

MINISTERE DE LA SANTE
REGION LORRAINE
INSTITUT LORRAIN DE FORMATION EN MASSO-KINESITHERAPIE
DE NANCY

**ETUDE DE LA FLEXION DU RACHIS
THORACIQUE,
LE TEST DE TROISIERS DYNAMIQUE**

Mémoire présenté par Cécile MATHIEU
étudiante en 3^{ème} année de masso-kinésithérapie
en vue de l'obtention du Diplôme d'état
de Masseur-Kinésithérapeute
2011-2012

Ce mémoire a été réalisé à l'Institut de Formation de Masso-Kinésithérapie de Nancy au cours de l'année scolaire 2011/2012.

Référent du mémoire :

Mr Julien MICHAUT

Directeur du mémoire :

Mme Anne ROYER

Donnent autorisation à

Cécile MATHIEU

de présenter son mémoire à la soutenance orale dans le cadre du Diplôme d'Etat de Masseur-Kinésithérapeute.

Référent du mémoire :

Directeur du mémoire :

Date et signature

Date et signature

Cachet

REMERCIEMENTS

Après ces longs mois de travail, quelques remerciements s'imposent,

*M*erci à Julien, pour tes conseils, ta patience, ta disponibilité tout au long de la rédaction de ce mémoire,

*M*erci à Domi et Chan' pour les lectures, relectures, rerelectures et rerelectures et pour votre confiance, votre énergie, votre amour, votre patience, et tous vos conseils depuis ces 22 dernières années,

*M*erci à tous les « cobayes » qui se sont prêtés au jeu des mesures et qui m'ont offert de leur temps,

*M*erci à cette formidable promo, l'initiale et les « pièces rapportées », vous m'avez fait vivre les trois années les plus improbables qu'il soit,

*M*ille merci ne suffiraient pas pour vous deux, Marion et Maxence, pour avoir toujours su être là quand il le fallait, et pour ces innombrables moments passés à trois,

*E*nfin, merci à Joachim, Alice et Richard, pour l'auto-motivation dont on a fait preuve, et pour toutes ces superbes tournures de phrases.

SOMMAIRE

	Pages
RESUME	
1. INTRODUCTION	1
2. METHODE DE RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE	2
3. RAPPELS ANATOMO-PHYSIOLOGIQUES	3
3. 1. Anatomie	3
3. 1. 1. La vertèbre thoracique type	3
3. 1. 2. L'appareil ligamentaire du niveau thoracique	6
3. 1. 3. Les muscles fléchisseurs du tronc	7
3. 2. Biomécanique	10
3. 2. 1. Le mouvement de flexion	10
3. 2. 2. Les facteurs limitant la flexion	11
3. 2. 3. Les facteurs de variation des amplitudes du rachis	12
4. MATERIEL ET METHODE	13
4. 1. Population	13
4. 2. Matériel	14
4. 3. Méthode	14
4. 3. 1. Repérage osseux	14
4. 3. 2. Prise de mesure	15
5. RESULTATS	19
5. 1. Présentation de l'échantillon	19

5. 2. Traitement statistique	21
6. DISCUSSION	23
6. 1. Présentation des résultats de l'étude statistique	23
6. 2. Les imprécisions de l'étude	25
6. 2. 1. Les différents biais	25
6. 2. 2. Erreurs liées au protocole	26
6. 2. 3. Erreurs liées à l'individu	28
7. CONCLUSION	29
BIBLIOGRAPHIE	
ANNEXES	

RESUME

C'est lors de cours pratiques, de stages et de discussions concernant nos propres expériences que nous nous sommes rendu compte que peu de personnes entraînent dans les normes du test de Troisier.

C'est pourquoi nous nous sommes proposé de tester ces normes sur une population de sujets jeunes et sains.

Notre échantillon est composé de 55 personnes. Les mesures de flexion sont réalisées à partir des positions debout, assise et de quadrupédie.

L'étude statistique porte sur la comparaison de deux moyennes : celle décrite par Troisier et celle issues de nos différentes mesures.

De plus nous avons évalué l'influence de la position de départ sur la valeur de la flexion du segment thoracique, puis l'influence du sexe sur cette même amplitude.

En conclusion, notre étude montre une moyenne significativement différente de celle de Troisier, nos valeurs sont nettement inférieures. Et le sexe, contrairement à la position adoptée au départ, n'influence pas la flexion du segment thoracique.

Mots clés :

- test de Troisier,
- rachis thoracique,
- flexion.

1. INTRODUCTION

Le segment thoracique de la colonne vertébrale fait le lien entre les ceintures scapulaire et pelvienne, donc entre la préhension et la déambulation.

Cette région, fonctionnellement très importante, est généralement mal connue car difficile à visualiser.

Dans la littérature, l'anatomie, les techniques de bilan, les pathologies et les traitements des régions cervicale et lombaire font l'objet de nombreux articles et ouvrages. En revanche, le niveau thoracique est moins décrit, les techniques de bilan sont moins établies (1) (2) (3). Peut être parce que les dorsalgies sont moins fréquentes que les lombalgies ou cervicalgies (4).

Le plus souvent, ce sont des outils goniométriques qui sont utilisés pour bilancer les amplitudes du rachis thoracique (5) (6) (7) (8). La centimétrie est, elle, utilisée pour mesurer la distance doigt sol (5) (7) (8) (9) (10).

En 1990, Olivier Troisier publia un article sur le bilan articulaire du rachis, dans lequel il présente les différents tests concernant les différentes régions du rachis (11). Il décrit alors un test centimétrique pour évaluer la flexion du segment thoracique : dans un premier temps, T1 et T12 sont repérées en position debout. Puis la distance entre les deux points est mesurée avec un mètre ruban, debout (« O »), puis penché en avant (« F »).

La valeur de la flexion est alors appréciée par la différence « O - F ». Selon O. Troisier, dans une population de sujets sains, la moyenne de cette différence est de 4 à 5 cm.

Peu utilisé, mal connu ou réalisé dans des conditions différentes de celles que O. Troisier a décrit (8) (9) (12), c'est ce test, et plus particulièrement ses normes, que nous nous proposons d'étudier à travers cet écrit.

2. METHODE DE RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

Nous avons interrogé différentes base de données avec les mots clefs suivants :

Rachis thoracique, ou test de Troisier, ou flexion, ou reproductibilité, ou plan sagita, ou thoracic spine, ou assessment, ou evaluation, ou spine motion, ou spine flexion, ou thoracic motion, ou sagittale plane, ou biomechanical, ou primary curve, ou Troisier, ou positions, ou seated, ou quadrupedalism mobility, ou mobility, ou reproducibility, ou meter, ou reliability, ou physical examination, ou reproducibility of results, ou tissue compliance, ou lumbar kyphosis.

Publications parues en langue française et anglaise :

PEDRO : 237 références

GUIDELINE : 70 références

THE COCHRANE LIBRARY : 88 références

THE CHARTERED SOCIETY OF PHYSIOTHERAPY : 124 références

KINEACTU : 45 références

THE INTERNATIONAL FEDERATION OF ORTHOPEDIC MANIPULATIVE

THERAPISTS : 3 références

THE CENTER FOR EVIDENCE : 174 références

BANQUE DES DONNEES DE SANTE PUBLIQUE : 37 références

PUBMED : 858 références

JOURNAL OF BONES AND JOINT SURGERY : 205 références

SPINE : 1638 références

HAS : recommandations en masso-kinésithérapie : 30 résultats

De plus nous avons effectué des recherches manuelles à partir de certains articles, publiés à partir de 2005.

3. RAPPELS ANATOMO-PHYSIOLOGIQUES

3. 1. Anatomie

La colonne vertébrale est, non seulement, l'axe du corps, mais également un organe porteur entourant la moelle épinière. Elle remplit ainsi trois fonctions : statique, cinétique et protectrice. Chacune des parties constitutives de la vertèbre est impliquée dans ces fonctions (13).

La région thoracique est la plus longue de la colonne vertébrale. Elle est constituée de douze vertèbres, qui réalisent la transition entre les colonnes cervicale et lombaire (14).

3. 1. 1. La vertèbre thoracique type

Depuis la deuxième vertèbre cervicale jusqu'à la dernière lombaire, la taille des corps

vertébraux augmente. Par conséquent, le corps de la douzième vertèbre thoracique est plus épais que celui de la première (13) (15).

Les diamètres, transversal et longitudinal, sont presque égaux (14) (15), mais le corps est cunéiforme : plus épais en arrière qu'en avant, ce qui inscrit ces douze vertèbres dans une courbure à convexité postérieure (16).

La particularité corporéale au niveau thoracique est la présence des fossettes costales, destinées à s'articuler avec la tête des côtes par l'intermédiaire des articulations costo-corporéales (fig. 1).

Pour un même corps, les facettes se divisent en deux demi-surfaces articulaires pour les côtes situées : l'une en haut pour la côte de même numéro que la vertèbre (c'est la fossette costale supérieure), l'autre en bas pour la côte suivante (c'est la fossette costale inférieure) (16) (fig.1).

L'arc postérieur délimite, avec la face postérieure du corps vertébral, le canal rachidien qui contient et protège la moelle épinière. Celui-ci est circulaire (14) (16), mais plus étroit au niveau thoracique qu'aux niveaux cervical et lombaire, à cause, respectivement, de l'émergence des plexus brachial et lombo-sacré (15).

L'arc postérieur est composé (fig. 2) :

- des pédicules, orientés sagittalement,
- des lames, qui sont aussi hautes que larges,

- des processus transverses, naissant a l'union des pédicules et des lames, et dirigés en dehors, en arrière et en haut. Leur apex est porteur de la surface articulaire pour le tubercule de la côte de même numéro que la vertèbre,
- du processus épineux, qui nait de l'union des deux lames. Il est fortement oblique en arrière et en bas,
- des processus articulaires postérieurs qui font saillie au-dessus et au-dessous de la base des processus transverses, et regardent en haut, en arrière et légèrement en dehors (16).

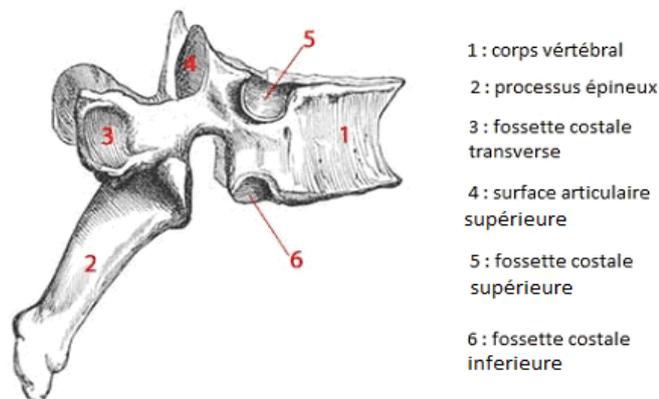


Figure 1 : vue latérale d'une vertèbre thoracique

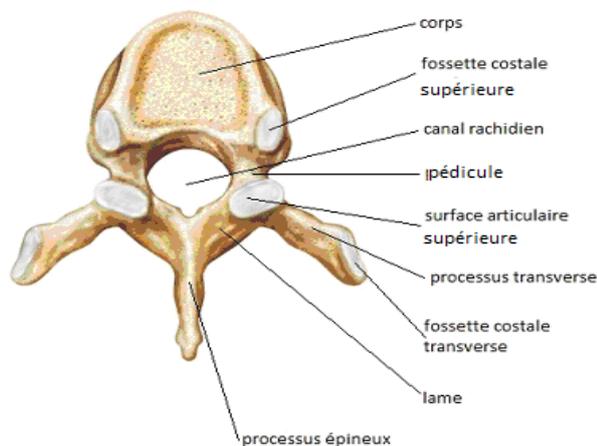


Figure 2 : vue supérieure d'une vertèbre thoracique (17)

3. 1. 2. L'appareil ligamentaire du niveau thoracique

Les ligaments servent à la stabilité passive du rachis ainsi qu'à la limitation des amplitudes de mouvement. Ils sont au nombre de 6 au niveau thoracique.

- Le ligament longitudinal antérieur (LLA) s'étend sur la face antérieure des corps vertébraux et des disques, du foramen magnum à S2.
- Le ligament longitudinal postérieur (LLP) s'insère sur la face postérieure des corps et des disques, de l'os occipital jusqu'à la première vertèbre coccygienne. Il est intracanalair.
- Le ligament supraépineux adhère au sommet des processus épineux, d'un bout à l'autre du rachis.
- Les ligaments interépineux sont situés sous le ligament supra épineux, au fond de l'espace interépineux.
- Les ligaments jaunes sont pairs, et tendus entre deux lames consécutives.

- Les ligaments intertransversaires sont également pairs et tendus entre deux processus transverses successifs. Au niveau thoracique, ils s'étendent de T2 à T10 (13) (15) (16) (18) (fig. 3).

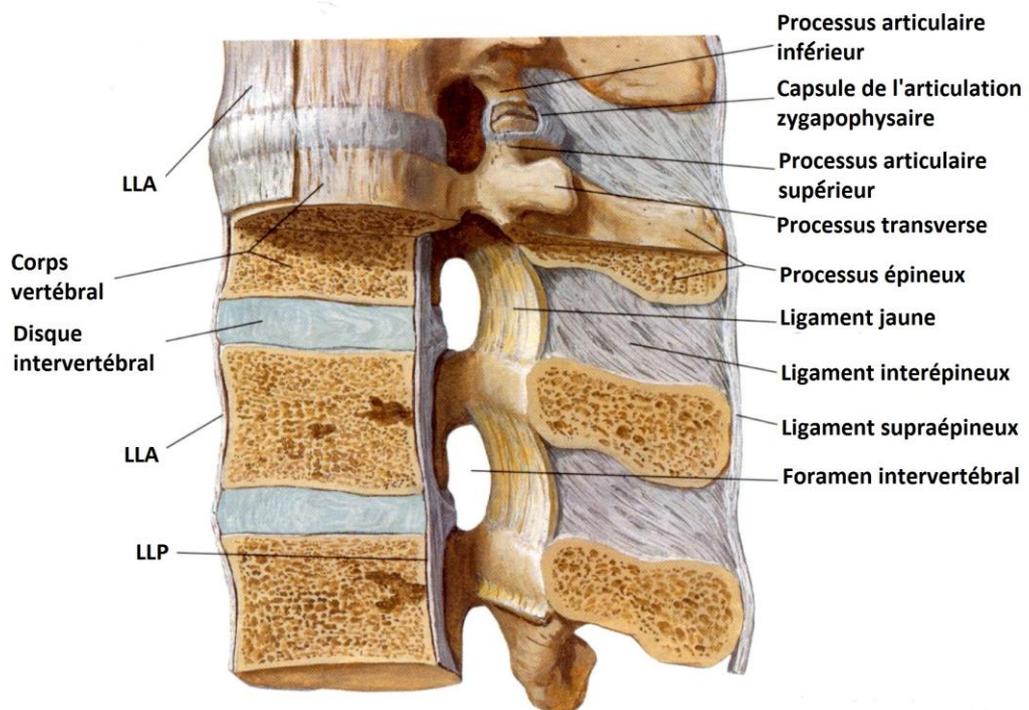


Figure 3 : système ligamentaire vertébral (17)

Bien que leurs rôles soient encore mal connus à l'heure actuelle, les fascias des muscles érecteurs seraient des éléments contribuant à la stabilité passive du rachis (19) (20).

3. 1. 3. Les muscles fléchisseurs du tronc

Différents muscles entrent en jeu, en fonction de l'action de la pesanteur.

Lorsque le sujet y est soumis, en position debout ou assise par exemple, le mouvement de flexion est sous contrôle du travail excentrique des muscles extenseurs du rachis (15) (18).

Ce sont tous les muscles postérieurs du tronc, comme :

- le groupe des muscles sacro-épineux,
- splénius,
- intertransversaires,
- épineux,
- transversaire épineux (16) (fig. 4).

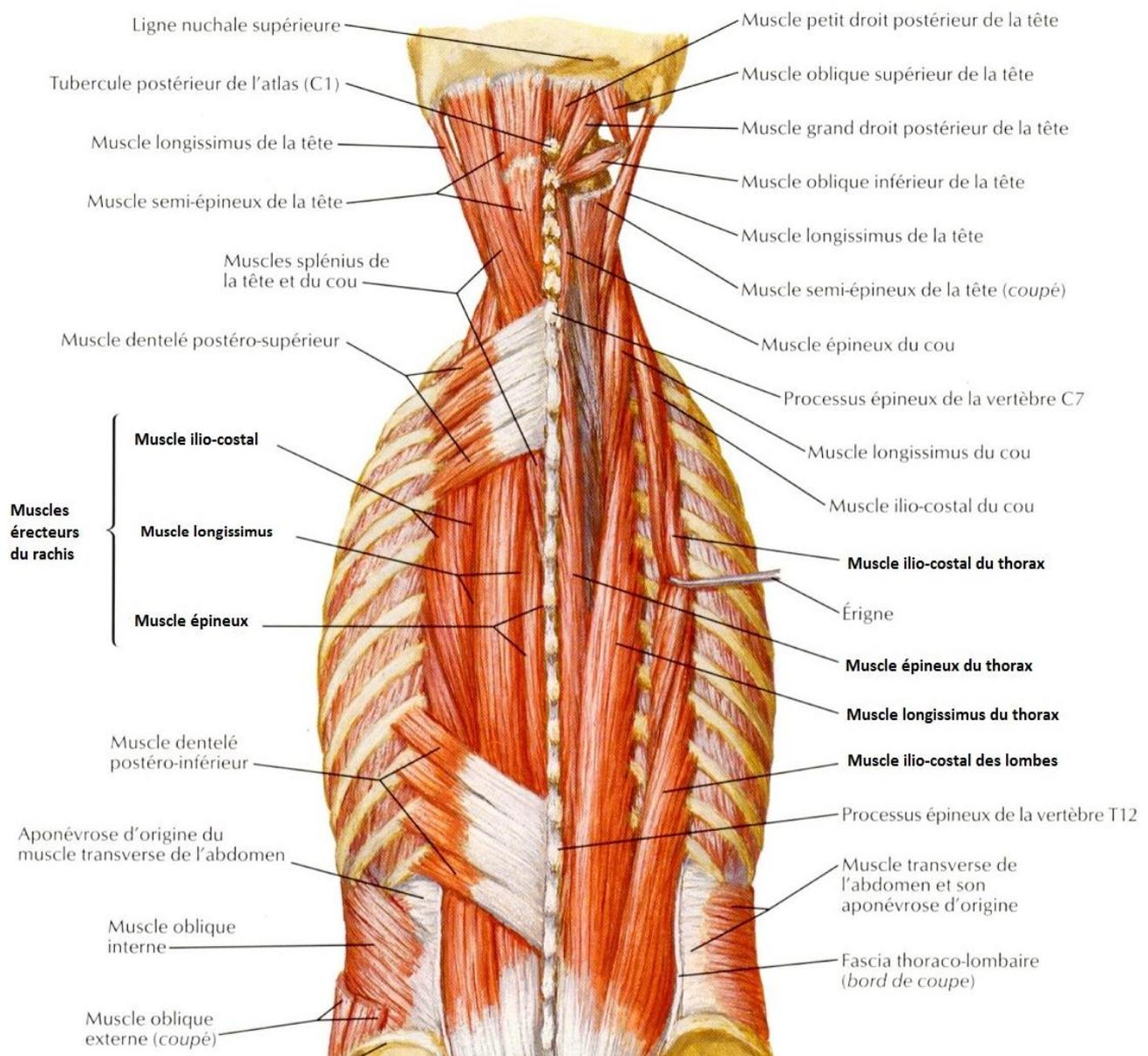


Figure 4 : schéma des muscles érecteurs du rachis (17)

En revanche, lorsque la pesanteur n'a pas d'action, ce sont les muscles de la paroi abdominale qui réalisent la flexion du tronc : ils sont situés en avant de l'axe rachidien et mobilisent ainsi l'ensemble du rachis vers l'avant. Ce sont les muscles grands droits de l'abdomen, oblique interne et oblique externe (21) (22).

3. 2. Biomécanique

3. 2. 1. Le mouvement de flexion

Nous verrons dans le prochain chapitre qu'au niveau de la colonne vertébrale, l'amplitude des mouvements dépend directement de l'orientation des processus articulaires et des facettes, ainsi que de l'épaisseur du disque intervertébral (6) (15).

Rappelons tout d'abord que par son association à la cage thoracique, le segment dorsal de la colonne vertébrale est la portion la plus rigide du rachis (12).

En thoracique, le déplacement en flexion équivaut à un glissement vers l'avant et à un bâillement vers l'arrière des processus articulaires postérieurs accompagnant une compression antérieure du disque (donc une chasse du nucleus pulposus en postérieur), et une ouverture de l'espace intervertébral en arrière (18). La valeur de ce déplacement est faible, par arthron, mais est compensée par le nombre important de vertèbres thoraciques (18) (21).

Pour chaque segment de la colonne vertébrale et pour chaque mouvement il existe des vertèbres neutres dont les déplacements sont de faibles amplitudes. Ainsi au niveau thoracique, T5, T6, T8, T10 prennent peu part à la flexion (13) (23).

3. 2. 2. Les facteurs limitant la flexion

Une des limitations majeures est la mise en tension des ligaments interépineux et supraépineux, des ligaments jaunes, de la capsule des articulations zygapophysaires et du ligament longitudinal postérieur (7) (18) (fig. 5).

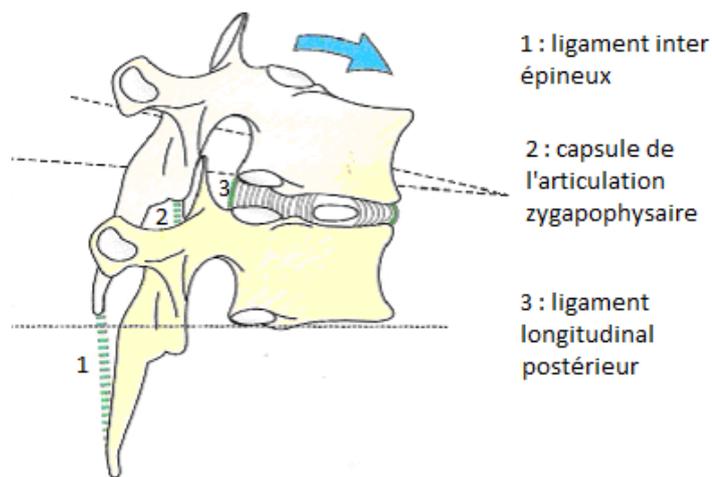


Figure 5 : schéma de flexion entre deux vertèbres thoraciques (7)

Une autre limitation est la traction des fibres de l'anneau fibreux, étiré par l'appui du noyau pulpeux (18). En effet, lors du mouvement de flexion, le noyau se retrouve chassé vers l'arrière et appuie sur les fibres postérieures du noyau fibreux dont il augmente la tension : c'est le mécanisme d'autostabilisation (7).

De plus, dans cette région, la plupart des facettes se situe à environ 70° par rapport au plan transversal. Cet alignement limite la flexion, puisque la facette inférieure de la vertèbre sus-jacente ne peut glisser que légèrement en avant sur la facette supérieure de la vertèbre inférieure (15).

Il existe certains facteurs qui ne limitent que peu, le mouvement de flexion. Les processus épineux sont limitants du fait de leurs fortes obliquités, et de leurs faibles déplacements antéro-postérieurs : ils fixent ainsi la colonne vertébrale dans une position correspondant à la morphologie du sujet (13).

En revanche, nous pourrions penser que les côtes, par l'intermédiaire des articulations costovertébrales, et que la cage thoracique limitent le mouvement de flexion. En réalité ce sont plutôt des facteurs de stabilité du niveau thoracique (10) (23).

De plus il est à noter que les muscles ne sont pas limitants. En effet les fibres musculaires possèdent une capacité d'élongation de 40% par rapport à la longueur de repos alors que les fibres de collagènes composant les ligaments de la colonne vertébrale ont une extensibilité maximale de 25% (27).

3. 2. 3. Les facteurs de variations des amplitudes du rachis

Les amplitudes du rachis, que ce soit la flexion ou l'extension, varient en fonction des individus et selon différents critères (8) (18) :

- le sexe : selon différentes études (5) (25) (26) (27), il n'influence en rien les amplitudes du rachis.
- L'âge : le vieillissement des différentes structures composant le rachis (os, éléments capsulo-ligamentaires, disque intervertébral, cartilage et muscles) entraîne une fragilisation du rachis.

De plus, il se crée une rétraction tendineuse et capsulo-ligamentaire à cause de la réduction de l'usage articulaire et de la diminution des amplitudes mises en jeu. Ceci va fixer l'accentuation de la cyphose thoracique (28) (29) (30).

- Le poids : en cas d'obésité, il est noté une diminution spécifique de mobilité au niveau de la colonne thoracique (31).
- Le stress : il entraîne une dégénérescence plus rapide de l'anneau fibreux et des différents cartilages. Les mouvements deviennent alors douloureux et limités (32).
- Le sport : d'après l'étude de J.L. ESTRADE (5), la pratique d'une activité sportive n'aurait pas d'influence sur les mesures rachidiennes réalisées à l'aide d'un inclinomètre. En revanche, la « distance doigt/sol » en dépendrait.

Cependant, il est à noter que la distance « doigt/sol » est plus un indicateur de l'extensibilité des muscles ischio-jambier et de la mobilité des articulations coxo-fémorales que de la souplesse du rachis (26) (33).

4. MATERIEL ET METHODE

4. 1. Population

Critères d'inclusion : toute personne majeure ayant signé le formulaire de consentement.

Critères d'exclusion :

- sujet présentant des douleurs rachidiennes avant la prise de mesure,

- sujet présentant des douleurs rachidiennes pendant la prise de mesure,
- sujet présentant des pathologies rachidiennes, ou des antécédents traumatiques et/ou chirurgicaux,
- toute personne désirant se retirer de l'étude.

4. 2. Matériel

- un mètre ruban,
- un crayon dermatographique,
- une table électrique à hauteur réglable.

4. 3. Méthode

Avant toute prise de mesure, chaque participant remplit un formulaire de consentement (Annexe I) ainsi qu'une fiche de renseignements (Annexe II).

Treize mesures sont ensuite réalisées sur chaque sujet.

4. 3. 1. Repérage osseux

Processus épineux (PE) de T1 : C7 est située à la base du cou, elle est plus volumineuse que les autres épineuses. Pour la différencier de T1 nous demandons tout d'abord au sujet une flexion de tête, qui fait ressortir C7 et T1, puis une rotation qui fait apparaître la mobilité de C7 par rapport à T1 (33), T1 restant immobile (fig. 6).

Processus épineux de T12 : le sujet est debout, nos mains sont placées sur les crêtes iliaques du sujet. Sur l'horizontale de ce niveau, les pouces se placent dans l'intervalle L4-L5. Le processus épineux de L4 se trouve juste au-dessus, et nous remontons ainsi jusqu'à la dernière vertèbre thoracique (34) (fig. 6).



Figure 6 : repérage osseux de T1 et T12.

4. 3. 2. Prise de mesure

- Mesure de T1/T12 en position debout : Le sujet est debout, ses pieds écartés de la largeur de son bassin, les membres supérieurs ballants.

Le « zéro » du mètre ruban est appliqué au niveau du repère cutané de T1. Il doit parfaitement épouser la forme de la courbure thoracique du sujet (fig. 7).

La mesure centimétrique est lue en regard du repère de l'épineuse de T12.

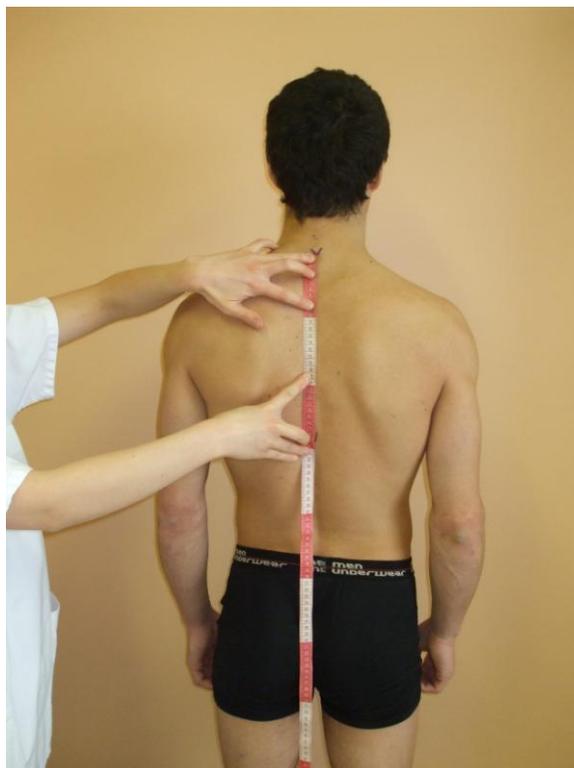


Figure 7 : application du mètre ruban sur le dos du sujet.

- Flexion du rachis thoracique à partir de la position debout : La position est la même que pour la mesure de la distance T1-T12.

Sur un temps expiratoire, il est demandé au sujet d'enrouler sa tête, ses épaules puis son dos (25). Les bras du sujet sont ballants.

Le mètre ruban est appliqué de la même manière que précédemment (fig. 8).



Figure 8 : Flexion à partir de la position debout.

Trois mouvements sont réalisés, une mesure est faite pour chacun d'eux.

- Flexion du rachis thoracique à partir de la position assise : Le sujet est assis sur une table à hauteur réglable, les deux pieds au sol et les genoux fléchis à 90°.

Les membres inférieurs sont écartés de la largeur du bassin, les membres supérieurs sont de part et d'autre des cuisses (24).

Sur le temps expiratoire, le sujet va enrourler sa tête, ses épaules puis son dos (25). Ses membres supérieurs sont ballants (fig. 9 et 10)

Trois mouvements et trois mesures sont réalisés.



Figure 9 : position assise.



Figure 10 : flexion à partir de la position assise.

- Mesure de T1/T12 en quadrupédie : Le sujet est en quadrupédie sur une table de massage, les fémurs verticaux, coudes fléchis, et avant bras reposant sur la table (11).

La tête est placée dans l'alignement de la colonne.

La mesure centimétrique est prise entre les deux repères précédemment utilisés.

- Flexion du rachis thoracique à partir de la position de quadrupédie : le sujet est dans la même position que pour la prise de mesure précédente.

Sur une expiration, il est demandé au sujet de rentrer la tête et de « bomber » le dos, sans bouger les genoux ou les coudes (fig. 11).



Figure 11 : prise de mesure lors de la flexion à partir de la position de quadrupédie.

Trois mouvements et trois mesures sont réalisés.

5. RESULTATS

5.1. Présentation de l'échantillon

55 personnes ont accepté de participer à notre étude. Tous les renseignements demandés sont présentés en Annexe III.

Les tableaux 1 et 2 reprennent les variables sexe, âge, poids et taille.

Sexe	n	%
Homme	24	44
Femme	31	56

Tableau 1 : description de la variable sexe

	Age (en année)	Poids (en kg)	Taille (en m)
Moyenne	21,3	65,1	1,71
Ecart-type	2,63	11,4	0,1
Minimum	18	46	1,5
Maximum	34	103	1,9

Tableau 2 : description des variables quantitatives

Pour chaque sujet, la longueur du segment thoracique a été mesurée en position debout (LONG. THO.).

Puis les augmentations de longueur ont été calculées suite à une flexion du tronc depuis les positions debout (AUGMENT. DEB.), assise (AUGMENT. ASSIS) et en quadrupédie (AUGMENT. QUAD.).

Le tableau 3 reprend ces différents éléments :

	LONG. THO. (en cm)	AUGMENT. DEB. (en cm)	AUGMENT. ASSIS (en cm)	AUGMENT. QUAD. (en cm)
Moyenne	30,1	+ 3,6	+ 4,1	+ 4,5
Ecart-type	3,3	0,9	0,8	1
Minimum	22,3	+ 1,4	+ 2,1	+2,4
Maximum	36	+ 6,1	+ 6	+ 6,8

Tableau 3 : résultats des différentes variables étudiées lors de la prise de mesure

Nous avons ensuite calculé les différentes moyennes chez les hommes puis chez les femmes.

	LONG. THO. (en cm)	AUGMENT. DEB. (en cm)	AUGMENT. ASSIS (en cm)	AUGMENT. QUAD. (en cm)
Moyenne	32,6	3,78	4,3	4,7
Ecart-type	2,4	1	0,8	1,1
Minimum	29,4	2,2	3,3	2,6
Maximum	36,9	6,1	5,9	6,8

Tableau 4 : résultats des différentes variables chez les hommes

	LONG. THO. (en cm)	AUGMENT. DEB. (en cm)	AUGMENT. ASSIS (en cm)	AUGMENT. QUAD (en cm)
Moyenne	28,2	3,4	3,9	4,3
Ecart-type	2,4	0,8	0,9	0,9
Minimum	22,3	1,4	2,1	6
Maximum	34,6	4,9	6	2,4

Tableau 5 : résultats des différentes variables chez les femmes

5. 2. Traitement statistique

Tout le traitement statistique a été réalisé à l'aide du tableur EXCEL.

L'étude statistique comprendra trois temps :

- la première analyse consiste à comparer les moyennes de flexion du rachis thoracique en position debout, entre notre population et la norme décrite par Troisier.
- La deuxième analyse vérifiera si la position de prise de mesure à une influence sur l'amplitude de flexion du rachis thoracique.
- La troisième analyse comparera les moyennes des différentes positions entre les hommes et les femmes.

Lors de chaque test (comparaison de moyenne ou de variance) une p-value est calculée. Si cette valeur est inférieure à 0,05 la différence entre les deux moyennes comparées est significative.

Première analyse : il s'agit de comparer de la moyenne théorique décrite par Troisier et de la moyenne observée lors de notre étude, réalisée à l'aide du test de Student (Annexe IV). $p = 2,23 \text{ E-}10$. La différence est significative.

Deuxième analyse : elle s'intéresse à l'analyse de la variance de l'augmentation de longueur du rachis thoracique en flexion, dans les trois positions étudiées (Annexe IV). $p = 3,23 \text{ E-}6$. La différence est significative : la position influence la valeur de l'amplitude de flexion.

Troisième analyse : avant de comparer les moyennes entre les hommes et les femmes dans les trois positions, il nous faut vérifier l'homogénéité des variances (Annexe IV).

Lors de ce test d'homogénéité, un F est calculé. Si les variances sont homogènes, F est supérieur à 0,05, alors la dispersion de la distribution des valeurs ne diffère pas et les moyennes sont comparables.

- Flexion à partir de la position debout : $F = 0,13$
 - Flexion à partir de la position assise : $F = 0,27$
 - Flexion à partir de la position de quadrupédie : $F = 0,16$
- } Les moyennes
sont
comparables

Nous avons ensuite réalisé un test de Student pour comparer les moyennes et vérifier si la différence entre hommes et femmes est significative (Annexe IV).

- Flexion à partir de la position debout : $p = 0,15$
 - Flexion à partir de la position assise : $p = 0,07$
 - Flexion à partir de la position de quadrupédie : $p = 0,83$
- } La différence
est non
significative.

6. DISCUSSION

6. 1. Présentation des résultats de l'étude statistique

Notre première analyse statistique nous montre qu'il existe une différence significative entre la norme décrite par Troisier, et la moyenne issue de notre étude.

Rappelons que le protocole et la population étudiés par Troisier ne sont pas précisés dans l'article concernant ce test (11). Nous avons donc choisi d'établir un protocole se basant sur différentes études s'intéressant à la mobilité du rachis (11) (23) (24) et permettant la plus grande reproductibilité des mesures.

Notre étude a porté sur une population jeune (moyenne d'âge de 21,3 ans), saine et plutôt dynamique (73% de la population pratique une activité physique au moins une fois par semaine). Les résultats retrouvés ne pourront donc s'appliquer qu'à ce type de population.

Selon nos critères, la valeur moyenne de flexion thoracique à partir de la position debout est de 3,6 cm, et est significativement différente de celle émise par Troisier (comprise entre 4 et 5 cm).

Notre seconde étude prouve que la position adoptée avant de réaliser le mouvement de flexion a une influence sur sa valeur.

La différence principale entre les stations debout et assise est la rétroversion du bassin, qui entraîne une delordose au niveau lombaire.

C'est avec une position assise, sans appui antérieur ni postérieur que la rétroversion du bassin est la moins importante et il y a donc ainsi moins de delordose lombaire (11). C'est pourquoi nous avons choisi cette position.

La position de quadrupédie permet quant à elle, d'après les résultats de notre étude, la plus grande amplitude de flexion thoracique.

Le test réalisé en troisième intention, retrouve les mêmes données que la littérature, à savoir qu'il n'existe pas de différence significative entre les valeurs des sujets féminins et masculins (25) (26) (27).

6. 2. Les imprécisions de l'étude

6. 2. 1. Les différents biais

Il existe un biais évident de sélection : tout l'échantillon est issu des trois promotions d'élèves de l'ILFMK. Donc, en dehors de leurs loisirs, leur emploi du temps est sensé être le même.

De plus, au sein de l'établissement, les élèves n'ont pas été tirés au sort. Il est alors à craindre que l'échantillon ne soit pas représentatif.

Etant dépendants des étudiants pour faire nos mesures, nous n'avons pas pu les réaliser sur un créneau horaire fixe. Malheureusement, la mobilité rachidienne augmente au cours de la journée. Cette variation est due à l'amincissement du disque intervertébral, lié à la station verticale qui entraîne une fuite d'eau vers les corps vertébraux. Ce phénomène a pour conséquence la détente des ligaments antérieurs et postérieurs.

De plus, les activités de la vie quotidienne tiennent place d'échauffement musculaire et permettent ainsi de diminuer les tensions musculaires (26). Il aurait donc été intéressant pour notre étude de réaliser les mesures sur une plage horaire fixe et déterminée à l'avance.

6. 2. 2. Erreurs liées au protocole

La première critique à émettre est la prétention de cette technique à isoler le rachis thoracique des rachis cervical et lombaire. En effet le rachis est axe continu, et ses trois courbures fonctionnent ensemble (18). Il est donc difficile de croire que la mobilité d'un segment n'influence pas celle des deux autres.

Ensuite, même si les sujets souffrant de dorsalgies, lombalgies ou cervicalgies ont été exclus de l'étude, une limitation d'amplitude n'est pas forcément douloureuse et peut retentir sur les valeurs que nous avons trouvées. Comme par exemple, lors de lésions discales qui ne sont pas symptomatiques tant que les fissures n'ont pas atteints l'anneau externe, innervé, du disque intervertébral (30) (32).

Pour se rapprocher au plus près de la réalité, il aurait fallu faire des clichés radiologiques et réaliser nos mesures dessus (9) (20) (36). Or il nous était impossible de réaliser une imagerie pour chaque sujet.

La recherche des repères cutanés et l'utilisation du mètre ruban sont sans doute les sources d'erreurs majeures de notre étude (26).

Pour trouver le PE de T1, nous avons préféré demander une flexion cervicale, et ainsi faire apparaître C7 et T1, plutôt qu'une extension. En effet cette dernière méthode ne montre que peu de validité pour le repérage de C7 (37).

Ensuite, pour trouver le PE de T12, nous avons choisi de placer nos mains sur les crêtes iliaques du sujet. Nos pouces se trouvent alors entre les épineuses de L4 et L5 (34). Le principal problème de cette méthode vient des reliefs sous cutanés et des difficultés de dépression de la peau qui peuvent modifier le niveau de la ligne représentée par nos pouces.

Toujours lors du repérage osseux, le risque d'erreur est majoré par le manque d'expérience du manipulateur.

En ce qui concerne le mètre ruban, la tension qui lui est appliquée peut être différente d'un individu à l'autre, son placement au niveau du repère peut ne pas être exactement le même.

Enfin, le mouvement de la peau par rapport à celui du rachis, lors du mouvement, est également à considérer comme source d'erreur, puisque différent chez chacun (26).

Parmi les différentes positions choisies, deux peuvent être discutées : les positions assise et de quadrupédie. La position érigée étant celle utilisée par Troisier dans son test, il nous était impossible de faire sans.

Concernant la position assise, nous pouvons nous interroger quant à l'incidence de la lordose lombaire, induite par la rétroversion de bassin, sur la mobilité du segment thoracique. De plus, dans la position que nous avons choisie d'adopter, il n'y a aucun appui complémentaire. Ceci entraîne une tension ligamentaire, et une pression discale qui peuvent rapidement devenir douloureuses. Cette sensation est à prendre en compte lors de la répétition des mouvements (38).

La position de quadrupédie a été suggérée par Troisier pour limiter au maximum le mouvement dans le rachis lombaire et le localiser principalement au segment thoracique. Cependant, il ne l'utilise que pour mesurer l'extension thoracique.

Nous avons tout de même choisi d'utiliser cette position, pour les mêmes raisons ainsi que pour évaluer l'influence d'une nouvelle position par rapport à l'étude de G. MELLIN, R. KIISKI et A. WECKSTROM (36).

Cependant, il a été montré que, concernant le segment thoracique, la position érigée pose des difficultés pour obtenir la flexion antérieure maximale. La position assise permet, quant à elle, une amplitude significativement supérieure à celle autorisée depuis la position debout (36).

6. 2. 3. Erreurs liées à l'individu

Nous avons choisi de demander au sujet de réaliser trois mouvements dans chacune des trois positions plutôt que de faire un échauffement. Ainsi nous ne retenons que la meilleure des trois valeurs.

La reproduction exacte des trois mouvements est illusoire à obtenir. Même si les consignes orales données sont claires, le sujet ne réalise pas forcément ce que nous lui demandons. Par exemple, la descente en flexion sur le temps expiratoire peut ne pas être respectée, l'ordre d'enroulement (tête, puis épaule) modifié ou insuffisant au niveau de la tête.

De plus, en fonction du moment de la journée, des distractions alentours, et du temps mis à réaliser les mesures, nous avons pu voir apparaître une certaine baisse de la motivation, une diminution de l'attention voire une fatigabilité du sujet.

Les habitudes propres à chacun peuvent également avoir une incidence sur nos mesures. Comme la souplesse naturelle du sujet, la pratique régulière d'un sport, l'origine ethnique (20), ou le maintien prolongé d'une position lors des activités personnelles (les positions assises prolongées entraînent une augmentation de pression au niveau intra discal et une dégénérescence plus rapide du disque intervertébral (39)).

Déjà abordé précédemment (dans les erreurs liées au protocole), l'IMC peut rendre plus difficile le repérage s'il est élevé et nous conduire à des erreurs.

7. CONCLUSION

Notre étude avait comme objectif principal de réévaluer les normes du test de Troisier sur une population de sujets jeunes et sains.

Les données issues des mesures réalisées montrent une différence significative avec les valeurs émises par O. Troisier. Selon lui, la distance entre les deux repères cutanés doit augmenter de 4 à 5 cm lors de flexion, alors que notre moyenne ne se situe qu'à 3,6 cm.

Nous avons également testé l'impact de différentes positions sur les valeurs de la flexion. Il en ressort que la position de quadrupédie offre le plus d'amplitude de mouvement, par rapport aux positions assise et debout.

Il serait donc intéressant de prendre en considération ces nouvelles données lors d'un bilan du rachis sur un sujet jeune.

La moyenne émanant de nos mesures ne pouvant pas être appliquée à n'importe quelle population, il serait utile de réaliser une étude similaire à la nôtre, mais avec des sujets plus âgés (entre 35 et 60 ans par exemple).

Nous aurions également pu comparer nos valeurs à la norme du Schobber dorsal (augmentation de 1 à 4 cm entre C7 et un repère à 30 cm) ou encore à la valeur décrite par D. J. Magee (augmentation de 2,7 cm entre C7 et T12).

BIBLIOGRAPHIE

- (1) HOPPENFELD S. Examen clinique des membres et du rachis. 2^{ème} éd. Paris : Masson, 2006, 303 p. ISBN 978-2-294-09318-0
- (2) WACHOWSKI M. M., MANSOUR B., LEE C., ACKENHAUSEN A. How do spinal segments move ?. Journal of biomechanics, 2009, 42, 14, p. 2286 - 2293
- (3) COLE B., FINCH E., GOWLAND C., MAYO N. Instruments de mesure des résultants en réadaptation physique. 1^{ère} éd. Toronto : Association canadienne de physiothérapie, 1995, 220 p. ISBN 0-9698122-2-1
- (4) Mal de dos : les neuf points fondamentaux. [En ligne]. http://www.vertebre.com/index.php?option=com_content&view=article&id=177:mal-de-dos--les-neufs-points-fondamentaux&catid=63:articles&Itemid=37 (Page consultée le 14 mars 2012)
- (5) ESTRADE J.L. Mesure clinique du sujet sain dans le plan sagittal. Kinésither. Sci., 2007, 479, p 5-13
- (6) DELBARRE GROSSEMY I. Goniométrie : Manuel d'évaluation des amplitudes articulaires des membres et du rachis. Paris : Masson, 2008. 117p. ISBN 978-2-294-02162-6

- (7) KAPANDJI A. I. Anatomie fonctionnelle : tête et rachis. 6^{ème} éd. Paris : Maloine, 2007. 329 p. ISBN 978-2-224-02649-3
- (8) MARIEB E. N. Anatomie et physiologie humaine. 6^{ème} éd. Paris : Paerson, 2005. 1288. ISBN 2744071188
- (9) LEMPEREUR J.J. Evaluation statistique des mesures cliniques de la mobilité du rachis. Ann. Kinesither., 1997, 24, 3, p 120 - 131
- (10) ITARU O., KUNIYOSHI A., DUOSAI L., YASHUHIRO S., KIYOSHI K. Biomechanical role of the posterior element, costovertebral joints, and rib cage in the stability of the thoracic spine. Spine, 1996, 21, 12, p. 1423-1429
- (11) TROISIER O. - Bilan articulaire du rachis.-Editions techniques - Encycl. Méd. Chir. (Paris, France), Kinésithérapie, 26008 G10, 12-1990, 10 p
- (12) MAGEE D.J. L'évaluation clinique en orthopédie. 1^{ère} éd. Quebec : Edisem, 1987. 419 p. ISBN 2-89130-116-1
- (13) ROUVIERE H., DELMAS A. Anatomie humaine descriptive, topographie et fonctionnelle : tronc. 15^{ème} éd. Paris : Masson, 2002. 725 p. ISBN 2-294-00392-6

(14) VANICHKACHORN J. S., VACCARO A. R. Thoracic disk disease : diagnosis and treatment. J Am Acad Orthop Surg, 2000, 8, p. 159 - 169

(15) OATIS C. A. Kinesiology : the mechanics and pathomechanics of human movement ; 2^{ème} éd., 2008, 960 p. ISBN 9780781774222

(16) DUFOUR M. Anatomie de l'appareil locomoteur : tête et tronc. 2^{ème} éd. Issy-les-Moulineaux : Elsevier Masson, 2009. 369 p. ISBN 978-2-294-7148-3

(17) NETTER F. H. Atlas d'anatomie humaine. 4^{ème} éd. Paris : Masson, 2007. 639 p. ISBN 978-2-294-08042-5

(18) DUFOUR M., PILLU M. Biomécanique fonctionnelle : Membres, tête et tronc. 1^{er} éd. Paris : Masson, 2005. 568 p. ISBN 2-294-08877-8

(19) MORVAN G., WYBIER M., MATHIEU P., VUILLEMIN V., GUERINI H. Clichés simples du rachis : statique et relations entre rachis et bassin. J. Radiol. 2008, 89, p. 654 - 666

(20) CLELAND J. Examen clinique de l'appareil locomoteur : test, évaluations et niveaux de preuves. 1^{ère} éd. Issy-lès-Moulineaux : Elsevier Masson, 2007. 513 p. ISBN 978-2-294-06818-

- (21) MITCHELL A. W. M., VOGL A. W., DRAKE R. L. Gray's anatomy : for student. 2nd éd. Philadelphia : Churchill Livingstone, 2009. 1136 p. ISBN 978-0-443-06952-9
- (22) BUSSCHER I. M. D., VAN DIEEN J. H., KINGMA I., VAN DER VEEN A. J. Biomechanical characteristics of different regions of the human spine : an in vitro study of multilevel spinal segments. Spine, 2009, 34, p. 2858 – 2864.
- (23) WATKINS R. IV, WATKINS R. III, WILLIAMS L., AHLBRAND S. Stability provided by the sternum and rib cage in the thoracic spine. Spine, 2005, 30, 11, p. 1283 – 1286.
- (24) VOINEAU S., VIEL E. Présentation d'observations cliniques permettant d'étayer un diagnostic kinésithérapique. Ann. Kinésithér., 1997, 24, 2, p 58-86
- (25) LAUDE J. Etude du déplacement du centre de gravité pendant la flexion du tronc. Ann. Kinésithér., 1990, 17, p. 5 – 10
- (26) ENSINK F. B., SAUR P., FRESE K., SEEGER D., HILDEBRANT J. Lumbar range of motion : influence of time of day and individual factor of measurement. Spine, 1996, 21, NUMERO DE LIVRAISON p. 1339-1343
- (27) ESTRADE J. L. Recherche de moyennes et de relation entre différents paramètres de l'examen clinique postural des sujets sains. Kinésithérapie la revue, 2005, 41-42, p. 17-35

- (28) PARDESSUS V., KEMOUN G., DURLENT V., CATANZARITI J. F., TALMAN C. Rachis du sujet âgé. Encycl Méd Chir (Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS, Paris, Tous droits réservés), Kinésithérapie-Médecine physique-Réadaptation, 26-294-D-10, 2000, 14 p.
- (29) KUO Y.L., TULLY E. A., GALEA M. P. Video based measurement of sagittal range of spinal motion in young and older adults. *Manual therapy*, 2009, 14(6), p. 618 – 622
- (30) ROZENBERG S., MARTY M. Le rachis thoracique : ce méconnu ! 1^{ère} éd. Montpellier : Sauramps Medical, 2012. 133 p. ISBN 978-2-84023-760-0
- (31) VISMARA L., MENEGONI F., ZAINA F., GALLI M. Effect of obesity and low back pain on spinal mobility : a cross sectional study in women. *J. Neuroeng. Rehabil.*, 2010, 7
- (32) PINT J., MACKEY M.G., HIGGS J. Kyphosed seated posture : Extending concepts of postural health beyond the office. *J. Occup. Rehabil.*, 2008, 18, p. 35-45
- (33) KIPPERS V., PARKER A.W. Toe-touch test : a measure of its validity. *Physical Therapy*, 1987, 67, NUM LIV, p 1680-1684
- (34) TIXA S. Atlas d'anatomie palpatoire : tome 1 cou, tronc, membre supérieur. Issy-les-Moulineaux : Elsevier Masson, 2008. 237p. ISBN 2-294-70125-2

- (35) BOCKENHAUSER S. E., CHEN H., JULLIARD K. N., WEEDON J. Measuring thoracic excursion : reliability of the cloth tape measure technique. *J. an Osteopath. Assoc.*, 2007, 5, p 191 - 196
- (36) MELLIN G., KIISKI R., WECKSTRÖM A. Effects of subject position on measurements of flexion, extension, and lateral flexion of the spine. *Spine*, 1991, 16, 9, p 1108 - 1110
- (37) ROBINSON R., ROBINSON H. S., BJORKE G., KVALE A. Reliability and validity of a palpation technique for identifying the spinous processes of C7 and L5. *Manual therapy*, 2009, 14, p 409 – 414
- (38) DUJARDIN F et WEBER J. Anatomie et Physiologie de la marche, des positions assise et debout. *Encycl Med Chir (Elsevier Paris), Appareil Locomoteur*, 14-010-A-10, 1998, 16p
- (39) PYNT J., MACKEY M. G., HIGGS J. Kyphosed seated postures : extending concepts of postural health beyond the office. *J. Occup. Rehabil.*, 2008, 18, p 35 - 45

ANNEXES

ANNEXE I

Consentement de participation

Je soussigné(e)..... atteste sur l'honneur participer volontairement à l'étude effectuée par Melle Cécile MATHIEU, sous la direction de Mr Julien MICHAUT, masseur-kinésithérapeute.

Je reconnais avoir eu toutes les informations sur le protocole de l'étude, à savoir :

- que cette étude a pour but d'étudier la mobilité du rachis thoracique en flexion,
- qu'aucune indemnité ne sera versée,
- que je pourrai dans l'avenir vérifier les données et leur destruction ultérieure,
- je reconnais avoir pu poser toutes questions à l'examinatrice,
- je suis informé(e) que ma participation est libre et que je peux quitter l'étude à tout moment,
- mon consentement ne décharge pas les organisateurs de la recherche de leurs responsabilités,
- les données qui me concernent resteront strictement confidentielles. Je n'autorise leurs consultations que par les personnes participant à la recherche,
- je pourrai à tout moment demander toute information complémentaire.

Fait à le

Cécile MATHIEU
Signature :

Signature du participant, précédée
de la mention « lu et approuvé »

ANNEXE II

FICHE DE RENSEIGNEMENTS / MESURES

Madame Mademoiselle Monsieur

NOM :

PRENOM :

AGE :

SEXE :

ACTIVITE PHYSIQUE :

FREQUENCE :

TAILLE :

POIDS :

PATHOLOGIE RACHIDIENNE :

	RACHIS THORACIQUE (cm)					AMPLIATION THORACIQUE (cm)	
	T1-T12 debout	T1-T12 en flexion à partir de la position debout	T1-T12 en flexion à partir de la position assise	T1-T12 en quadrupédie	T1-T12 en flexion à partir de la position de quadrupédie	Ligne axillaire	Ap. xiphoïde
1 ^{ère} mesure							
2 ^{ème} mesure							
3 ^{ème} mesure							

ANNEXE III : Tableau comportant les données recueillies pour les 55 sujets

N°	Age	Sexe	Activité Physiq	H/s em	Taille (m)	Poids (kg)	Patho Rach.	Debout (cm)	Flexion Debout (cm)	Flexion Assise (cm)	Quadrupédie (cm)	Flexion en quadrupédie (cm)	Ligne axillaire (cm)	Appendice xyphoïde (cm)
1	20	F	Danse	1	1,5	53	Non	22,3	27	27,7	22,3	27	6	4
2	19	F	Danse	1	1,63	47	Non	28	31,5	32,5	26,5	31,5	5,4	4,6
3	19	H	Foot	2	1,9	84	Non	36	41,5	41,8	34,4	40,3	9,3	10,5
4	19	F			1,63	49	Non	24,5	28,3	27,7	23,5	26,5	7,7	8
5	22	F	Badminton	1	1,68	68	Non	30	32,8	32,7	28	32,3	5	3,4
6	20	F	Course	2	1,74	61	Non	29,1	30,5	31,2	26	30,8	8,2	8,5
7	20	H	Tennis	2	1,83	73	Non	36	40	40,7	34,2	39	7	8,4
8	24	F	Aviron Randonnée Alpinisme Escalade	9	1,74	65	Non	30	32,5	33,4	27,5	32,5	5	5
9	21	H	Volley	3	1,71	70	Non	31,5	34,3	35,1	31	34,7	5,1	5,5
10	22	F			1,57	46	Non	25	28,3	29,2	25,5	28,9	6,5	8,3
11	21	H	Tennis	2	1,83	85	Non	34	38	38	32,3	35,8	7,9	4,4
12	22	F	Handball	3	1,69	60	Non	29,3	32	32	27	31,7	7,2	7,9
13	21	H	Judo Course	6	1,74	69	Non	31,5	34,3	35	28,9	32,4	6,6	6,5
14	25	F		1	1,57	65	Non	26,5	29,8	30	23,5	29,5	7,8	5
15	34	H	Course	2	1,82	72	Non	33	37	36,7	32,5	36,7	11,5	10,2
16	27	F	Handball	3	1,65	55	Non	26,5	30,1	30,7	26	29,8	6,1	8,4
17	20	H	Foot	3	1,88	73	Non	31	35,2	35	30,8	34,5	7,8	6,5
18	20	F	VTT	1	1,63	52	Non	29,8	32,6	33,5	29	32,1	4,6	7
19	20	F			1,65	62	Non	32,8	36	36,4	31	35,4	10,1	8
20	21	H	Badminton	3	1,78	71	Non	30	33	33,7	29	32,5	7	6,3
21	20	F			1,69	59	Non	28,5	31,4	34	27	33	6,2	6,5
22	20	H	Tennis	2	1,69	63	Non	30,5	33,6	34,5	28	33,1	4,9	8

2														
2														
3	23	F			1,6	51	Non	28,5	32,5	32	27,3	31,8	6,3	4
2														
4	19	H		2	1,73	64	Non	31,3	33,5	35	29,8	32,4	7,5	7,5
2														
5	23	F			1,61	57	Non	27,8	32,2	32,5	26,8	32,3	5,5	5
2														
6	23	H	Judo Course	2	1,81	73	Non	35,2	41,3	41,1	34	40,1	9	6,6
2														
7	23	H	Taekwondo	2	1,8	78	Non	29,8	33,5	34,2	28,1	32,7	5	6,6
2														
8	22	F	Volley	1	1,65	66	Non	27,2	32,1	33,2	27,8	31,7	7,9	5,9
2														
9	20	F	Volley Course	2	1,6	50	Non	26,1	29,6	30,6	25,6	28,9	6,9	5,9
3														
0	23	F	Basket Aviron	2	1,73	68	Non	28,5	32,5	32,9	27,1	32,8	4,6	4,7
3														
1	20	H			1,78	78	Non	31,6	36,3	36,6	29,1	34,8	6,4	4,6
3														
2	19	F	Fitness	1	1,56	52	Non	28,2	31,9	32	27,7	31,4	5,2	4,7
3														
3	22	F			1,57	46	Non	25,6	29,9	30,6	24,5	29,4	5,1	5,4
3														
4	19	H	Hand Brake dance	3	1,72	63	Non	29,7	32,9	33,6	27,4	34,2	4,3	5,9
3														
5	21	H			1,69	72	Non	29,4	33,4	33,8	28,3	32,9	5,9	4,1
3														
6	19	H	Hand Equitation	3	1,67	65	Non	30,2	34,3	35,1	28,2	34,1	6,2	5,5
3														
7	19	F	Course	2	1,65	51	Non	26,7	30,2	30,6	27,2	30,2	7,1	5,4
3														
8	26	F	Rugby	3	1,75	85	Non	29,7	32,6	33,2	27,7	32,2	4,5	2,5
3														
9	21	H	Natation Course	2	1,75	75	Non	32,7	35,5	36,5	31,7	35,6	4	6,9
4														
0	20	F			1,7	75	Non	26	30,7	30,5	25	29,9	6,4	4
4														
1	18	F	Escrime	2	1,66	59	Non	29,6	32,7	33,4	28,5	32,6	6,9	7,1
4														
2	20	F	Judo	2	1,68	68	Non	29,6	32,7	33,1	27,4	33,3	7,5	8,9
4														
3	20	F			1,63	60	Non	26,7	29,9	29,4	25,4	27,8	5,2	6,1
4														
4	20	F	Musculation	3	1,67	53	Non	29,7	32,2	33	27,7	31,4	4,9	4,2
4														
5	20	F	Course Piscine	3	1,68	60	Non	29,6	32,5	32,7	28,2	31,7	5,7	3,7
4														
6	19	F			1,9	69	Non	34,6	37,6	38,4	32,7	37,1	7,4	9
4														
7	23	H			1,79	64	Non	29,6	34,7	35	30,7	34,2	10,8	10,5

48	24	H	Escalade	5	1,72	78	Non	32,7	37,2	38,2	32,1	37	6,9	6,2
49	19	F			1,63	51	Non	27,7	32,3	31,7	27	31	6,8	7,7
50	19	H	Escalade Foot	4	1,76	70	Non	33,7	38,2	38,5	32,7	37,3	5,7	8,2
51	21	H	Badminton Tennis	1	1,88	78	Non	36,7	39,5	40	35	39,9	6	7,5
52	21	H			1,77	103	Non	36,9	39,7	40,7	33,3	39,5	6,5	6,2
53	24	H	Tennis Natation	2	1,78	60	Non	35,3	38,7	38,9	33	38,3	6,4	6,8
54	24	F	Volley Aérobie	2	1,75	72	Non	31,4	35,1	35,2	28,7	33,5	5,4	7,7
55	22	H	escalade	1	1,8	66	Non	34,2	37,6	38	32,6	37,2	7	9,5

ANNEXE IV : Traitement statistique

Comparaison de la moyenne théorique décrite par Troisier et de la moyenne observée lors de notre étude :

La norme décrite par Troisier est de 4 à 5cm. Afin de faciliter le traitement statistique, nous fixerons une moyenne à 4,5cm.

Les données étudiées sont les différences entre les mesures du rachis thoracique en position debout, puis en flexion à partir de cette même position (différence entre les colonnes « Flexion debout » et « Debout » du tableau présenté en annexe III).

Etant dans le contexte moyenne théorique/moyenne observée, le test de Student est directement applicable.

Nous avons utilisé le « test d'égalité des espérances : observations paires » du tableur EXCEL. Le résultat obtenu est le suivant :

	<i>Moyenne de l'étude</i>	<i>Moyenne test de Troisier</i>
Moyenne	3,585454545	4,5
Variance	0,759784512	0
Observations	55	55
Coefficient de corrélation de Pearson	#DIV/0!	
Différence hypothétique des moyennes	0	
Degré de liberté	54	

Statistique t	-7,781107623	
P(T<=t) bilatéral	2,227E-10	
Valeur critique de t (bilatéral)	2,004881026	

La p-value obtenue (en gras dans le tableau ci-dessus) est inférieure à 0,05. Nous en concluons donc que la différence entre ces deux moyennes est significative.

Analyse de la variance de l'augmentation de longueur du rachis thoracique en flexion dans les trois positions proposées :

Le but de cette étude est de vérifier si la position influence l'amplitude de flexion.

Trois positions ont été définies, nous allons considérer que chacune des positions représentent un échantillon.

Un seul facteur est étudié : la valeur de l'augmentation de longueur du rachis thoracique après un mouvement de flexion.

Pour l'analyse de variance nous utiliserons la méthode ANOVA via l'« analyse de variance : un facteur » d'EXCEL.

Les données nécessaires sont les colonnes « Flexion debout », « Flexion assise » et « Flexion en quadrupédie » du tableau présenté en Annexe III.

Le tableur nous a livré les tableaux suivants :

RAPPORT DÉTAILLÉ				
<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
<i>Différence de flexion debout</i>	55	197,2	3,58545455	0,75978451
<i>Différence de flexion assis</i>	55	223,7	4,06727273	0,71520539
<i>Différence de flexion quadrupédie</i>	55	247	4,49090909	0,99973064

ANALYSE DE VARIANCE						
<i>Source des variations</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Degré de liberté</i>	<i>Moyenne des carrés</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>	<i>Valeur critique pour F</i>
<i>Entre Groupes</i>	22,5768485	2	11,2884242	13,6844836	3,2263E-06	3,05182368
<i>A l'intérieur des groupes</i>	133,634909	162	0,82490685			
<i>Total</i>	156,211758	164				

Il existe deux manières pour interpréter ce tableau :

- La première consiste à comparer les valeurs « F » et « Valeur critique pour F ».

Pour montrer que le facteur (valeur de la flexion) n'est pas influencé par les variables

(différentes positions) il faut que : $|F| < \text{Valeur critique pour F}$

Or, dans notre cas, $|F| > \text{Valeur critique pour F}$.

Nous en concluons donc que la position de départ a une influence sur l'amplitude de flexion.

- La deuxième utilise la valeur « Probabilité ».

Il suffit de comparer cette valeur à la valeur seuil fixée à 0,05.

Si « Probabilité » > 0,05, les variables n'influencent pas la valeur du facteur.

Ici, la valeur de « Probabilité » est de 3,2263 E-06.

La conclusion est la même que précédemment : la position de départ influence la valeur de la flexion.

Analyse de l'influence du sexe sur les amplitudes de flexion dans les trois positions proposées :

Soit deux échantillons : $n_{\text{HOMME}} = 2$ $n_{\text{FEMME}} = 31$

Pour chaque échantillon, trois positions ont été adoptées afin de réaliser les mouvements de flexion du rachis.

L'augmentation des distances entre les repères T1 et T12, suite à la flexion, est présentée dans le tableau ci-dessous :

DEBOUT		ASSIS		QUADRUPEDIE	
Homme (cm)	Femme (cm)	Homme (cm)	Femme (cm)	Homme (cm)	Femme (cm)
5,5	4,7	5,8	5,4	5,8	4,7
4	3,5	4,7	4,5	4,7	5
2,8	3,8	3,6	3,2	3,6	3
4	2,8	4	2,7	4	4,3
2,8	1,4	3,5	2,1	3,5	4,8
4	2,5	3,7	3,4	3,7	5
4,2	3,3	4	4,2	4	3,4
3	2,7	3,7	2,7	3,7	4,7
3,1	3,3	4	3,5	4	6
2,2	3,6	3,7	4,2	3,7	3,8
6,1	2,8	5,9	3,7	5,9	3,1
3,7	3,2	4,4	3,6	4,4	4,4
4,7	2,9	5	5,5	5	6

3,2	4	3,9	3,5	3,9	4,5
4	4,4	4,4	4,7	4,4	5,5
4,1	4,9	4,9	6	4,9	3,9
2,8	3,5	3,8	4,5	3,8	3,3
5,1	4	5,4	4,4	5,4	5,7
4,5	3,7	5,5	3,8	5,5	3,7
4,5	4,3	4,8	5	4,8	4,9
2,8	3,5	3,3	3,9	3,3	3
2,8	2,9	3,8	3,5	3,8	4,5
3,4	4,7	3,6	4,5	3,6	4,9
3,4	3,1	3,8	3,8	3,8	4,1
	3,1		3,5		5,9
	3,2		2,7		2,4
	2,5		3,3		3,7
	2,9		3,1		3,5
	3		3,8		4,4
	4,6		4		4
	3,7		3,8		4,8

Avant de pouvoir appliquer le test de Student il nous faut vérifier l'homogénéité des variances et la normalisation des données.

Normalisation des données :

$n_{\text{FEMME}} > 30$ et suit, par conséquent, une loi Normale.

En revanche $n_{\text{HOMME}} < 30$, il est donc nécessaire d'admettre la normalité de la variable.

Homogénéité des variances :

Afin de vérifier l'homogénéité des variances, nous utilisons le « test d'égalité des variances » d'EXCEL pour chacune des positions.

Les résultats obtenus sont présentés dans les tableaux ci-dessous :

Test d'égalité des variances. DEBOUT		
	<i>Homme</i>	<i>Femme</i>
Moyenne	3,77916667	3,43548387
Variance	0,9321558	0,59969892
Observations	24	31
Degré de liberté	23	30
F	1,55437297	
P(F<=f) unilatéral	0,12747459	
Valeur critique pour F	1,89716332	

Test d'égalité des variances. ASSIS		
	<i>Homme</i>	<i>Femme</i>
Moyenne	4,3	3,88709677
Variance	0,59217391	0,75649462
Observations	24	31
Degré de liberté	23	30
F	0,78278668	
P(F<=f) unilatéral	0,27508155	
Valeur critique pour F	0,51006399	

Test d'égalité des variances. QUADRUPEDIE		
	<i>Homme</i>	<i>Femme</i>
Moyenne	4,3	4,3516129
Variance	0,59217391	0,88058065
Observations	24	31
Degré de liberté	23	30
F	0,67248118	
P(F<=f) unilatéral	0,16510539	
Valeur critique pour F	0,51006399	

Pour que les variances soient homogènes, il faut que $P > 0,05$.

C'est le cas pour les trois positions :

- Debout : $P = 0,127$
- Assis : $P = 0,275$
- Quadrupédie : $P = 0,16$

Les variances étant homogènes, nous pouvons affirmer que la dispersion des variables ne diffèrent pas.

Les variables suivant une loi normale, et les variances étant homogènes, le test de Student est applicable pour comparer les moyennes.

Comparaison des moyennes des hommes et des femmes dans chacune des trois positions :

Le test de Student est toujours réalisé avec EXCEL, mais les échantillons n'étant pas de même effectifs, nous devons utiliser la formule :

=TEST.STUDENT(données_1;données_2;mode;type)

- données_1 et données_2 sont les plages de données regroupant les valeurs d'augmentation des distances entre T1 et T12 dans l'une des trois positions.
- Nous avons choisi le mode 2, car nous raisonnons en bilatéral : variable_homme \neq variable_femme.
- Nous avons choisi le type 2 puisque les deux échantillons ont des variances homogènes.

Les résultats des différents tests de Student sont les suivants :

- Debout : $p = 0,149$
 - Assis : $p = 0,072$
 - Quadrupédie : $p = 0,828$
- } $> 0,05$

Quelle que soit la position de départ, le sexe n'a pas d'influence sur la valeur de la flexion.

