

Ministère de la santé

Région Lorraine

Institut Lorrain de Formation en Masso-Kinésithérapie

De Nancy

# **Reproductibilité Inter-examineurs du Bilan Statique Sagittal Rachidien**

Mémoire présenté par Olivier Berte

étudiant en 3<sup>ème</sup> année de masso-kinésithérapie

en vue de l'obtention du Diplôme d'Etat

de Masseur-Kinésithérapeute.

2009-2010.

# Sommaire

## **RESUME**

<b>1. INTRODUCTION.....</b>	<b>1</b>
1.1. Le bilan.....	1
1.1.1. Définition et objectifs.....	1
1.1.2. Le bilan statique rachidien.....	2
1.2. Données sur le rachis .....	2
1.2.1. Anatomie.....	2
1.2.2. Cinésiologie.....	4
1.2.3. Pathologie.....	7
1.3. La reproductibilité.....	7
<b>2. MATERIEL ET METHODE.....</b>	<b>8</b>
2.1. Matériel.....	8
2.2. Méthode.....	9
2.3. Mesures cliniques.....	10
2.4. Procédure d'analyse statistique.....	11
<b>3. RESULTATS.....</b>	<b>12</b>
3.1. Statistiques descriptives.....	12
3.2. Analyse statistique.....	13
<b>4. DISCUSSION.....</b>	<b>18</b>
<b>5. CONCLUSION.....</b>	<b>22</b>

# **RESUME**

L'objectif principal de ce travail est d'étudier la reproductibilité de mesure inter-testeur lors du bilan statique sagittal rachidien en analysant chacune des étapes nécessaires à sa réalisation.

La reproductibilité est analysée en comparant les résultats obtenus par deux examinateurs d'expérience équivalente. Les critères analysés sont l'équilibre du bassin dans le plan frontal, la hauteur de compensation nécessaire à un éventuel déséquilibre, la localisation des vertèbres sommets cliniques cervicale, dorsale et lombaire, la mesure des flèches de ces mêmes vertèbres. Ces étapes sont réalisées séparément par les deux examinateurs. Les vertèbres C7 et S2 sont toujours repérées par le même examinateur et leurs flèches sont mesurées séparément par chacun. Cette étude se rapprochera au plus près de la réalité clinique.

Cette étude nous a permis de constater que la reproductibilité des flèches n'est bonne que pour les flèches cervicale et lombaire. Les erreurs semblent en grande partie dues à la palpation et à l'équilibre du bassin. La reproductibilité inter-testeur du bilan statique rachidien est insuffisante ce qui rend imprécise la transmission des résultats entre professionnels.

Mots-Clés : Bilan Statique, Rachis, Fil à plomb, Reproductibilité inter-testeur.

## **1. INTRODUCTION.**

### **1.1. Le bilan.**

#### **1.1.1. Définition et objectifs.**

Avant tout traitement, il est nécessaire de procéder à un examen clinique afin d'élaborer une prise en charge globale (35) et adaptée.

Le bilan est un inventaire de tous les éléments cliniques. Il recueille des informations qualitatives et quantitatives.

L'objectif est de mettre en évidence les déficiences, incapacités et désavantages du sujet afin d'élaborer un bilan diagnostic kinésithérapique avec des objectifs et des moyens de prise en charge. Il permet ainsi de déterminer le début ou l'arrêt d'un traitement, de mettre en évidence les contre-indications de la prise en charge, de justifier et adapter les techniques employées (34), de mesurer les résultats d'un traitement, de suivre l'évolution de la pathologie et d'échanger des informations entre praticiens. Les informations recueillies doivent être simples, valides, sensibles, reproductibles (4, 30). Celles-ci sont envoyées au médecin prescripteur sous la forme d'une fiche de synthèse afin de favoriser la coordination entre le Masseur- kinésithérapeute et le médecin (2).

Pour que les informations recueillies soient fiables et interprétables, le bilan doit être réalisé en suivant un protocole codifié (4, 43) reproductible par un même examinateur.

Pour que ces informations puissent être échangées entre praticiens, le bilan doit être reproductible d'un examinateur à l'autre.

### **1.1.2. Le bilan statique rachidien.**

Le bilan statique du rachis permet d'objectiver l'attitude du sujet. Il est réalisé à l'aide d'un fil à plomb et d'une régle graduée.

Cette évaluation permet d'analyser la topographie des courbures rachidiennes, de mettre en évidence l'existence d'une déformation de ces courbures ou d'un déséquilibre postural, de suivre l'évolution de la déformation ou du déséquilibre, de poser l'indication d'un traitement orthopédique et de vérifier les résultats de ce traitement orthopédique (19, 30, 31).

Les flèches obtenues au niveau des vertèbres normées peuvent être comparées à des valeurs dites physiologiques mais il est indispensable de tenir compte des courbures cliniques propres au sujet par la mesure des flèches au niveau des vertèbres sommets de courbures (34).

Ces résultats doivent être mis en relation avec les autres bilans réalisés pour pouvoir les interpréter et considérer le sujet dans sa globalité.

## **1.2. Données sur le rachis.**

### **1.2.1. Anatomie (11, 12).**

Le rachis est composé de 24 vertèbres (7 cervicales, 12 thoraciques, 5 lombales), de leur disque inter-vertébraux, du sacrum et du coccyx. Il présente une rectitude dans le plan frontal, 3 courbures dans le plan sagittal et une absence de torsions dans le plan horizontal.

La vertèbre comporte un arc antérieur ou corps vertébral et un arc postérieur où le processus épineux prend naissance à l'union des lames et les prolonge vers l'arrière et le bas. Entre deux épineuses, l'espace est occupé par un ligament inter-épineux. Le ligament supra-épineux recouvre l'ensemble des épineuses du rachis sauf au niveau cervical où il est remplacé par le ligament nuchal.

Les processus épineux constituent les repères les plus usuels guidant la palpation :

- Au niveau cervical, les processus épineux sont bifides, courts et larges.
  - C1 ne possède pas de processus épineux palpable.
  - C2 est la première épineuse palpable.
  - C3, C4 et C5 sont difficiles à repérer.
  - C7 est très saillant en flexion du cou.
- Au niveau thoracique, les épineuses sont très longues, fortement oblique en arrière et en bas. Elles sont situées un étage plus bas que la vertèbre dont elles sont issues.
  - T1 possède un processus épineux assez horizontal.
  - Ceux de T11 et T12 sont courts, presque horizontaux.
- Au niveau lombal, les épineuses sont hautes, trapues et presque en contact les unes des autres.
  - Celle de L4 se situe sur la ligne bi-iliaque réunissant le sommet des crêtes.
  - Celle de L5 est courte, petite et horizontale.
- S2 correspond à la ligne passant par les E.I.P.S.

Les vertèbres cervicales et lombaires s'inscrivent dans une courbure à concavité postérieure.

Les vertèbres thoraciques s'inscrivent dans une courbure à convexité postérieure.

Le sacrum forme la partie terminale du rachis tout en contribuant à former la ceinture pelvienne. Il est constitué de 5 vertèbres soudées. Le coccyx prolonge le sacrum par 4 à 6 vertèbres soudées.

Le bassin réalise la jonction entre les membres inférieurs et le rachis (32). Il est constitué de trois pièces osseuses : les deux os iliaques et le sacrum (32). L'os iliaque présente une saillie, nommée E.I.P.S., située à la partie la plus haute de son bord postérieur.

### **1.2.2. Cinésiologie (13).**

Le rachis a de nombreux rôles : il assure l'axialité de l'individu, le support de la tête, la réunion des deux ceintures, la protection de la moelle épinière et la mobilité des cervicales et du tronc. Sur le plan statique, le rachis doit assurer souplesse, grâce à ses nombreux segments, et rigidité grâce aux caissons thoracique et abdominal (21). Il gère l'équilibre tête-tronc-bassin (19). Cependant, selon Seyrès et Huchon (33), le rôle des courbures dans la statique du rachis ne semble pas aussi prépondérant que l'affirme la loi d'Euler. Par ailleurs, le rachis est lié, par voie réflexe, aux fonctions de l'organisme (cardiaque, respiratoire, digestif).

La bipédie vient de la nécessité de placer les organes sensoriels majeurs en position haute. Cette station debout impose une activité musculaire minimale, antigravitaire, pour assurer la rectitude. Les courbures sagittales résultent d'une adaptation à la verticalisation afin de permettre une économie notable d'énergie. D'après la loi d'Euler, les trois courbures mobiles du rachis le rendent plus résistant qu'un rachis figé en rectitude grâce à une flexibilité permettant de mieux amortir les chocs.

L'apparition des courbures, au cours de la vie, est progressive car liée à la verticalisation de l'individu selon l'âge : monocourbure en cyphose à la naissance, apparition de la lordose cervicale lorsque l'enfant tient sa tête, apparition de la lordose lombaire avec la marche. L'ajustement de ces courbures se fait à la maturité adulte. La lordose lombaire permet de ramener le centre de gravité au-dessus du polygone de sustentation (19). La lordose cervicale aligne le centre de gravité sur le reste du corps (19).

Les courbures varient donc en fonction de l'âge, du sexe, du type de la morphologie (longiligne ou bréviligne, charge pondérale), de la position des membres inférieurs (19, 32), de la position du bassin (19, 32) et du comportement (asthénique ou tonique). Elles s'inscrivent dans une axialité d'ensemble non verticale que nous pouvons quantifier à l'aide d'un fil à plomb. Les flèches obtenues ont des valeurs moyennes (13) :

Tableau I : Normes théoriques de la valeur des flèches selon Charrière et Roy, 1975.

Niveau	Valeurs moyennes (mm)
C7	25 à 40
T8 (entre 7 et 9)	0 (contact)
T12	20
L3	20 à 40
S2	0 (contact)

D'après Troisier, C3 présente une norme comprise entre 40 et 65 mm.

La littérature donne, selon les auteurs, des valeurs de références variables (29). La norme absolue, difficile à établir, peut être définie par une harmonie des courbures (7, 25, 39). Il faut noter :

- La localisation des sommets de courbures (7, 45, 46).
- Les flèches vertébrales des sommets de courbures (7, 28).
- C7 et S2 (7, 28).
- L'étendue et la forme des courbures.
- L'axe tragien atteste de la statique générale propre à un sujet et diffère de la verticale théorique (29,45).

Le bassin joue un rôle dans la statique du tronc en position érigée et transmet les efforts entre le rachis et les membres inférieurs (21). Il présente une fonction dynamique par son rôle de rotule au centre du complexe lombo-pelvi-fémoral. Le bassin est très incliné vers l'avant ce qui induit le démarrage de la courbure lombaire. Le rachis repose donc sur une base inclinée et mobile qui conditionne la courbure lombaire. Enfin, le bassin doit être horizontal dans le plan frontal (32, 44).

Les courbures du rachis dépendent de la position du corps, elle même liée au placement de la tête (organes des sens et mimique) pour les cervicales (15, 41) ; au caisson thoracique (respiration) et à l'enroulement des scapulas pour les dorsales ; au caisson abdominal, au complexe lombo-pelvi-fémoral, à l'inclinaison en avant du bassin et à la position des membres inférieurs (32) pour la portion lombaire. Il est à noter que le psychosoma (5), les attitudes antalgiques et les habitudes de vie (24) du sujet peuvent aussi modifier ces courbures.

Nous pouvons donc définir une position spontanée comme celle adoptée par le sujet pour obtenir un minimum de fatigue, de contractions musculaires et de consommation d'énergie tout en conservant un équilibre, une symétrie et une harmonie sans aucune douleur.

### **1.2.3. Pathologie.**

Les courbures sagittales, la rectitude frontale et l'absence de torsions dans le plan horizontal peuvent être modifiées par des troubles orthopédiques dont l'importance varie de la simple modification à la déviation puis à la déformation aux lourdes conséquences fonctionnelles. Ces troubles orthopédiques sont à l'origine d'exagérations ou d'effacements de courbure.

### **1.3. La reproductibilité (43).**

La reproductibilité inter-observateur se traduit par la concordance des résultats obtenus lorsqu'une mesure est effectuée par plusieurs observateurs sur un même patient (4). Il s'agit donc de la capacité qu'ont les examinateurs à être exactement d'accord (20). Il y a variabilité de la mesure en cas de désaccord (4).

La bonne reproductibilité inter-observateur d'un test est nécessaire car une erreur peut conditionner à tort la prise en charge. Cependant, elle n'est pas suffisante. En effet un test valide présente également une bonne reproductibilité intra-observateur (4).

Une mesure est dite objective entre les examinateurs à partir d'un pourcentage acceptable d'accord dans les résultats obtenus (20).

Il existe trois principales sources de variabilité :

- Le patient.
- Les testeurs.
- Le protocole.

Ces trois sources de variabilité sont la cause d'erreurs absolues dues au cumul des erreurs et d'erreurs relatives qui sont les conséquences des erreurs absolues (28).

Des consensus peuvent être admis dans le cas où la variabilité ne peut être minorée.

## **2. MATERIEL ET METHODE.**

### **2.1. Matériel.**

Cette étude prospective est réalisée sur une population composée de 38 étudiants (17 filles et 21 garçons) sélectionnés par tirage au sort parmi les 178 étudiants en 1<sup>ère</sup> et 3<sup>ème</sup> année de kinésithérapie à l'I.L.F.M.K. de Nancy sans aucun critère d'exclusion.

Nous avons recueilli un ensemble d'informations pour chacun des sujets sous la forme d'un questionnaire (18) concernant : le sexe, l'âge, le poids, la taille, l'activité professionnelle, les loisirs, les sports exercés, le nombre d'heures de pratique sportive par semaine, les antécédents médicaux et les douleurs particulières (Annexe I). La moyenne d'âge est de 22.6 ans  $\pm$  4.1 ans. Les sujets certifient leur consentement pour participer à l'étude.

Nous avons utilisé un crayon dermatographique, un fil à plomb, une réglette graduée, un niveau à bulle, une cage à poulie, une gomme servant de béquille visuelle (23, 16, 28).

## **2.2. Méthode.**

Les mesures sont successivement effectuées par deux examinateurs sur chaque sujet (30, 38). Les mesures de chaque examinateur sont toujours réalisées en l'absence du second (31). Les mêmes outils de mesure sont utilisés durant toute l'étude (28, 30, 43).

La variabilité de la mesure est minimisée par un échauffement du sujet avant chaque évaluation (10, 30) comportant une marche de 10 mètres entre deux marquages (42) au sol ainsi qu'une répétition de cinq mouvements de flexion de hanche réalisés sur place en alterné droite-gauche (30).

Le sujet adopte une position standard relâchée (28, 29, 43, 44):

- Les talons du sujet sont écartés d'une largeur de bassin et disposés le long d'une ligne (44).
- Les genoux sont tendus ou en très légère flexion (4, 6, 25, 35, 44, 45, 46).
- Les chevilles sont en légère flexion (29).
- Les bras pendent le long du corps (15, 35, 44).
- Le regard est à l'horizontal (1, 25, 35, 44, 45, 46) et fixe une gomme située à 1 mètre (15, 40) de distance du sujet à hauteur de ses yeux (15).
- La position bipodale est équilibrée : le fil à plomb placé au niveau du sacrum se projette au milieu de la ligne d'appui du sujet (34).

- Les flèches sont mesurées sur un sujet en sous-vêtements à l'intérieur d'une cage à poulie.
- Le fil à plomb est accroché au plafond de la cage à poulie (28).

### **2.3. Mesures cliniques.**

Des explications standardisées (15) sont données, à chaque sujet, sur les objectifs de l'examen, la nécessité d'un échauffement et la nécessité de maintenir une position standard sans bouger pendant toute la durée du test (10, 41).

L'équilibre frontal du bassin est vérifié en repérant les E.I.P.S. par des croix et en utilisant le niveau à bulle. Des cales de 0.5 cm d'épaisseur sont placées en conséquence en cas de nécessité d'équilibration du bassin (7, 36).

Les trois vertèbres sommets cliniques des courbures du rachis sont repérées par des croix au niveau du rebord inférieur de leur processus épineux. Les vertèbres normées C7 et S2 sont repérées de la même façon.

L'échauffement est ensuite réalisé puis le sujet adopte la position standard.

L'examineur mesure alors les flèches en un seul temps à l'aide du fil à plomb et de la règle puis note les résultats sur la feuille du sujet et calcule la réelle valeur des flèches en prenant les deux vertèbres tangentes les plus proches du fil à plomb comme référence (3).

Enfin, l'examineur efface les repères à l'exception des vertèbres normées C7 et S2.

Dans cette étude nous nous proposons de comparer les paramètres suivants entre les deux examinateurs : côté de bascule du bassin, hauteur de compensation nécessaire,

localisation palpatoire des vertèbres sommets de courbure cervicale, dorsale et lombaire, mesure des flèches au niveau de ces trois vertèbres sommets ainsi qu'en C7 et en S2.

#### **2.4. Procédure d'analyse statistique.**

Dans un premier temps, nous réalisons une étude descriptive de notre échantillon en analysant les fréquences par modalité de réponse pour les variables qualitatives ainsi que les moyennes, écart-types, minimums et maximums pour les variables quantitatives. Nous décrivons ensuite de la même façon les variables qualitatives et quantitatives étudiées par les deux examinateurs.

Dans un deuxième temps, nous procédons à l'étude de la concordance entre les deux testeurs pour chaque paramètre qualitatif et évaluons leur reproductibilité respective par le calcul du Kappa (4). Nous comparons ensuite les différentes variables quantitatives évaluées par les deux testeurs à l'aide du test de comparaison de moyennes (Test de Student) en univarié au risque  $\alpha \leq 5\%$ . Enfin, nous étudions la reproductibilité de mesure des variables quantitatives à l'aide du Coefficient de Corrélation Intra classe (I.C.C.) (30).

### **3. RESULTATS.**

#### **3.1. Statistiques descriptives.**

Les résultats de cette étude prospective sont limités à la population analysée qui n'est pas représentative de la population générale.

La population est composée de 38 étudiants (17 filles et 21 garçons). La moyenne d'âge est de 22.6 ans avec un minimum de 18 ans et un maximum de 33 ans. Leur taille est de 1.70 m en moyenne avec un minimum de 1.55 m et un maximum de 1.93 m. Leur poids moyen est de 69.9 Kg avec un minimum de 43 Kg et un maximum de 108 Kg. Les sujets pratiquent en moyenne 2.7 heures d'activité physique par semaine avec un maximum de 9 heures par semaine. 58% des sujets pratiquent un sport présentant de fortes contraintes au niveau du rachis. 47.4% des sujets n'ont aucun loisir ou des loisirs statiques. 79% d'entre eux n'ont pas encore pratiqué d'activité professionnelle. Seuls 7.9% des sujets présentent des antécédents au niveau du rachis et 15.8% des sujets déclarent avoir des douleurs au rachis (Annexe III).

Le Test de Student montre que la différence entre les moyennes de mesure des flèches par les deux testeurs n'est pas significative ( $p$  de Student  $\geq 0.05$ ) à l'exception de la mesure des flèches en C7.

### **3.2. Analyse statistique.**

Pour que cette étude soit statistiquement significative, il était nécessaire d'analyser 28 sujets. Les résultats obtenus possèdent donc une puissance statistique à 90%.

L'étude de la concordance dans l'évaluation subjective des deux examinateurs sur les 38 sujets montre un certain nombre de désaccord :

- 13 pour l'équilibre du bassin.
- 13 pour le côté de bascule du bassin.
- 21 pour la palpation cervicale.
- 11 dans le classement en 3 groupes pour la palpation dorsale.
- 24 pour la palpation lombaire.

Les deux examinateurs sont donc en discordance sur environ 1/3 de la population pour l'évaluation de l'équilibre du bassin, son côté de bascule, le classement des sujets en 3 groupes pour la palpation dorsale et sur environ 2/3 de la population en ce qui concerne la palpation cervicale et lombaire.

Tableau II : Analyse de la concordance de l'équilibre du bassin entre le testeur 1 (T1) et le testeur 2 (T2) :

		Testeur 2		Total
		Oui	Non	
Testeur 1	Oui	23	8	31
	Non	5	2	7
Total		28	10	38

Les chiffres en vert correspondent aux nombres de sujets pour lesquels les deux examinateurs trouvent les mêmes résultats : tous les deux s'accordent pour dire que « oui le bassin est équilibré » ou « non le bassin est déséquilibré ».

Les chiffres en rouge correspondent aux effectifs pour lesquels les deux examinateurs ne trouvent pas les mêmes résultats : le Testeur 1 pense que « oui le bassin est équilibré » tandis que le Testeur 2 pense que « non le bassin est déséquilibré » ou inversement.

Tableau III : Analyse de la concordance entre les testeurs pour le côté de bascule du bassin :

		Testeur 2			Total
		Aucun	Droite	Gauche	
Testeur 1	Aucun	23	6	2	31
	Droite	2	0	0	2
	Gauche	3	0	2	5
Total		28	6	4	38

Tableau IV : Analyse de la concordance entre les deux testeurs pour la palpation cervicale :

		Testeur 2			Total
		Palpation Cervicale	C3	C4	
Testeur 1	C3	5	2	1	8
	C4	9	10	2	21
	C5	6	1	2	9
Total		20	13	5	38

Tableau V : Analyse de la concordance entre les deux testeurs pour la palpation dorsale :

		Testeur 2			Total
		Palpation Dorsale	en T4 ou T5	en T6	
Testeur 1	en T4 ou T5	1	1	2	4
	en T6	2	2	1	5
	en T7, T8 ou T9	2	3	24	29
Total		5	6	27	38

Suite à la grande diversité de localisation palpatoire au niveau dorsal, nous avons regroupé les sujets en trois groupes : ceux dont la vertèbre sommet se situe en T4 ou T5 ; ceux dont la vertèbre sommet est en T6 (valeur normale selon la littérature) et ceux dont la vertèbre sommet se situe en T7, T8 ou T9.

Tableau VI : Analyse de la concordance entre les deux testeurs pour la palpation lombaire :

		Testeur 2					Total
		Palpation Lombaire	L2	L3	L4	L5	
Testeur 1	L1	2	3	0	0	0	5
	L2	3	4	1	0	0	8
	L3	2	8	9	1	0	20
	L4	1	1	2	0	0	4
	T12	0	0	0	0	1	1
	Total	8	16	12	1	1	38

1 seul sujet de notre population présentait sa vertèbre sommet de courbure lombaire en T12.

Tableau VII : Analyse de la reproductibilité de l'évaluation du bassin et des sommets de courbures par le Kappa :

Variable	Kappa
Equilibre Bassin	0.02
Côté Bascule en bas du Bassin	0.09
Localisation Sommet Courbure Cervical	0.17
Localisation Sommet Courbure Dorsal	0.31
Localisation Sommet Courbure Lombaire	0.19

La reproductibilité de l'évaluation palpatoire est mauvaise (Kappa  $\leq 0.60$ ) à tous les niveaux.

Tableau VIII : Analyse de la reproductibilité de mesure des flèches par le Coefficient de Corrélation Intra classe (I.C.C.) avec un Intervalle de Confiance à 95%:

Variable	ICC	Intervalle de Confiance	
		inférieure	supérieure
Flèche Cervicale	0.75	0.57	0.86
Flèche Dorsale	0.56	0.30	0.74
Flèche Lomulaire	0.78	0.61	0.88
Flèche C7	0.58	0.33	0.76
Flèche S2	0.58	0.33	0.76

La reproductibilité de la mesure est :

- Très bonne (I.C.C.  $\geq 0.70$ ) pour la mesure des flèches sommets de courbures cervicale et lomulaire.
- Mauvaise (I.C.C.  $< 0.70$ ) pour la mesure des flèches sommets de courbures dorsale, en C7 et en S2.

#### **4. DISCUSSION**

Notre étude nous amène à conclure que la reproductibilité du repérage vertébral et des mesures est globalement mauvaise excepté pour les flèches des courbures cervicale et lombaire. Pourtant, nous avons tenté de rendre le positionnement du patient reproductible (25). La position des pieds assure le placement lombaire. Les bras pendant le long du corps assurent le placement dorsal (15, 35, 44). La gommette donne une béquille visuelle au sujet qui assure le placement cervical. L'accrochage du fil à plomb à la cage doit minimiser les oscillations de ce dernier (28). Le repérage des vertèbres est défini par le rebord inférieur des épineuses (10). Les examinateurs ont pour consigne de ne pas se laisser influencer dans leur palpation par l'aspect visuel du rachis (10). Un questionnaire s'assure qu'aucune douleur n'empêche le sujet de tenir la position standard pendant les mesures (18, 26).

Plusieurs explications peuvent être avancées. L'immobilité totale est impossible (9, 15, 19, 29, 41). D'une part, il existe une oscillation du centre de gravité des sujets (en arrière et à droite) (15, 40, 41), d'autre part la variabilité de la position de l'individu est liée aux conditions d'examen (même examinateur, mêmes repères, matériel, positions (32), jour et heure de prise de mesure, environnement, état de fatigue et conditions psychologiques identiques) (20, 28, 43, 46), ainsi qu'aux attitudes possibles (position antalgique, fatigue (19, 28), psychologie (27)).

Il est donc possible que le même individu ait adopté une position différente devant les deux examinateurs.

La palpation des vertèbres cervicales et lombaires a pu être gênée par la tendance à l'effacement des épineuses appartenant à une lordose (24). Au niveau lombaire, la palpation a pu être rendue approximative par l'épaisseur de la masse sacro-lombaire (24) et de la peau, en particulier chez les femmes (45).

Le fil à plomb, bien que fixé au plafond de la cage, subissait des oscillations dues aux prises de mesure avec la réglette. Il est possible que les examinateurs n'aient pas toujours attendu qu'il se stabilise entre les mesures. La réglette a pu ne pas être placée de manière perpendiculaire au fil, faussant alors la mesure de quelques millimètres. Cette erreur est d'autant plus importante que la distance est plus petite et pourrait expliquer la mauvaise reproductibilité des flèches thoraciques mais aussi la bonne reproductibilité des flèches cervicales et lombaires.

Un des deux examinateurs est l'auteur de ce mémoire. Il n'a donc pas pu superviser les mesures et s'assurer de la rigueur nécessitée par le protocole. Un tiers, garant de celle-ci, aurait pu minimiser ou tout au moins identifier les sources d'erreurs.

Les deux examinateurs sont de la même promotion et du même groupe de travaux pratiques. Une différence d'enseignement ne peut être incriminée (10, 43). En revanche, leurs ressentis et expériences palpatoires sont sans doute différents. Leurs tailles, respectivement de 1.50 m et 2 m, auraient pu influencer la lecture des résultats mais la bonne reproductibilité des flèches cervicale et lombaire ne va pas dans ce sens.

Par ailleurs, l'équilibre du bassin est souvent jugé différent d'un examinateur à l'autre ainsi que les compensations qui s'ensuivent. En effet, la reproductibilité inter-observateur de la palpation des E.I.P.S. est très mauvaise quels que soient les auteurs : 0.33 / 0.04 (8) ; 0.09 /

0.37 (37). Un bilan du bassin dans le plan frontal est effectué car la littérature montre que l'équilibre du bassin influe sur les courbures sagittales du rachis (19, 32). De ce fait, un bilan statique rachidien doit toujours être réalisé sur un bassin équilibré dans le plan frontal (4, 7, 35, 36). De plus, il faut vérifier la position bipodale équilibrée du sujet pour éviter toute attitude en bascule frontale du bassin (21).

Le choix de prendre les E.I.P.S. comme repères dans le bilan du bassin a été pris car elles sont facilement palpables (10) et par respect des consensus établis (3, 7, 28, 43, 44). Cependant, la découverte de deux articles (16, 38) au cours de notre étude montre que la palpation des crêtes iliaques est plus reproductible que les E.I.P.S. Il aurait donc été plus judicieux d'utiliser les crêtes iliaques.

L'utilisation du niveau à bulle s'impose car il est le seul à utiliser les E.I.P.S. comme repères.

La compensation des déséquilibres du bassin constatés est effectuée à l'aide de cales à partir de 0.5 cm d'épaisseur (3, 7, 46).

La palpation, étape essentielle, conditionne beaucoup la reproductibilité quel que soit l'instrument utilisé par la suite et fausse les résultats si elle est imprécise, si la peau bouge (10) ou si la vision influence le jugement (24). La capacité des deux examinateurs à palper et nommer strictement les mêmes vertèbres n'a pas pu être démontrée par l'H.A.S. (2). Cependant, cette dernière recommande malgré tout cette technique d'évaluation (2). Par ailleurs, le bilan statique objectif est relativement incontournable et il serait possible d'admettre une erreur d'étage vertébral (20) si les mesures étaient sensiblement reproductibles. Or il n'en est rien au vu de notre étude. De plus, la variable « repérage » ne

concerne pas les vertèbres C7 et S2 puisqu'elles sont l'objet d'une palpation commune. Malgré cela, l'I.C.C. donne une valeur de 0.58 pour celles-ci. Il en ressort donc que les mesures ne sont pas reproductibles. Nous avons pourtant référencé un article (30) qui montre une bonne reproductibilité de la mesure en C7 et un autre article (26) montrant une bonne reproductibilité en T12/S1 (ces vertèbres étant proches de S2). Mais la population étudiée dans ces articles est peu nombreuse (respectivement 22 et 14) ce qui implique une puissance statistique faible. Ceci est d'autant plus étonnant que la reproductibilité des flèches cervicales et lombaires est très bonne (I.C.C.  $\geq 0.75$ ) bien que la reproductibilité de la palpation ne le soit pas. D'ailleurs, la bonne reproductibilité cervicale et lombaire a déjà été prouvée par plusieurs articles (4, 16, 30) et l'H.A.S. recommande l'évaluation de la flèche en C7 dans le cadre des cervicalgies (2).

Il existe donc un cumul des erreurs au niveau du caractère équilibré ou non du bassin, du côté de bascule du bassin, de la hauteur de compensation utilisée, du repérage palpatoire et des mesures (même si le repérage est commun). Ajoutons à cela, les erreurs de marquage des repères, de lecture des mesures (28, 43), de transcription et de calcul des données.

Est-ce à dire que « l'œil du maquignon » prévaut sur la rigueur ?

Il y a donc un réel besoin de standardisation du protocole de mesure utilisé. Une future étude à grande échelle et avec plusieurs observateurs (20, 23) experts en la matière (31) pourrait statuer sur la reproductibilité inter-testeurs avec une puissance statistique acceptable. En attendant, l'H.A.S. conclut à une bonne reproductibilité lors de l'usage du fil à plomb au vu des articles déjà réalisés sur le sujet, mais souhaite voir d'autres études le confirmer (2).

## **5. CONCLUSION.**

Les résultats de notre étude sont étonnants. La reproductibilité des mesures n'est bonne que pour les flèches cervicale et lombaire. Il semble que l'équilibre du bassin et la palpation (10) soient en grande partie responsables de la variabilité des conclusions constatées. Notre population, trop faible, ne nous a pas permis de statuer sur la reproductibilité de la palpation.

D'autres outils sont plus précis (pantographe (14, 28), spinal mouse (17)) mais plus coûteux que le fil à plomb et l'ensemble des thérapeutes n'en dispose pas forcément.

La reproductibilité inter-testeur du bilan statique rachidien est insuffisante ce qui rend imprécise la transmission des résultats entre professionnels.

Si une bonne reproductibilité intra-testeur était démontrée à grande échelle, la validité des flèches comme indicateur pertinent dans le suivi du patient serait prouvée (4, 43). Cette démarche étant déjà initiée en C7 et L3 (30), une étude ultérieure pourrait aller dans ce sens.

Notre étude n'apporte donc aucune preuve scientifique de la validité du fil à plomb mais des consensus issus de l'expérience générale reconnaissent son efficacité (4, 30).

Cependant, un bilan subjectif (7) avec un œil exercé peut parfois suffire à mettre en évidence les déformations antéropostérieures du rachis (22). Se posent alors les problèmes d'utilisation de techniques validées (4) et de traçabilité des bilans effectués. En effet, la législation actuelle rend obligatoire le Bilan Diagnostic Kinésithérapique lorsque la prise en charge dépasse dix séances (selon la Convention). Or, le traitement des déformations rachidiennes excède largement cette limite.

## **BIBLIOGRAPHIE**

1. **Article HAS ANAES** - Recommandations pour la pratique clinique Masso-kinésithérapie dans les cervicalgies communes et dans le cadre du « coup du lapin » ou whiplash - Argumentaire Mai 2003 - Service des recommandations professionnelles.
2. **Article HAS ANAES** - Recommandations pour la pratique clinique Masso-kinésithérapie dans les cervicalgies communes et dans le cadre du « coup du lapin » ou whiplash - Recommandations Mai 2003 - Service des recommandations professionnelles.
3. **BERNARD J. C., BIOT B.** – L'examen clinique des scoliose lombaires idiopathiques de l'adulte – in La scoliose lombaire idiopathique de l'adulte – Paris : Masson, 1990 – p.16-23.
4. **BETHOUX F., CALMELS P.** - Guide des outils de mesure et d'évaluation en médecine physique et de réadaptation - Paris : Frison Roche, 2003 - 400 p.
5. **BIOT B.** – Les relations entre les contraintes biomécaniques, les troubles de la statique et les douleurs rachidiennes - in Douleurs mécaniques et troubles de la statique vertébrale – Lyon Cedex 5 : Sauramps Medical, 2006 – p.13-19.

6. **BIOT B., MOLLON G., OLLIER M., STORTZ M.** – Rééducation de la scoliose – Editions Techniques - Encycl Méd Chir (Paris-France), Kinésithérapie – Rééducation fonctionnelle, 26-300-A-10, 1993, 7 p.
7. **CHATELAIN G.** – Fiche de bilan dans le cadre des déformations du rachis de l'enfant – Kinésithérapie, les cahiers, août-septembre 2005, vol. 90, N°44-45, p.68-71.
8. **CLELAND J.** – Examen clinique de l'appareil locomoteur : Tests, évaluation et niveaux de preuves - Issy les Molineaux : Elsevier Masson, 2007 - 513 p.
9. **CORNU J. Y., LEHMANS J. M.** – Une approche différente de la capacité posturocinétique par la Baropodométrie : état de la question - in Posturologie Clinique – Issy les Molineaux : Elsevier Masson, 2010 – p.173-190.
10. **DELBARRE, GROSSEMY I.** – Goniométrie: manuel d'évaluation des amplitudes articulaires des membres et du rachis - Issy les Molineaux : Elsevier Masson, 2008 – 122 p.
11. **DUFOUR M.** – Anatomie de l'appareil locomoteur – Tome 1 : membre inférieur – Paris : Masson, 2001 - 480 p.
12. **DUFOUR M.** – Anatomie de l'appareil locomoteur – Tome 3 : Tête et Tronc – Paris : Masson, 2002 - 369 p.

- 13. DUFOUR M., PILLU M.** – Biomécanique Fonctionnelle : Membres – Tête - Tronc - Issy les Molineaux : Masson, 2005 - 568 p.
- 14. FAVRE A. L., BOLOMEY A.** – Adaptation du principe du pantographe pour le relevé des courbures rachidiennes – Ann. Kinésithér., 1985, t. 12, N° 7-8, p.361-364.
- 15. GAGEY P. M., WEBER B.** – Posturologie : régulation et dérèglements de la station debout - Paris : Masson, 1995 - 400 p.
- 16. GOUILLY P., PETITDANT B., BRAUN R., ROYER A., CORDIER J. P.** – Bilan du rachis cervical – EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Kinésithérapie-Médecine physique-Réadaptation, 26-008-G-10, 2009, 16 p.
- 17. GUERMAZI M., GHROUBI S. (et al)** – Validité et reproductibilité du Spinal Mouse pour l'étude de la mobilité en flexion du rachis lombaire – Ann. Réadaptation Méd. Phys., 2006, vol. 49, p.172-177.
- 18. GUIGUI P., LEVASSOR N. (et al)** – Valeur physiologique des paramètres pelviens et rachidiens de l'équilibre sagittal du rachis - Revue de Chirurgie Orthopédique, 2003, vol. 89, p.496-506.
- 19. HILMI R., ROUSSOULY P.** – Statique vertébrale et vie quotidienne - in Douleurs mécaniques et troubles de la statique vertébrale – Lyon Cedex 5 : Sauramps Medical, 2006 – p.59-67.

- 20. HINDERER S., HINDERER K.** – Principles and applications of measurement methods – in Physical medicine and rehabilitation: principles and practice, Philadelphia: Lippincott, 2005, vol. II, p.1139-1162.
- 21. KAPANDJI A. I.** - Anatomie fonctionnelle - Tome 3: Tête et rachis, 6ème édition - Paris : Maloine, 2007 - 330 p.
- 22. LATRUBESSE A.** – Etude comparative entre la goniométrie et son estimation visuelle – Ministère de la santé Région Lorraine Institut Lorrain de Formation en Masso-Kinésithérapie de Nancy, 2008-2009, 44 p.
- 23. LOVELL F. W., ROTHSTEIN J. M., PERSONIUS W. J.** – Reliability of clinical measurements of lumbar lordosis taken with a flexible rule – Physical Therapy, 1989, vol. 69, N° 2 p.13-20.
- 24. MARTIN E.** – Morphopalpation les bases de l'examen clinique - Paris : Masson, 2005 - 112 p.
- 25. MAUROY (DE) J. C., SENGLER J, FENDER P., LALAIN J. J., TATO B., LUSENTI P., GROSS M, FERRACANE G.** – Déviations antéropostérieures du rachis – Encycl Méd Chir (Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS, Paris tous droits réservés), Kinésithérapie-Médecine physique-Réadaptation, 26-310-A-10, 2001, 13 p.

- 26. MC LEAN IAN P., MAUREEN G. (et al) – A comparison of methods for measuring trunk list: a simple plumbline is the best – Spine, 1996, vol. 21, N° 14 p.1667-1670.**
- 27. MERMILLOD M., BONIN P., NIEDENTHAL P.M. - Emotions et Intégration Sensorimotrice – in Posturologie Clinique – Issy les Molineaux : Elsevier Masson, 2010 – p.17-33.**
- 28. MICHAUD P. – L'examen du sujet en gymnastique analytique - Paris : Spek, 1985 - 130 p.**
- 29. PENINO G. – Examen de la posture érigée : position relative de la ligne de gravité et de l'axe tragien – Ann. Kinésithér., 1982, vol. 9, p.389-402.**
- 30. RAHALI-KHACHLOUF H., POIRAUDEAU S. (et al) – Validité et reproductibilité des mesures cliniques rachidiennes dans la spondylarthrite ankylosante – Ann. Réadaptation Méd. Phys., 2001, vol. 44, p.205-212.**
- 31. RILLARDON L., LEVASSOR N., (et al) – Validation d'un outil de mesure des paramètres pelviens et rachidiens de l'équilibre sagittal du rachis - Revue de Chirurgie Orthopédique et réparatrice de l'appareil moteur : Organe de la Société Française de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique, mai 2003, vol. 89, supplément au N°6, p.218-227.**

- 32. ROUSSOULY P., BERTHONNAUD E., DIMNET J.** – Mécanique de l'équilibre sagittal en position debout - in Douleurs mécaniques et troubles de la statique vertébrale – Lyon Cedex 5 : Sauramps Medical, 2006 – p.45-58.
- 33. SEYRES P., HUCHON R.** – La loi d'Euler rapportée aux courbures rachidiennes : un exemple d'appropriation et d'emploi abusif vieux de plus d'un siècle – Ann. Kinésithér., 2000, t. 27, N°3, p.119-124.
- 34. SOHIER R.** - La kinésithérapie analytique de la colonne vertébrale - Tome 2: les segments lombaires et dorsal, 6ème édition – Haine St Pierre : Impr. Louvieroise, 1970 - 240 p.
- 35. STAGNARA P., MAUROY (DE) J. C.** – Les déformations antéro-postérieures du rachis. Examen clinique et radiologique d'un cyphotique essentiel – KINESITHERAPIE-Scientifique, 1978, N°157, p.23-32.
- 36. STAGNARA P., MOLLON G., MAUROY (DE) J. C.** – Rééducation des scolioses - Paris : Expansion Scientifique, 1978 - 119 p.
- 37. STOVALL B. A., KUMAR S.** - Anatomical Landmark Asymmetry Assessment in the Lumbar Spine and Pelvis: A Review of Reliability - PM& R., January 2010, Volume 2, Issue 1, p. 48-56.
- 38. SWINKELS A., DOLAN P.** – Regional assessment of joint position sense in the spine – Spine, 1998, vol. 23, N° 5 p.590-597.

- 39. TASSIN J. L.** – Equilibre sagittal du rachis - Revue de Chirurgie Orthopédique et réparatrice de l'appareil moteur : 79<sup>ème</sup> réunion annuelle de la Société Française de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique, octobre 2004, vol. 90, supplément au N°6, p.2S27.
- 40. THOUMIE P.** – Vieillessement du contrôle postural – in Posturologie Clinique : dysfonctions motrices et cognitives – sous la direction de WEBER B., VILLNEUVE P. - Issy les Molineaux : Masson, 2007 – p. 103-113.
- 41. TOFFALONI S.** – L'utilisation des données de la posturologie en kinésithérapie - Ann. Kinésithér., 1981, vol. 8, N°2, p.151-162.
- 42. VIEL E., ASENCIO G.** (et al) – La marche humaine, la course et le saut : biomécanique, explorations, normes et dysfonctionnements - Paris : Masson, 2000 - 267 p.
- 43. WRIGHT J.G., FEINSTEIN A.R.** - Improving the reliability of orthopaedic measurements. - The journal of bone and joint surgery, 1992, vol. 74-B, N°2, p.287-291.

## AUTRES REFERENCES

44. **BELTRAMO F., CAPELLO C.** (et al) – Consensus Rachis – Déviations rachidiennes – Institut Régional de Réadaptation UGECAM Nord-Est.
45. Bilan morphostatique et morphodynamique - Centre Européen de la Colonne Vertébrale Clinique du Parc - Lyon (France)- <http://www.demauroy.net/biblio2-1.htm>  
Original paru dans : **DE MAUROY J. C.** - La cyphose de l'adolescent - J. Réadapt. Méd., 1983, 3, n° 4, p. 144-148.
46. Examen en position debout - Centre Européen de la Colonne Vertébrale Clinique du Parc - Lyon (France) - [http://www.demauroy.net/bilan\\_clinique\\_scoliose.htm](http://www.demauroy.net/bilan_clinique_scoliose.htm)

# Annexes

## Annexe I : Feuille d'examen des Sujets.

# Feuille Patient N° Examineur

---

### Informations générales :

- Sexe :
- Age :
- Poids :
- Taille :
- Activité Professionnelle:
- Loisirs :
- Sports et nombre d'heures/semaine:
- Antécédents médicaux :
- Douleurs Particulières :

### Bilan frontal du bassin T1 :

- Equilibre : Oui / Non
- Si Non, côté de la bascule en bas du bassin : Gauche / Droite
- Hauteur de la compensation : cm

### Niveau des vertèbres sommets des courbures sagittales du rachis T1 :

- Vertèbre sommet courbure cervicale :
- Vertèbre sommet courbure dorsale :
- Vertèbre sommet courbure lombaire :

### Résultats des mesures de flèches T1:

- Vertèbre sommet cervicale : mm
- Vertèbre sommet dorsale : mm
- Vertèbre sommet lombaire : mm
- Vertèbre normée C7: mm
- Vertèbre normée S2: mm

### **Bilan frontal du bassin T2 :**

- Equilibre : Oui / Non
- Si Non, côté de la bascule en bas du bassin : Gauche / Droite
- Hauteur de la compensation : cm

### **Niveau des vertèbres sommets des courbures sagittales du rachis T2 :**

- Vertèbre sommet courbure cervicale :
- Vertèbre sommet courbure dorsale :
- Vertèbre sommet courbure lombaire :

### **Résultats des mesures de flèches T2 :**

- Vertèbre sommet cervicale : mm
- Vertèbre sommet dorsale : mm
- Vertèbre sommet lombaire : mm
- Vertèbre normée C7: mm
- Vertèbre normée S2: mm

# Fiche de Rappel

---

## Protocole de Mesure

- Préparer Matériel.
- Remplir feuille d'informations générales du sujet.
- Consignes à sujet.
- Vérifier équilibre frontal du bassin + mettre des calles si nécessaire.
- Repérer les 3 vertèbres situées aux 3 sommets des courbures sagittales du rachis.  
Repérer la vertèbre normée C7.  
Repérer la vertèbre normée S2.
- Mouvements préalables.
- Obtenir position orthonormée + regard à l'horizontal.
- Mesurer les flèches.
- Noter les résultats sur la feuille du sujet.
- Effacer les repères dessinés.
- Ranger matériel.

## Interprétation

- Calculer le point de tangence fil à plomb-sujet en retranchant la plus petite distance à toutes les flèches.
- Si pas de tangence en S2,  
Réalité flèche de vertèbre sommet courbure lombaire = (Mesure à vertèbre sommet) – (Mesure S2)
- Si pas de tangence en T6,  
Réalité flèche de vertèbre sommet courbure lombaire = (Mesure à vertèbre sommet) – (Mesure T6)

### Annexe III : Statistiques descriptives de la population.

Tableau I : Variables qualitatives décrivant la population :

Variable	Qualité	Nombre	Proportion (%)
Sexe	homme	21	55,3
	femme	17	44,7
Profession	aucune	30	78,9
	statique	3	7,9
	dynamique	5	13,2
Loisirs	aucuns	8	21,1
	statique	10	26,3
	dynamique	20	52,6
Sports	non	4	10,5
	à faible contrainte rachis	12	31,6
	à forte contrainte rachis	22	57,9
Antécédents	aucuns	14	36,8
	divers	2	5,3
	aux membres	19	50,0
	au rachis	3	7,9
Douleurs	non	27	71,1
	aux membres	5	13,2
	au rachis	6	15,8

Tableau II : Variables quantitatives décrivant la population :

<b>Variable</b>	<b>Nombre</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Ecart-type</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maximum</b>
Age	38	22,6	4,1	18	33
Pds	38	69,9	15,3	43	108
Taille	38	1,7	0,1	1,55	1,93
Fq-Spt	38	2,7	2,0	0	9

**Annexe IV : Statistiques descriptives évaluées par les deux testeurs :**

Tableau III : Variables qualitatives évaluées par le Testeur 1 (T1) puis le Testeur 2 (T2) :

Variable	Qualité	Nombre	Proportion (%)
Equilibre Bassin par T1	oui	31	81,6
	non	7	18,4
Equilibre Bassin par T2	oui	28	73,7
	non	10	26,3
Côté Bascule en bas du Bassin par T1	aucun coté	31	81,6
	droit	2	5,3
	gauche	5	13,2
Côté Bascule en bas du Bassin par T2	aucun coté	28	73,7
	droit	6	15,8
	gauche	4	10,5
Sommet de Courbure Cervical par T1	C3	8	21,1
	C4	21	55,3
	C5	9	23,7
Sommet de Courbure Cervical par T2	C3	20	52,6
	C4	13	34,2
	C5	5	13,2
Sommet de Courbure Dorsal par T1	T4	1	2,6
	T5	3	7,9
	T6	5	13,2
	T7	14	36,8
	T8	11	28,9
	T9	3	7,9
	T10	1	2,6

Sommet de Courbure Dorsal par T2	T4	2	5,3
	T5	3	7,9
	T6	6	15,8
	T7	12	31,6
	T8	14	36,8
	T9	1	2,6
Sommet de Courbure Lombaire par T1	L1	5	13,2
	L2	8	21,1
	L3	20	52,6
	L4	4	10,5
	T12	1	2,6
Sommet de Courbure Lombaire par T2	L2	8	21,1
	L3	16	42,1
	L4	12	31,6
	L5	1	2,6
	T12	1	2,6

Les deux examinateurs constatent que la plupart des sujets étudiés présentent un bassin équilibré et des sommets de courbure en C3, T7 ou T8 et L3.

Tableau IV : Variables quantitatives évaluées par le Testeur 1 (T1) puis le Testeur 2 (T2) :

Variable	Nombre	Moyenne	Écart-type	Minimum	Maximum	p de Student
Hauteur Compensation Bassin par T1 (cm)	38	0,1	0,2	0	1	Indisponible*
Hauteur Compensation Bassin par T2 (cm)	38	0,2	0,3	0	1	
Flèche Cervicale par T1 (mm)	38	71,8	17,9	35	110	0,05
Flèche Cervicale par T2 (mm)	38	64,6	13,4	35	95	
Flèche Dorsale par T1 (mm)	38	1,1	3,1	0	15	0,56
Flèche Dorsale par T2 (mm)	38	1,6	4,5	0	20	
Flèche Lombaire par T1 (mm)	38	18,9	10,4	0	40	0,06
Flèche Lombaire par T2 (mm)	38	23,4	10,2	0	40	
Flèche C7 par T1 (mm)	38	57,1	13,9	20	85	0,01
Flèche C7 par T2 (mm)	38	47,6	17,3	0	95	
Flèche S2 par T1 (mm)	38	17,1	14,7	0	55	0,68
Flèche S2 par T2 (mm)	38	15,7	15,8	0	65	

\* Le logiciel statistique d'exploitation des données n'a pas pu analyser ce paramètre en tant que variable quantitative.