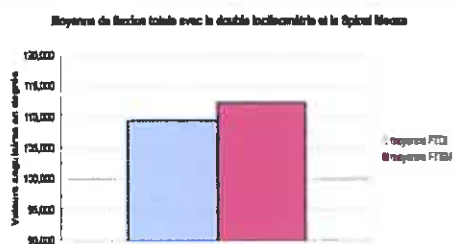
8.2. Présentation des résultats

8.2.1 Comparaison des résultats obtenus avec Spinal Mouse® et double inclinométrie pour la flexion totale moyenne

La flexion totale moyenne obtenue avec le Spinal Mouse® (FTSM) est de 112,350° (+/- 15,429°) et de 109,417° (+/- 15,787°) avec la double inclinométrie (FTDI).

L'analyse statistique des deux variables quantitatives à partir du test de Wilcoxon dont l'hypothèse nulle H0 est « les deux échantillons ont la même distribution » nous fournit un $p=0,0001$. Nous pouvons donc conclure au rejet de l'hypothèse nulle H0 car $p < 0,05$.

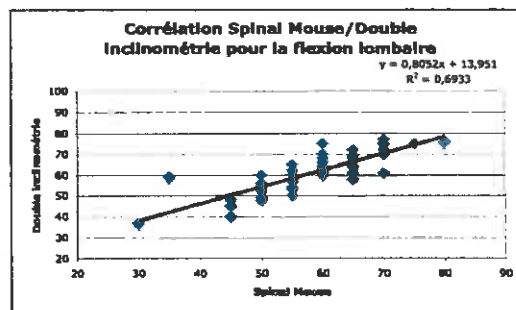
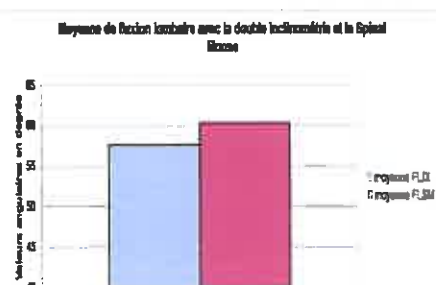
Ainsi, les mesures faites avec la double inclinométrie et celles réalisées à l'aide du Spinal Mouse® sont significativement différentes d'un point de vue statistique. Cependant nous obtenons une bonne corrélation entre les deux techniques avec un coefficient de 0,82 pour ce secteur.



8.2.2 Comparaison des résultats obtenus avec Spinal Mouse® et double inclinométrie pour la flexion lombaire moyenne

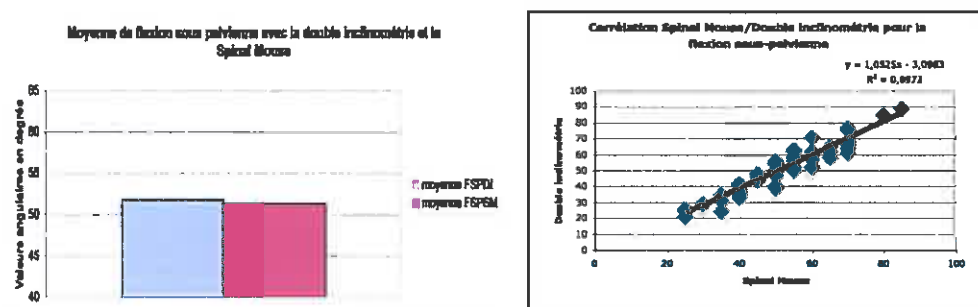
La flexion lombaire moyenne obtenue avec le Spinal Mouse® (FLSM) est de $60,383^\circ$ ($\pm 8,734^\circ$) et de $57,667^\circ$ ($\pm 9,042^\circ$) avec la double inclinométrie (FLDI). L'analyse statistique à partir du test de Wilcoxon nous fournit un $p = 0,00007$ et donc nous concluons au rejet de l'hypothèse nulle H_0 car $p < 0,05$.

Ainsi, les mesures faites avec la double inclinométrie et celles réalisées à l'aide du Spinal Mouse® sont significativement différentes d'un point de vue statistique. De même que pour le secteur total nous obtenons un coefficient de corrélation de 0,83 entre les deux techniques.



8.2.3 Comparaison des résultats obtenus avec Spinal Mouse® et double inclinométrie pour la flexion sous-pelvienne moyenne

La flexion sous-pelvienne moyenn obtenue avec le Spinal Mouse® (FSPSM) est de $51,367^\circ$ ($\pm 15,473^\circ$) et de $51,750^\circ$ ($\pm 13,925^\circ$) avec la double inclinométrie (FSPDI). L'analyse statistique à partir du test de Wilcoxon nous fournit un $p= 0,698$ et donc l'hypothèse nulle H_0 n'est pas rejetée car $p > 0,05$. Ainsi, il n'y a pas de différence significative entre les mesures faites avec la double inclinométrie et celles réalisées à l'aide du Spinal Mouse®. Le coefficient de corrélation est de 0,95 pour le secteur sous-pelvien .



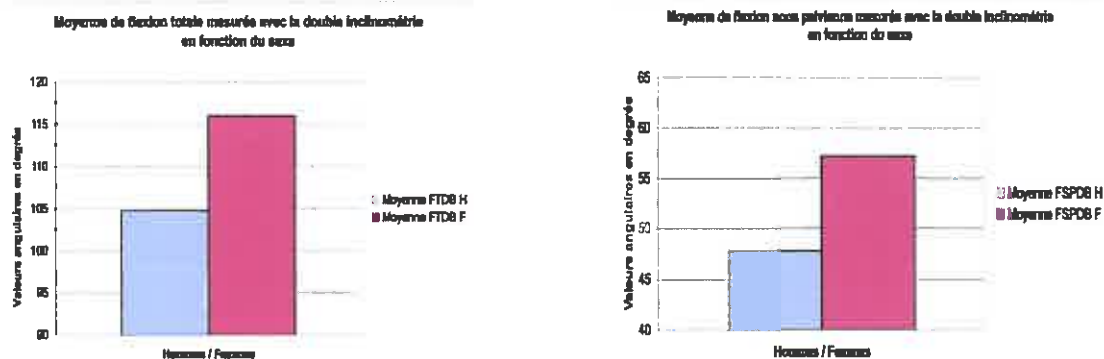
8.2.4. Effet de la variable sexe sur les deux mesures

8.2.4.1 Obtenues avec la double inclinométrie

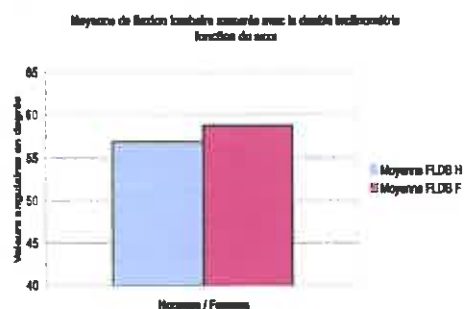
Tableau III : flexion moyenne en fonction du sexe et de l'étage étudié avec la double inclinométrie

	Flexion totale	Flexion lombaire	Flexion sous-pelvienne
Hommes	104,7°	56,9°	47,9°
Femmes	116°	58,8°	57,2°

Pour la flexion totale et la flexion sous-pelvienne avec la double inclinométrie, la variable sexe a une influence. ($p= 0,009$)



Pour la flexion lombaire à l'aide de la double inclinométrie, la variable sexe n'a pas d'influence. ($p= 0,84$)



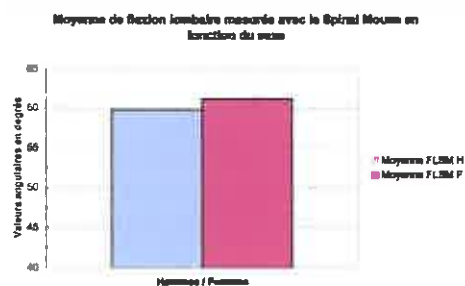
8.2.4.2 Obtenues avec le Spinal Mouse®

Tableau IV : flexion moyenne en fonction du sexe et de l'étage étudié avec le Spinal Mouse®

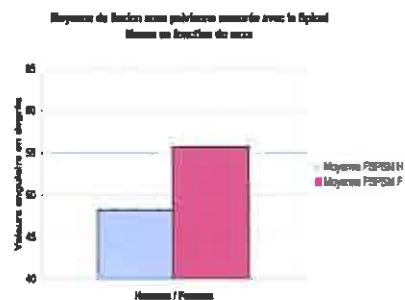
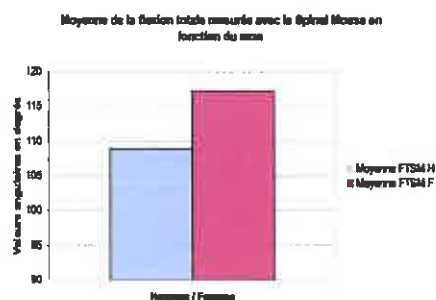
	Flexion totale	Flexion lombaire	Flexion sous-pelvienne
Hommes	108,9°	59,8°	48,2°
Femmes	117,2°	61,2°	55,8°

Pour la flexion lombaire avec le Spinal Mouse®, la variable sexe n'a pas d'influence.

($p = 0,55$)



Pour la flexion totale et sous pelvienne avec le Spinal Mouse®, la variable sexe a une influence. ($p = 0,039$; $p = 0,049$)



8.2.5. Effet de la variable sport sur les deux mesures

L'analyse statistique montre que faire une activité sportive ou non n'a pas d'influence quelle que soit la méthode de mesure utilisée et quel que soit le niveau étudié.

Tableau V : influence de la variable sport en fonction des méthodes utilisées.

	Lombaire	Sous pelvienne	Totale
Spinal Mouse®	$p=0,50$	$p=0,99$	$p=0,80$
Double Inclinométrie	$p=0,83$	$p=0,95$	$p=0,68$

8.2.6. Effet de la variable IMC sur les deux mesures

L'analyse statistique montre que quelque soit l'IMC, celui-ci n'a pas d'influence sur la méthode de mesure utilisée et ce, quel que soit le niveau étudié. Nous avons classé les sujets en deux groupes ceux dont l'IMC est compris entre 32,1 et 25,1 et ceux qui ont un IMC entre 19,4 et 24,5.

Tableau VI : influence de la variable IMC en fonction des méthodes utilisées.

	Lombaire	Sous pelvienne	Totale
Spinal Mouse®	p=0,19	p=0,93	p=0,44
Double Inclinométrie	p=0,12	p=0,53	p=0,45

8.2.7. Ratio lombaire – sous-pelvien

Chez l'homme, le ratio lombaire/sous pelvien avec la double inclinométrie est de 1,18 soit 54/46 (57°/48°) en moyenne. Chez la femme, le ratio lombaire/sous pelvien avec la double inclinométrie est de 1,03 soit 51/49 (59°/57°). L'analyse statistique avec le test de Wilcoxon nous donne un $p = 0,046$ ainsi nous rejetons l'hypothèse nulle H_0 ($p < 0,05$) et nous pouvons dire qu'il y a une différence significative entre les ratios homme et femme à l'aide de la double inclinométrie.

Les ratios lombaire/sous pelvien moyens obtenus avec le Spinal Mouse® sont de 1,09 chez la femme soit 52/48 (61°/56°) et de 1,25 chez l'homme soit 55/45 (60°/48°). L'analyse statistique avec le test de Wilcoxon nous donne un $p = 0,02$. Ainsi nous rejetons l'hypothèse nulle H_0 ($p < 0,05$) et nous pouvons dire qu'il y a une différence significative entre les ratios

homme et femme avec le Spinal Mouse®.

Par contre la comparaison des ratios chez l'homme selon les deux méthodes utilisées nous conduit à accepter l'hypothèse H0. En effet, chez l'homme l'analyse statistique avec le test de Wilcoxon nous donne un $p = 0,08$ nous ne rejetons pas l'hypothèse nulle H0 car $p > 0,05$ et nous concluons qu'il n'y a pas de différence entre les ratios obtenus entre le Spinal Mouse® et la double inclinométrie. Nous obtenons la même conclusion chez la femme avec un $p = 0,25$.

Le ratio lombaire /sous pelvien moyen de l'ensemble de la population étudiée, avec le Spinal Mouse® est de 1,33 et correspond à $57^\circ/43^\circ$ (57% / 43%) en moyenne. Avec la double inclinométrie il est de 1,22 soit $55^\circ/45^\circ$ (55% / 45%) en moyenne. La comparaison des ratios avec le test de wilcoxon nous donne un $p = 0,003$, ce qui revient à rejeter l'hypothèse H0 car $p < 0,05$. Ainsi les ratios sont significativement différents pour l'ensemble de la population.

9. DIFFICULTES RENCONTREES

Pour la réalisation de notre mémoire de fin d'étude, l'I.F.M.K nous encourage à entreprendre un mémoire de recherche afin de nous initier au monde de la recherche scientifique. Ce projet nous permet d'avoir une démarche scientifique et de développer notre esprit de jugement. Cependant il est difficile de trouver un sujet qui puisse être réalisé dans un temps si court. De plus, il nous a été difficile d'avoir accès au Spinal Mouse® c'est pourquoi nous remercions la société Médimex® de nous avoir mis à disposition cet outil de mesure. Malheureusement, le logiciel fourni avec le Spinal Mouse® nécessite une licence de fonctionnement d'une durée de trente jours, ce qui à rendu la tâche de travail plus

compliquée. De ce fait, il n'a pas été évident de disposer d'un échantillon suffisamment grand pour pouvoir tirer des conclusions et les généraliser à toute une population.

10. DISCUSSION

Notre étude propose dans un premier temps, de comparer les mesures obtenues avec la double inclinométrie à celles obtenues avec le Spinal Mouse® pour chaque secteur de mobilité. Dans un second temps, nous nous proposons d'analyser l'influence de différents paramètres sur ces différents secteurs de mobilité. Dans un troisième temps, nous étudions les ratios lombaire/pelvien en fonction des deux techniques utilisées.

1^{er} Objectif :

Cette étude montre d'un point de vue statistique qu'il existe une différence significative au niveau de la flexion totale moyenne $p = 0,00001$ ($p < 0,05$). Cette différence proviendrait du secteur lombaire et /ou du secteur sous-pelvien. Nos calculs montrent que cette différence provient seulement du secteur lombaire $p = 0,00007$ tandis que nous obtenons pour le secteur sous-pelvien $p = 0,698$. De plus, nous obtenons de bons coefficients de corrélation : 0,82 pour le secteur total, 0,83 pour le secteur lombaire et 0,95 pour le secteur sous-pelvien. Ces coefficients sont proches de 1 ce qui permet d'affirmer que ces deux techniques conduisent à des résultats relativement proches.

Le Spinal Mouse est un outil de mesure conçu pour évaluer la totalité de la colonne dorsolombaire de façon segmentaire et globale [12]. Les études faites à son sujet, quoique rares, ont prouvé la bonne reproductibilité inter et intra-observateur pour l'évaluation de la mobilité rachidienne lombaire [12]. De plus, ses qualités métrologiques corrélées à la radiographie dynamique, moyen de référence ou « Gold Standard », ont été jugées excellentes

pour la mobilité globale du rachis lombosacré et pour la mobilité du rachis lombaire [12]. En ce qui concerne la double inclinométrie, sa validité et sa reproductibilité restent discutables. Beaucoup d'auteurs ne s'accordent pas à ce sujet bien que de nombreux travaux ont été entrepris [4]. Par contre tous soulignent la nécessité d'être entraîné si nous voulons obtenir une bonne reproductibilité inter observateur [12]. En ce qui concerne notre étude, les moyens mis à notre disposition nous ont permis d'effectuer une seule mesure pour chaque méthode et ce, par le même opérateur. De même, la mesure de l'hypoextensibilité des ischio-jambiers n'a pas été entreprise car de nombreuses études montrent qu'un déficit d'extensibilité de ces derniers a une répercussion sur la mobilité lombaire [2] [3] [9] [13].

De plus, nous avons remarqué lors de la prise de mesure que lorsque l'inclinomètre se trouve sur une épineuse (inclinomètre au regard de T12), ce dernier peut basculer de part et d'autre de l'épineuse et ainsi entraîner un biais dans la prise de mesure. Cette bascule n'est pas retrouvée sur l'inclinomètre mesurant la flexion sous-pelvienne car il est situé sur la partie plane du sacrum [11]. Ceci pourrait expliquer la moins bonne corrélation pour le secteur total 0,82 par rapport au secteur sous-pelvien 0,95. De ce fait, nous pouvons incriminer cette différence de mesure à la double inclinométrie qui fait preuve d'un manque de fiabilité au niveau de la mesure [4] [6]. Par contre lorsque nous augmentons de 3° la flexion lombaire obtenue avec la double inclinométrie, nous ne trouvons plus de différence significative entre les deux méthodes. Cet ajustement pourrait compenser à la fois la perte de fiabilité liée à la position de l'inclinomètre notamment celui placé en regard de T12 et le manque de lisibilité de la mesure sur les inclinomètres. En effet, la lecture sur les goniomètres de Rippstein se fait à cinq degrés près tandis que pour le Spinal Mouse® qui est un goniomètre électronique, la lecture se fait au degré près.

D'autre part, les résultats retrouvés à l'aide des deux méthodes semblent se rapprocher des données de la littérature. En effet, I.A. Kapandji donne 40° en flexion, alors que Louis et

TG MAYER. [9] mettent en évidence une flexion de 55°. Dans notre étude, nous avons en moyenne 58° pour la double inclinométrie et 60° avec le Spinal Mouse®. Cependant, aucun test de corrélation n'a été entrepris entre nos mesures et celles relevées dans la littérature.

2^{ème} Objectif

À propos de la variable sexe :

Nous remarquons que la variable sexe a une influence sur certains secteurs de mobilité. En effet, avec la double inclinométrie, nous remarquons une différence significative au niveau de la région sous-pelvienne $p = 0,009$ ($p < 0,05$). Chez la femme, la flexion sous-pelvienne représente 57,2° tandis que, pour l'homme, elle est de 47,9°. Cette différence d'amplitude reflète la participation plus importante du secteur sous-pelvien qui peut être induit par une extensibilité plus importante des muscles ischio-jambiers et pelvitrochantériens chez la femme lorsqu'elle se penche en avant. [13]

D'autre part, avec le Spinal Mouse® cette approche semble se confirmer. En effet, les données statistiques nous montrent que la variable sexe ne conduit pas à une différence significative pour le secteur lombaire ($p = 0,55$). Par contre, nous retrouvons une différence significative pour le secteur total et sous-pelvien ($p = 0,039$; $p = 0,049$). Ainsi comme pour la double inclinométrie il semblerait que la mobilité sous-pelvienne soit plus importante chez la femme avec 55,8° contre 48,2° chez l'homme. Ceci nous conduit à penser que l'extensibilité des ischio-jambiers serait plus importante chez la femme que chez l'homme. Ici aussi les données de la littérature sont variées. Dans son étude Mansard trouve les femmes plus souples tandis que pour Estrade il n'existe pas de différence entre les sujets féminins et masculins [13].

À propos de l'activité sportive, du poids et de la taille :

Toutefois, notre étude montre que l'activité sportive, le poids et la taille n'ont pas de répercussions sur les amplitudes et sur la prise de mesure et ce quelle que soit la méthode utilisée. En effet, au vu des tableaux V et VI nous avons un $p > 0,05$. Ainsi ces trois paramètres n'influencent pas sur les secteurs de mobilités étudiés. Cependant cette conclusion ne peut être généralisée car notre échantillon compare les données de 50 sujets pratiquant une activité sportive quotidiennement à celles de 10 sujets ne faisant pas de sport. De ce fait, les deux comparatifs ne sont pas équilibrés. De plus, Mansard dans son étude comparant la mobilité du complexe LPF chez les sportifs montre que ces derniers ont une mobilité plus importante que le groupe témoin [13]. Cette différence est liée à la pratique biquotidienne des sportifs de haut niveau [13]. Or, dans notre étude, la durée moyenne de la pratique sportive est de 3,9h (+/- 2,5) par semaine ce qui beaucoup moins intense que les sportifs de haut niveau d'où une divergence entre leur étude et la notre. De même que pour l'activité sportive, les résultats obtenus pour l'IMC ne sont pas représentatifs car nous avons seulement 7 personnes dont l'IMC est compris entre 32,1 et 25,1 et 53 personnes ayant un IMC entre 19,4 et 24,5.

3^{ème} Objectif :

Par ailleurs, pour T.G. Mayer le ratio FL/FT est de 0,49 pour les femmes et de 0,52 pour les hommes (différence non significative) [9]. Ainsi le rachis lombaire représente donc 50% de la mobilité totale de flexion tout comme le secteur sous-pelvien [9]. Dans notre étude, la double inclinométrie et le Spinal Mouse® semblent converger vers les mêmes résultats.

En effet, chez la femme, la comparaison des ratios obtenus avec le Spinal Mouse® et ceux obtenus avec la double inclinométrie conduit à des résultats statistiquement identiques avec $p = 0,25$ ($p > 0,05$). Ainsi le ratio lombaire/ sous-pelvien obtenu avec le Spinal Mouse® soit 1,09 ne diffère pas du ratio établi avec la double inclinométrie soit 1,03. Ces ratios

correspondent respectivement à 52/48 (61°/56°) pour le Spinal Mouse® et à 51/49 (59°/57°) pour la double inclinométrie.

Chez l'homme, la comparaison des ratios lombaire/ sous-pelvien obtenus avec le Spinal Mouse® et ceux trouvés avec la double inclinométrie nous conduit à la même conclusion $p = 0,08$ ($p > 0,05$). Ainsi avec la double inclinométrie la flexion lombaire participe pour 54% et la flexion sous-pelvienne pour 46% de la mobilité totale de flexion chez l'homme. Avec le Spinal Mouse® la répartition est respectivement de 55% et 45% chez l'homme.

Enfin, nous remarquons deux paradoxes :

- le premier, les ratios de l'ensemble de la population, c'est-à-dire ceux obtenus avec le Spinal Mouse® 1,22 soit 55/45 et ceux obtenus avec la double inclinométrie 1,33 soit 57/43 présentent une différence statistiquement significative ($p = 0,003$). Tandis que lorsque nous comparons distinctement les ratios hommes/femmes, nous n'observons pas de différence significative entre les deux méthodes.

- le second, nous montre qu'il n'existe pas de différence significative entre les deux méthodes pour la mesure du secteur sous-pelvien dans la population globale (voir partie 8.2.3. page 18). Alors que l'analyse des ratios montre que les femmes utilisent le secteur sous-pelvien de façon plus importante que les hommes.

Ceci pourrait éventuellement s'expliquer par la proportion plus importante de sujets masculins 58% par rapport aux sujets féminins qui ne représentent que 42% de l'étude. De ce fait, les hommes masqueraient cette différence dans la population globale. Il serait donc intéressant de voir si nous trouvons les mêmes résultats avec la même proportion de sujet.

Nous avons choisi de comparer la double inclinométrie au Spinal Mouse® afin de comparer des données de mêmes unités et différenciant chaque secteur [4] [6] [12]. En effet, d'autres techniques permettent de mesurer la mobilité du rachis lombaire. Les méthodes du Schober et autres dérivés quantifient centimétriquement la mobilité du rachis lombaire et ne tiennent pas compte de la mobilité sous-pelvienne [4] [6] [11] [10] [14]. Par contre, lors du test distance doigt sol la valeur mesurée est global et ne différencie pas le secteur sous-pelvien, lombaire ou dorsal [4] [6].

La double inclinométrie est une technique de mesure simple avec une lecture instantanée des amplitudes, facile à mettre en place, peu onéreuse et nécessitant peu de matériel. Cette méthode a l'avantage de ne pas déplacer les goniomètres de Rippstein lors de la prise de mesure. Ainsi nous restons sur les mêmes repères du début à la fin de la prise de mesure. Elle permet d'objectiver la mobilité du rachis en dissociant le rachis total et le rachis lombaire et nous renseigne sur la mobilité sous-pelvienne. Elle nous informe sur le ratio lombaire/sous-pelvien, afin de visualiser les secteurs sur utilisés et ceux qui sont sous utilisés et donc qui peuvent conduire à des lombalgies. Cette distinction permet d'orienter notre démarche thérapeutique pour mettre en œuvre d'autres tests complémentaires comme la mesure de l'hypoextensibilité des ichio-jambiers, du triceps sural. Cela permet d'affiner notre bilan et donc de mieux cibler notre rééducation. Cependant pour améliorer la fiabilité de la mesure il conviendrait d'apporter certaines modifications aux inclinomètres de Rippstein. Par exemple en fixant une cale à chaque extrémité de la partie plane du socle pour garantir une meilleure stabilité lorsque celui-ci est placé sur une épineuse et éviter la bascule du goniomètre. Malgré cela, les résultats semblent s'approcher de ceux retrouvés par des méthodes plus sophistiquées comme le Spinal Mouse®.

En effet, ce dernier a été comparé dans une étude aux mesures dites « Gold Standar » qui ne sont autres que les mesures radiographies. Il ressort de cette étude une corrélation positive

significative entre les mesures radiologiques et les mesures prises par Spinal Mouse®. [12]

De plus il permet une analyse de la mobilité globale et segmentaire du rachis aussi bien dans le plan sagittal que frontal et chaque donnée est enregistrée dans un fichier patient afin de garantir une traçabilité. Néanmoins, son prix se situant aux alentours de 8000 euros, peut constituer un frein pour certains professionnels. Pour autant, chacun est libre de choisir le matériel qui lui convient en fonction de son activité, de ses besoins et de ses moyens.

11. CONCLUSION

Notre étude telle qu'elle a été menée nous montre qu'il existe une différence entre les deux méthodes de mesure quant à la flexion lombaire et la flexion totale du rachis d'un point de vue statistique. Malgré tout, nous ne pouvons être certain de cette différence. En effet, cette différence n'est pas retrouvée pour le secteur sous-pelvien et nous obtenons de bonnes corrélations entre les deux techniques. De plus, notre étude porte sur une population constituée exclusivement d'étudiants sains de l'I.F.M.K. de Nancy, âgée de 19 à 40 ans et ne peut donc être représentative. Enfin, en ce qui concerne les ratios lombaire/sous pelvien nous ne trouvons aucune différence entre les deux techniques proposées aussi bien chez la femme que chez l'homme. L'analyse des ratios lombaire/sous pelvien permet de souligner une disparité entre la mobilité lombaire et sous pelvienne, souvent retrouvée dans les lombalgies. Ce ratio permet de visualiser les zones en surcharge de contrainte. C'est pourquoi il serait intéressant d'utiliser les ratios lombaire/sous pelvien pour la prévention des lombalgies et d'étudier la variation de ce ratio en fonction de l'âge. Au final, le bilan subjectif reste primordial dans l'observation de la mobilité du rachis car c'est lui qui repère les zones d'hyper mobilité, les méplats et autres dysharmonies du rachis.

Le bilan objectif n'est là que pour quantifier notre bilan subjectif.

BIBLIOGRAPHIE

- 1 HAS - Prise en charge de la lombalgie commune : modalité de prescription -
Mai 2005.

- 2 S. MOUSSAY, P. FRANSOO – Relation entre la souplesse de la cheville et la flexibilité lombo-pelvienne. – Kinésithérapie les annales, 2005 n° 41-42 p 42-9.

- 3 J-Y LAZENNEC le complexe lombo-pelvien – De l'anatomie à la pathologie B.F
BADELON - Le complexe lombo-pelvi-fémoral. Véritable entité fonctionnelle.-, 2005. - 47-70

- 4 P.GOUILLY, M. GROSS, J.F. MULLER -Revue bibliographique du bilan diagnostic kinésithérapie du lombalgique. - Ann. Kinésithér, 2001, t. 28, n°7, pp. 301-332.

- 5 DOLHEM R. - le test de Paul Schober.- J.Réadapt. Méd., 1993. 13, n°4, p 136-140.

- 6 C. PERRET, S. POIRAUDEAU, J. FERMANIAN, M. REVEL – Validité et reproductibilité de la mesure de la mobilité spino-pelvi-fémorale dans le plan sagittal par un système à ultrasons d'analyse du mouvement – Ann Réadaptation Méd Phys 2000 ; 43 : 166-74

- 7 DUFOUR M., PILLU M. - Chapitre IV : Rachis et tête. - DUFOUR M., PILLU M. - Biomécanique fonctionnelle : Membres, tête et tronc. - Paris : Masson, 2005. p 117-120 et 429-560.

- 8 DUFOUR M. – Anatomie de l'appareil locomoteur membre inférieur tome 1. - 2^{ème} éd. Paris : Masson 2007 p 45 – 135.

- 9 VOISIN P., WEISSLAND T., VANVELCENAHHER J.- Evaluation clinique chez le lombalgique de la flexion lombo-pelvienne en position debout. - Kinésithérapie Scientifique, 2000, n° 397, p 31-35.

10 J.J. LEMPEREUR - Evaluation statistique des mesures cliniques de la mobilité du rachis-
Ann. Kinésithérapie 1997, t 24, n° 3, pp. 120-131

11 A. ROYER R. CECCONELLO - Bilans articulaires cliniques et goniométriques.
Généralités – Encyclopédie Médico-Chirurgicale 26-008-A-10 (2004)

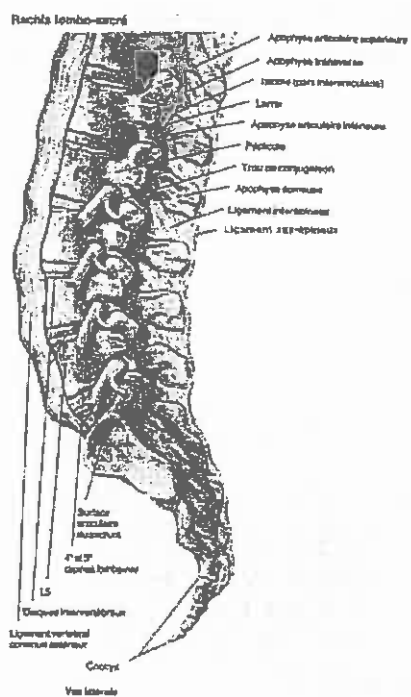
12 GUERMAZI M., GHROUBI S., KASSIS M., JAZIRI O., KESKES H., KESSOMTINI
W., BEN HAMMOUDA I., ELLEUCH M. -H. - Validity and reability of Spinal Mouse to
assess lumbar flexion. - Annales de réadaptation et de médecine physique 49 (2006) p.172-
177

13 M. MANSARD – Etude comparée de la mobilité lombo-pelvi-fémorale chez le sportif à
l'aide de la rachimétrie.- Sport Med. 2003, 154 : 26-31

14 P. DUSENNE – Recherche de corrélation entre la flexion de hanche, l'indice de Schober lors
du test doigt sol- Ann. Kinésithérapie 1990, t. 17, n° 1-2, pp 11-14

ANNEXES

ANNEXE I : Région lombo-sacrée



Frank H. Netter -Atlas d'anatomie humaine- planche 152 Ligaments vertébraux et région lombo-sacrée

ANNEXE II : Recueil informatisé pour Spinal Mouse®

SpinalMouse®

Nom : [REDACTED] Date de naissance : 24/05/1992
 Prénom : 31 Sexe : masculin
 Date de création : 27/05/2010 09:22

Tableau des mesures

Segment	Debout	Flexion	Ext.	D+	De-Ex	F.F.
D1/2	6	5	3			
D2/3	3	2	2			
D3/4	1	2	1			
D4/5	3	2	1			
D5/6	3	4	1			
D6/7	4	5	0			
D7/8	5	5	0			
D8/9	3	7	4			
D9/10	2	7	5			
D10/11	3	5	8			
D11/12	-2	1	4			
D12/L1	-2	0	0			
L1/2	-5	8	12			
L2/3	-7	7	14			
L3/4	-9	4	13			
L4/5	-8	4	12			
L5/S1	-4	2	6			
Articulation Sacrum / Hanche	24	93	69			
Colonne dorsale	26	45	19			
Colonne lombaire	34	30	54			
Inclinaison	-1	129	130			
Longueur	448	550	102			

Contour dorsal et inclinaison

3D-Colonne vertébrale

Annexe III : Questionnaire de renseignement

QUESTIONNAIRE DE RENSEIGNEMENT

Partie à remplir par l'expérimentateur :

Numéro d'anonymat :

Choix de la première mesure effectuée : Spinal Mouse Inclinomètre *

Partie à remplir par le sujet :

Sexe : M F (entourer la bonne réponse)

Age :

Taille (cm) :

Poids (kg) :

Activité sportive :

Nombre d'heure par semaine :

Douleur rachidienne actuellement : oui non

Douleur rachidienne durant les 6 derniers mois : oui non

Antécédent chirurgical, rhumatologique et traumatique (rachidien, thoracique ou pelvien) :

*Choix réalisé aléatoirement : 1 correspond à la première mesure qui sera effectuée.
2 correspond à la deuxième mesure qui sera effectuée.

ANNEXE IV : tableau de donnée

Sujet	Age (année)	Poids (kg)	Taille (cm)	Activité sportive	Durée par semaine (heure)	Sexe	IM
1	20	54	165	1	3		2 19
2	19	80	184	1	3		1 23
3	26	73	175	1	6		1 23
4	40	72	182	1	5		1 21
5	22	50	159	1	1		2 19
6	19	66	181	1	8		1 20
7	20	60	173	1	2		1 ;
8	20	61	172	1	5		1 20
9	20	53	164	0	0		2 19
10	21	78	187	0	0		1 22
11	20	58	169	1	5		2 20
12	21	62	170	1	2		2 21
13	27	83	185	0	0		1 24
14	22	91	182	1	2		1 27
15	21	93	184	0	0		1 27
16	25	77	179	1	3		1 ;
17	21	60	170	1	1		2 20
18	20	64	168	1	1		2 22
19	20	64	170	1	7		2 22
20	25	110	185	1	2		1 32
21	19	55	167	1	1		2 19
22	21	84	193	1	8		2 22
23	20	73	177	1	4		1 23
24	21	66	177	1	6		1 21
25	20	57	159	1	5		2 22
26	20	58	173	1	2		1 19
27	22	76	187	1	2		1 21
28	20	75	185	1	2		1 21
29	25	68	175	1	12		1 22
30	21	72	180	1	6		1 22
31	28	65	165	1	3		2 23
32	26	49	157	1	3		2 19
33	21	58	161	1	2,5		2 22
34	28	65	174	1	6		1 21
35	19	76	178	1	6		1 ;
36	21	100	182	1	1		1 30
37	20	60	173	0	0		2 ;
38	20	70	170	1	3		1 24
39	38	78	182	0	0		1 23
40	21	61	169	1	7		2 21
41	20	62	174	1	1		2 20
42	19	67	174	1	3		2 22
43	22	80	171	1	2		1 27
44	21	62	163	0	0		2 23
45	28	53	160	1	6		2 20
46	21	69	184	1	10		1 20
47	20	64	178	1	6		1 20

48	21	70	169	1	4	2 24
49	26	57	169	1	4	2 19
50	20	65	180	1	1	1 20
51	21	64	172	0	0	1 21
52	21	66	180	0	0	1 20
53	20	80	185	1	5	1 23
54	21	70	170	1	4	2 24
55	21	85	184	1	1	1 25
56	33	80	187	1	3	1 22
57	20	84	183	1	1,5	1 25
58	20	57	163	1	2	2 21
59	20	65	165	0	0	2 23
60	21	73	182	1	4	1 22

Sujet	ValinclitotT12	ValSMtotT12	Valinclilomba	ValSMlomba	Valinclisousp	ValSMsousp
1	110	102	60	62	50	40
2	110	127	50	56	60	71
3	110	114	50	52	60	62
4	90	109	35	59	55	50
5	120	124	70	75	50	49
6	95	99	60	75	35	24
7	90	96	55	65	35	31
8	90	96	50	56	40	40
9	115	115	75	75	40	40
10	100	108	55	60	45	48
11	130	126	60	62	70	64
12	135	134	70	72	65	62
13	90	91	50	49	40	42
14	100	109	50	54	50	55
15	115	118	60	66	55	52
16	125	130	55	54	70	76
17	110	112	65	64	45	48
18	130	129	60	61	70	68
19	130	128	60	61	70	61
20	100	108	45	45	55	63
21	105	105	65	64	40	41
22	110	115	60	61	50	54
23	120	125	70	70	50	55
24	90	93	65	69	25	24
25	125	125	45	40	80	85
26	90	120	60	61	30	29
27	120	117	70	61	50	56
28	115	115	55	58	60	57
29	115	115	65	61	50	54
30	85	83	60	62	25	21
31	130	133	60	64	70	69
32	100	99	50	60	50	39
33	100	104	45	48	55	56
34	105	105	65	72	40	33
35	100	101	55	57	45	44
36	110	112	55	50	55	62
37	105	107	60	61	45	46

38	95	97	60	62	35	35
39	120	120	60	68	60	52
40	125	125	60	60	65	65
41	90	91	50	55	40	36
42	110	110	60	63	50	47
43	90	93	50	55	40	38
44	100	106	50	52	50	54
45	105	106	50	48	55	58
46	90	89	55	58	35	31
47	90	89	50	54	40	35
48	150	153	80	76	70	77
49	110	120	60	70	50	50
50	115	117	60	62	50	55
51	105	108	55	53	50	55
52	130	133	70	75	65	58
53	135	134	65	58	70	76
54	90	89	30	37	60	52
55	90	94	65	68	25	26
56	135	137	50	48	85	89
57	110	116	50	56	60	60
58	140	144	70	77	70	67
59	125	128	55	62	70	66
60	95	93	65	64	30	29