

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

**ETUDE COMPARATIVE
ENTRE
LA GONIOMETRIE
ET SON ESTIMATION VISUELLE**

Rapport de travail écrit personnel
présenté par **Aurélien LATRUBESSE**
étudiant en 3^{ième} année de kinésithérapie
en vue de l'obtention du Diplôme d'Etat
de Masseur-Kinésithérapeute
2008-2009.

SOMMAIRE

RESUME

1. INTRODUCTION.....	1
1. 1. Thème de l'étude.....	1
1. 2. Etude bibliographique	2
2. MATERIEL ET METHODE.....	5
2. 1. Population.....	5
2. 2. Instrument de mesure : le goniomètre.....	5
2. 3. Matériel Expérimental.....	6
2. 4. Méthodes et Protocole.....	6
2. 4 .1. Description des Positions.....	7
2. 4. 2. Mesures goniométriques.....	15
2. 4. 3. Estimation visuelle.....	15
3. RESULTATS.....	16
3. 1. Données statistiques.....	16
3. 1. 1. Comparaison de la moyenne goniométrique par rapport aux moyennes estimées.....	16
3. 1. 2. Analyse statistique.....	17
3. 1 .3. Influence des années de pratique kinésithérapique	20
3. 1. 4. Influence des années de pratique goniométrique.....	22

4. DISCUSSION.....	24
4. 1. Analyse des résultats.....	24
4. 2. Difficultés rencontrées.....	26
5. CONCLUSION.....	27
5. 1. Bilan de l'étude.....	27
5. 2. Evolution possible et poursuite d'étude.....	27
5. 3. Hypothèse d'autres méthodes d'évaluation.....	28

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXES

RESUME

L'objectif de cette étude est de comparer la fiabilité de l'estimation visuelle par rapport à la goniométrie.

Le nombre d'années de pratique kinésithérapique et goniométrique est-il susceptible d'influencer le résultat de cette technique de mesure ?

Les estimations sont réalisées par 40 kinésithérapeutes, sur 3 articulations : l'épaule, la hanche et le genou.

En conclusion de cette étude, nous pensons que l'estimation visuelle n'est pas fiable dans tous les cas, avec une marge d'erreur atteignant parfois 5 à 10°, mais c'est une technique rapide et facile à mettre en œuvre.

Mots Clés : Goniométrie, Estimation Visuelle, Angles.

1. INTRODUCTION

1. 1. Thème de l'étude

Au cours de ces dernières années, les bilans ont pris une importance majeure et cherchent à obtenir le plus possible de données chiffrées (provenant de différents indicateurs). Ils tentent de démontrer la nécessité d'une prise en charge et l'évolution du résultat. Dans ces indicateurs chiffrés, figurent en bonne place les mesures de mobilité articulaire.

La mesure des amplitudes articulaires est réalisée à l'aide d'un goniomètre, mais fréquemment les kinésithérapeutes avouent passer par l'estimation visuelle de l'angle.

Cette étude consiste à comparer ces deux techniques de mesure. L'écart entre les valeurs obtenues est-il significatif ? L'estimation visuelle est-elle fiable au quotidien en tant que technique de mesure ? Nous y évaluerons également l'influence des années de pratique kinésithérapique et goniométrique sur le résultat des estimations.

En réalité, il s'agit d'une pré-étude : nous souhaitons tester la capacité d'évaluation visuelle d'un angle par un kinésithérapeute. Nous la réalisons sur une personne saine pour assurer une reproductibilité optimum. Il a cependant été assez difficile de trouver les positions les mieux adaptées à l'étude (tant pour la position elle-même que pour son maintien dans le temps). Nous avons choisi de ne pas réaliser les mesures sur des patients, pour que leurs déformations (hyper-lordose, raideurs articulaires etc...) ne modifient le résultat.

1. 2. Etude bibliographique

Goniométrie :

A la recherche de données dans la littérature, concernant la qualité des mesures réalisées avec les différents goniomètres, deux notions reviennent régulièrement: il s'agit des notions de fiabilité (reliability) et de validité (variability).

La fiabilité se décompose en intra-testeur ou inter-testeur (6, 7, 8, 10, 15). Elle correspond à la possibilité d'obtenir toujours les mêmes résultats après plusieurs répétitions de la mesure soit par une même personne (intra-testeur) soit par plusieurs personnes (inter-testeur). La validité (7, 8), représente la précision avec laquelle un instrument ou une technique mesure ce qu'il est censé mesurer.

Concernant la validité ou précision de la goniométrie, Viel (23) admet une erreur de l'ordre de 10° ($\pm 5^{\circ}$). Cette précision est d'après Boone (1) supérieure pour les membres supérieurs que pour les membres inférieurs.

Les mesures sont considérées comme fiables : qu'elles soient en intra ou en inter-testeur selon la majorité des auteurs (1, 3, 6, 17, 21, 23), quelque soit le type de goniomètre utilisé (21) et la manière de l'appliquer (technique latéral ou par-dessus l'articulation).

L'étude de Ceconello (2) retrouve elle, une différence en fonction du type de goniomètre sans pour autant définir une supériorité d'un par rapport à un autre.

Boone (1) obtient une variation respective de 5 et 6° pour les membres supérieurs et pour les membres inférieurs quand la mesure est réalisée par plusieurs testeurs et de 3 et 4° par un seul testeur. La précision est donc d'après lui, meilleure quand la mesure est réalisée par une seule personne.

L'étude de Larose (13), réalisée sur la hanche, constate que la fiabilité inter-testeur n'est pas bonne pour les amplitudes de flexion et d'abduction, puisqu'il existe une différence significative respectivement de 10° et 6°. Ce taux d'erreur, à mon sens, pourrait s'expliquer par le fait que le goniomètre n'a peut-être pas toujours été exactement placé au même endroit (à cause de la difficulté de reproduire ces tests d'un jour sur l'autre avec des personnes différentes). Ceci nous amène à constater que pour avoir des mesures de références fiables, il est impératif de s'accorder sur la façon de mesurer (points de repère et positionnement du goniomètre).

Hoving (12) constate une variabilité intra et inter testeur importante sur des mesures d'épaule réalisées par des rhumatologues.

D'après Neiger (17), les erreurs de mesure concernant la goniométrie sont dues au fait que les déplacements segmentaires dans le plan orthogonal au plan du mouvement réalisé ne sont pas pris en compte.

Pour Royer (22), la difficulté réside dans la mise en œuvre de la technique de mesure, la précision de l'opérateur devant être nécessairement très importante.

Estimation visuelle :

Rose (20) constate que l'estimation visuelle est inexacte dans le cadre des son évaluation sur les angles des doigts.

Moran (16) retrouve une erreur d'estimation allant jusqu'à 10° et constate que les angles inférieurs à 31° sont systématiquement surestimés.

Dans une étude de comparaison, entre l'estimation visuelle et la mesure par un goniomètre, réalisées par le même évaluateur, pour la dorsiflexion de cheville, Craxford (4) constate une erreur d'estimation de 5.5° en goniométrie contre 11.1° pour l'estimation visuelle.

Hayes (11) obtient même une erreur d'estimation allant de 11° à 21° dans son étude comparant 5 méthodes d'évaluation des angles pour l'épaule.

Williams (24) considère l'estimation visuelle comme convenable pour distinguer des différences entre le côté atteint et le côté controlatéral pour les mesures d'épaule, excepté pour l'adduction horizontale de celle-ci.

Après le bilan de revue de la littérature, nous constatons que la goniométrie classique est considérée comme une méthode fiable et avec une bonne validité malgré quelques écrits contradictoires. Il est indispensable que l'examineur soit précis et prenne son temps pour obtenir de bons résultats. L'estimation visuelle est à l'inverse moins fiable avec une erreur d'estimation jusqu'à + ou 10° en moyenne.

2. MATERIEL ET METHODE

2. 1. Population

Cette étude s'adresse aux Masso-Kinésithérapeutes diplômés, parmi des établissements comprenant des Centres de Rééducation et des Centres Hospitaliers ainsi qu'aux kinésithérapeutes libéraux. Seront inclus tous les Kinésithérapeutes, volontaires, diplômés, quelque soit leur expérience en goniométrie, leur nombre d'années de pratique, leur secteur d'activité et lieu de travail. Sera exclue toute personne non diplômée, au moment de l'étude.

2. 2. Instrument de mesure : le goniomètre

Il existe 2 grands types de goniomètre : les goniomètres à 2 branches et les goniomètres à index soumis à la pesanteur (5).

Le premier type comprend les goniomètres de Houdre, ou encore Cochin (en plastique) qui sont les plus souvent utilisés (1, 6, 14). Ils sont constitués d'une branche fixe et d'une branche mobile. Ils peuvent être utilisés dans n'importe quelle position du sujet et dans tous les plans du corps.

Le deuxième type regroupe le goniomètre de Labrique et la famille des inclinomètres (9, 18, 19) dont le plurimètre de Rippstein (18, 19). Ils ne peuvent être utilisés que dans un plan vertical.

2. 3. Matériel Expérimental

Le matériel nécessaire à l'étude est le suivant :

- un Goniomètre de Houdre,
- un mètre-ruban,
- une Sangle de un mètre de longueur avec deux accroches terminales,
- deux bandes tubulaires type Tubigrip d'une longueur de 14 cm reliées entre elles par un ruban d'une longueur de 54 cm,
- un tapis de sol enroulé, faisant office de coussin, de 60 cm de longueur et de 16 cm de diamètre.

2. 4. Méthodes et Protocole

Des Valeurs goniométriques sont calculées suivant 8 positions stables et reproductibles concernant les articulations de l'épaule, la hanche et le genou par 4 kinésithérapeutes. Ces

mêmes positions servent de support à l'évaluation visuelle faite par 40 kinésithérapeutes testés dans cette étude. Chaque position sera maintenue, pendant que les kinésithérapeutes noteront dans un tableau leurs valeurs angulaires estimées. Ils n'auront évidemment pas connaissance des valeurs notées par leurs collègues qui utilisent le goniomètre, afin d'éviter toute influence dans leurs résultats. Les valeurs angulaires estimées visuellement seront comparées avec celles mesurées en goniométrie.

2. 4.1. Description des Positions

Les positions sont effectuées par la même personne, portant toujours les mêmes vêtements, pour avoir une parfaite reproductibilité. Le choix de porter des vêtements permet de se rapprocher au plus près de la réalité du terrain. Les mesures et estimations se réalisent sur les membres supérieur et inférieur droit.

Les trois premières positions concernant l'**Epaule** sont basées sur des amplitudes fonctionnelles habituellement utilisées.

Position 1. 1.



Figure 1 Position Epaule Main-bosse Occipitale

La première position (fig.1) s'effectue, assis sur une chaise. Nous utilisons les bandes tubulaires type Tubigrip. Le sujet les place sur ses coudes droit et gauche. Une ruban relie les deux coudes, partant d'un olécrane pour aller vers son homologue controlatéral (imposant une distance reproductible). Puis, le sujet fléchit ses coudes, amène les mains derrière sa tête, doigts croisés, qu'il vient caler au niveau des bosses occipitales. Il écarte les coudes jusqu'à mettre le ruban en tension. Cela permet de respecter le plan de la scapula. Nous devons ainsi estimer l'abduction de **l'épaule**. Le sujet doit rester droit, ne doit pas s'appuyer contre le dossier de la chaise et rester le plus immobile possible.

Position 1. 2.



Figure 2 Position Epaule main-front

La deuxième position (fig. 2) se réalise toujours assis sur une chaise, et concerne également l'abduction de l'épaule. Nous utilisons toujours les deux bandes tubulaires type Tubigrip reliées entre elles et tendues entre les deux olécranes. Les coudes sont fléchis, écartés de la longueur du ruban mis en tension. Les doigts sont cette fois-ci croisés sur le front.

Position 1. 3.



Figure 3 Position Epaule coussin

La troisième et dernière position (fig. 3) concernant toujours **l'épaule** se réalise avec le coussin. Il est entouré à 10 centimètres de chacune de ses extrémités par un élastique noir qui nous sert de repère lors de l'installation. Le sujet est en décubitus dorsal. Le cylindre est placé en longueur, sur la face antérieure de son tronc. La limite supérieure du cylindre se trouve en regard de la fourchette sternale. Les avant-bras sont croisés, mains en pronation sur le tapis au niveau de l'élastique noir situé près de la tête. Nous évaluons cette fois-ci la flexion d'épaule.

Les trois positions suivantes concernent la **Hanche** et consiste à estimer sa flexion.

Position 2. 1.



Figure 4 Position Hanche Talon-fesse

Pour la première position (fig. 4), le sujet est installé en décubitus. Il amène sa jambe droite en flexion, de telle sorte que son talon droit vienne toucher la tubérosité ischiatique (talon-fesse). Il veille bien à éviter toute compensation du bassin pour éviter sa rétroversion en assurant un maintien actif en extension du membre inférieur gauche; ce dernier doit rester bien plaqué contre la table.

Position 2. 2.



Figures 5 et 6 Position Hanche Sangle

Pour la seconde position (fig. 5 et 6), nous utilisons une Sangle. Le sujet est toujours en décubitus. La Sangle est fixée sur l'épaule gauche, puis vient passer sous la face postéro-interne de la cuisse droite au tiers inférieur. Elle effectue un tour complet autour de celle-ci pour revenir se fixer sur l'épaule droite. Le sujet doit garder ses deux épaules au contact de la table afin d'éviter une anté-pulsion, ce qui diminuerait la flexion de hanche.

Position 2. 3.



Figure 7 Position Hanche coussin

Pour la troisième position (fig. 6), nous plaçons le coussin (précédemment utilisé pour l'épaule), sous les genoux du sujet, en décubitus, au niveau de ses creux poplités.

Il reste deux positions pour l'évaluation de la flexion du **Genou**.

Position 3. 1.



Figure 8 Position Genou Talon-fesse report 20 cm

La première position, est identique à la position 2. 1. (fig. 4) mais cette fois-ci, le talon est glissé de 20 cm vers l'avant à partir de la tubérosité ischiatique. Cette distance est mesurée à l'aide d'un mètre- ruban.

Position 3. 2.



Figure 9 Position Genou coussin

Quant à la deuxième position, elle réutilise la position décrite dans la Position 2. 3. (fig. 7) ; cette fois-ci, c'est l'estimation visuelle de l'amplitude articulaire de la flexion du genou que nous voulons connaître.

2. 4. 2 Mesures goniométriques

Avant de commencer les estimations, il est nécessaire de connaître la valeur goniométrique de chacune des positions pour pouvoir en effectuer la comparaison avec celles estimées :

- Premièrement, pour s'assurer de la reproductibilité des positions, un kinésithérapeute réalise 3 mesures goniométriques pour chaque position avec une désinstallation et une réinstallation du sujet entre chaque prise. Les 3 valeurs pour chaque position se sont révélées être strictement identiques, ce qui signifie que le sujet se replace bien à chaque fois dans la même position.
- Deuxièmement, pour s'assurer de la reproductibilité des mesures goniométriques la moyenne des valeurs mesurées de quatre kinésithérapeutes à été calculée. (*Annexe I*)

2. 4.3. Estimation visuelle

Maintenant que les valeurs goniométriques sont connues, les estimations peuvent commencer. Les kinésithérapeutes remplissent un questionnaire permettant de cibler 4 critères :

- le nombre d'années de pratique kinésithérapique,
- le nombre d'années de pratique goniométrique,
- le goniomètre le plus souvent utilisé
- les secteurs d'activité dans lesquels ils ont travaillé depuis le début de leur carrière.

Ils reportent les valeurs angulaires estimées à la suite de la description des 4 critères.

(Annexe II)

3. RESULTATS

40 kinésithérapeutes ont rempli un questionnaire. Nous avons rassemblé l'ensemble des données dans un tableau. *(Annexe III)*

Nous considérons qu'un écart de + ou - 5° est une estimation fiable car nous appliquons le même taux d'erreur acceptée en goniométrie.

3. 1. Données Statistiques

3.1.1. Analyse du tableau de l'annexe III : comparaison de la moyenne goniométrique par rapport aux moyennes estimées :

Nous effectuons la moyenne des valeurs angulaires estimées pour les 8 positions par chaque kinésithérapeute.

Nous constatons que 29 kinésithérapeutes sur 40 (72.5 %) ont une estimation fiable dans l'ensemble. Ce qui signifie que chaque kinésithérapeute a une bonne estimation (erreur moyenne inférieure ou égale à + ou -5° sur l'ensemble des 8 mesures).

Ensuite nous effectuons la moyenne des valeurs angulaires estimées pour l'épaule, la hanche et le genou.

Nous constatons que 22 kinésithérapeutes sur 40 ont une estimation fiable pour l'épaule ainsi que pour la hanche (55 %).

Pour le genou, 25 kinésithérapeutes sur 40 ont une estimation fiable (62,5 %).

Nous considérons qu'un écart angulaire de + ou - 5° est une estimation fiable car nous appliquons le même taux d'erreur accepté en goniométrie

3 .1. 2. Analyse du tableau de l'annexe III : analyse statistique

La réalisation de l'analyse statistique s'est effectuée avec l'aide du service d'épidémiologie et d'évaluation clinique, CEC INSERM situé à l'Hôpital Marin, au CHU de Nancy. Nous utilisons le test de comparaison d'une moyenne à une valeur fixe. Le terme valeur fixe correspond à la moyenne goniométrique déterminée dans notre première phase de travail ; le terme moyenne correspond aux moyennes estimées.

Pour chaque variable, les résultats sont exprimés par la moyenne goniométrique, l'écart-type (il nous montre la variabilité des mesures autour de la moyenne), les valeurs minimales et maximales estimées, le degré de significativité p. Si p est > 0.05 l'estimation est fiable, si p est < 0.05 la différence est élevée et l'estimation est moins bonne.

Les résultats sont reportés dans le tableau I et annexe IV.

Tableau I : comparaison de la moyenne goniométrique aux moyennes estimées

Variables	Moyenne goniométrique	Effectif	Moyenne estimée	Ecart-Type	Valeur minimale	Valeur maximale	p
Epaule Main-bosse Occipitale	105°	40	112.13°	9.798	95	130	<0.0001
Epaule Main-Front	95°	40	96.63°	7.284	80	110	0.1662
Epaule Coussin	65°	40	62.63°	13.866	30	80	0.2854
Hanche Talon-fesse	70°	40	70.75°	6.655	50	80	0.48
Hanche Sangle	110°	40	111.88°	8.449	95	130	0.1684
Hanche Coussin	15°	40	28.50°	8.488	15	50	<0.0001
Genou Coussin	30°	40	36.13°	8.434	20	60	<0.0001
Genou Talon- fesse report 20 cm	80°	40	70.13°	10.031	50	85	<0.0001

Analyse du tableau 1 : A l'aide de ce tableau nous cherchons à déterminer quelles sont les positions qui sont bien estimées et celles qui le sont pas.

L'épaule (main-front et coussin) et la hanche (talon-fesse et sangle) sont des positions bien estimées car $p > 0.05$

L'épaule (main-bosses occipitales), la hanche (coussin), et le genou (coussin et talon-fesse avec report de 20 cm) sont mal estimées car $p < 0.05$.

Il est important de rappeler que l'étude s'est faite sur un faible échantillon (40 personnes) et que les résultats pourraient être différents et plus significatifs sur un nombre beaucoup plus élevé de kinésithérapeutes testés (ce qui nous était impossible à réaliser).

3.1.3. Comparaison de la moyenne goniométrique aux moyennes estimées :

en fonction du nombre d'années de pratique kinésithérapique (fig. 10 et Annexe V)

La médiane est utilisée pour définir 2 échantillons :

- un premier de 20 personnes dont la pratique est $\leq 13,5$ ans,
- un second avec un nombre équivalent de personnes dont la pratique est $> 13,5$ ans.

Les moyennes des deux échantillons vont être comparées à la moyenne goniométrique, pour chaque position, afin de savoir laquelle est la plus proche de celle-ci.

Nous n'utilisons pas la valeur de p car celle-ci ne nous permet pas de comparer directement les 2 moyennes estimées ($\leq 13,5$ et $> 13,5$ ans) par rapport à la moyenne goniométrique.

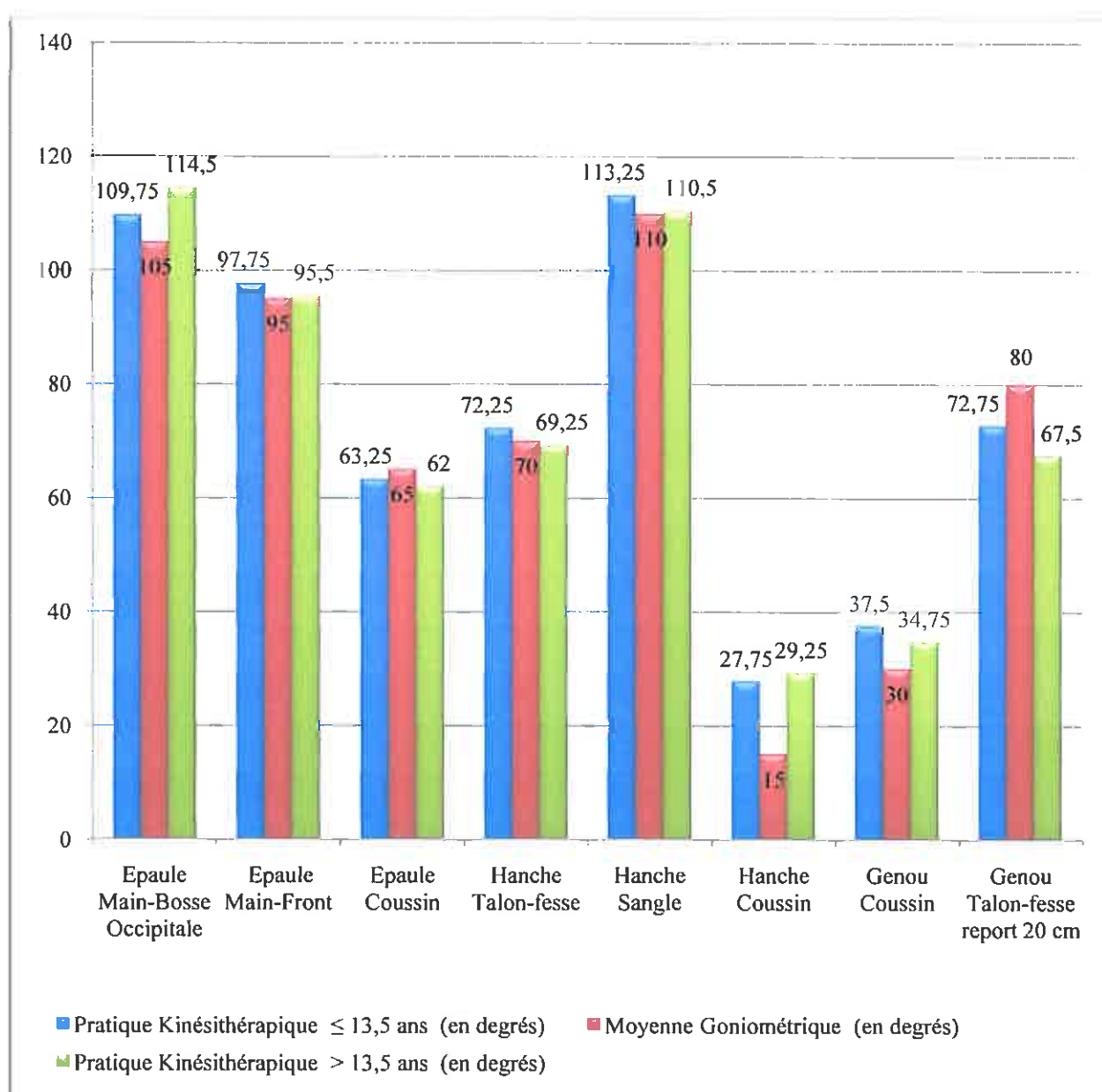


Fig. 10 Influence des années de pratique kinésithérapique

Les kinésithérapeutes dont la pratique est inférieure à 13,5 ans estiment mieux les positions Main-bosse occipitale (épaule), coussin (épaule), coussin (hanche) et pour talon-fesse report de 20 cm (genou)

Les kinésithérapeutes dont la pratique excède 13,5 ans, estiment mieux les positions Main-front (Epaule), Talon-fesse (Hanche), sangle (Hanche) et coussin (genou).

3. 1. 4. Comparaison de la moyenne goniométrique aux moyennes estimées :

en fonction du nombre d'années de pratique goniométrique (Fig. 11 et Annexe VI)

La médiane est également utilisée ici pour définir deux échantillons :

- un premier de 21 personnes dont la pratique goniométrique est ≤ 4 ans,
- un second avec 19 personnes dont la pratique goniométrique est > 4 ans.

Les moyennes des deux échantillons vont être comparées à la moyenne goniométrique pour chaque position afin de savoir laquelle est la plus proche de celle-ci.

Nous n'utilisons pas la valeur de p car celle-ci ne nous permet pas de comparer directement les 2 moyennes estimées (≤ 4 et > 4 ans) par rapport à la moyenne goniométrique.

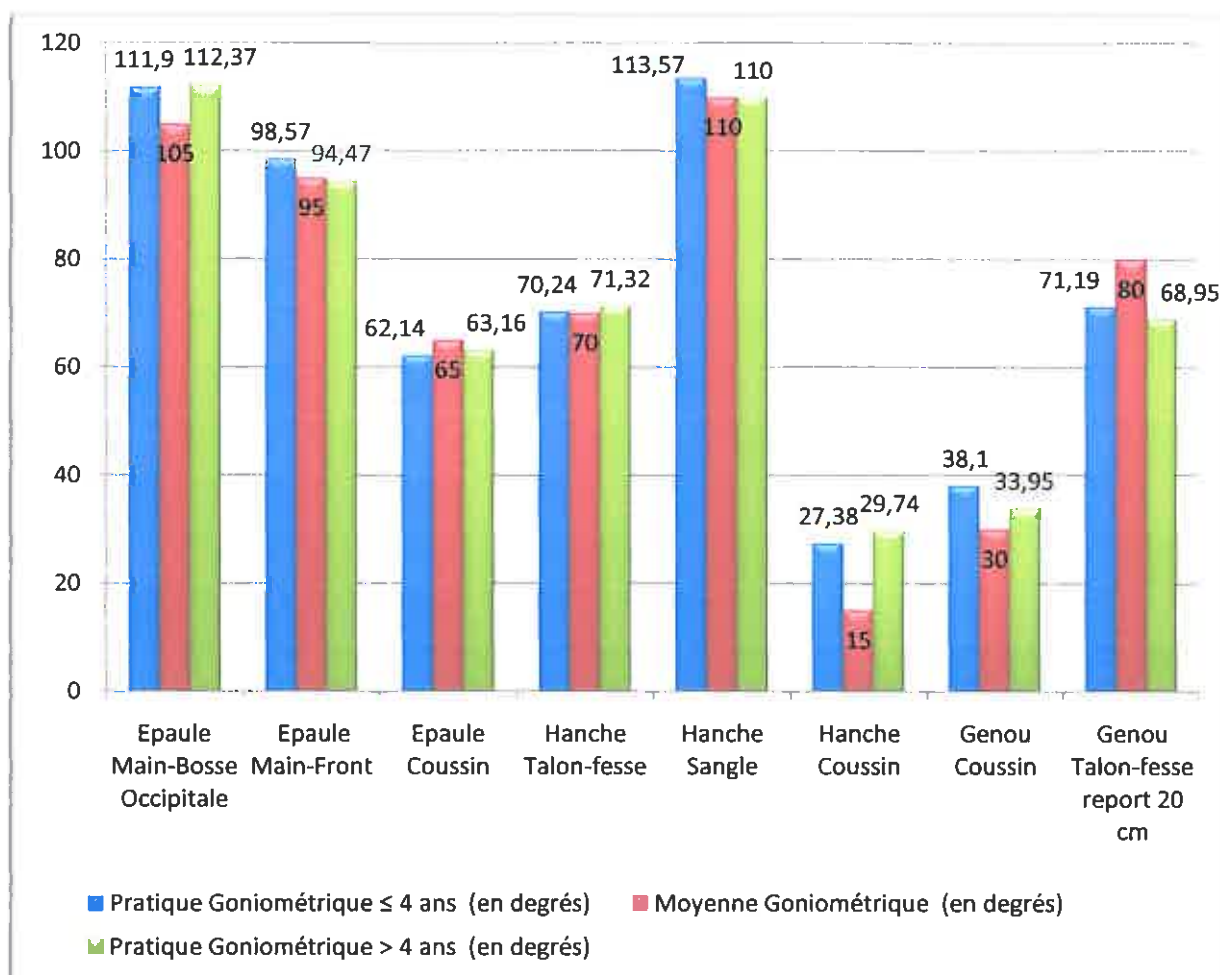


Fig. 11 Influence des années de pratique goniométrique

Les kinésithérapeutes dont la pratique goniométrique est inférieure ou égale à 4 ans estiment mieux les positions Main-bosse occipitale (Epauule), Talon-fesse (Hanche), Coussin (Hanche), Talon-fesse report 20 cm (Genou).

Les kinésithérapeutes dont la pratique goniométrique dépasse 4 ans, estime mieux les positions Main-front (Epauule), Coussin (Epauule), Sangle (Hanche), Coussin (Genou)

4. DISCUSSION

4. 1. Analyse des résultats

Il s'agit de répondre à plusieurs problématiques :

- l'estimation visuelle est-elle suffisamment proche des mesures goniométriques pour être prises en compte ?

La majorité des kinésithérapeutes ont une estimation d'ensemble fiable (72.5%).

Mais 50% des positions sont estimées de manière fiable par chaque kinésithérapeute.

La qualité de l'estimation dépend plus de la position ou de l'articulation, le genou étant la mieux estimée (62,5%), devant la hanche (55%) et l'épaule (55%). Nous ne pouvions pas nous attendre à ce que le genou soit mieux estimé que les 2 autres articulations car nous constatons que les 2 positions du genou prises séparément sont mal estimées (+6 et -10° environ) mais la moyenne des deux réunies donne une bonne estimation.

En revanche pour les moins bonnes estimations (27.5%), le taux d'erreur est compris dans une fourchette de 5 à 10° à une exception près.

Comparé à la littérature nous retrouvons un taux d'erreur moindre pour les estimations.

Ceci peut s'expliquer notamment par le choix des articulations étudiées.

- l'estimation visuelle est-elle modifiée par le nombre d'années de pratique kinésithérapique?

Nous avons envisagé au départ de découper l'échantillon initial des 40 kinésithérapeutes en plusieurs classes comme par exemple [0-5 ans], [5-10 ans] et ainsi de suite mais il y aurait eu trop peu de personnes dans chaque classe pour que les résultats soient représentatifs. Donc, nous avons formé deux groupes de 20 praticiens chacun, un d' « égal ou moins » de 13,5 années d'expérience et un autre de plus de 13,5 années de pratique.

L'estimation est fiable toutes positions confondues pour 14 sur 20 kinésithérapeutes dont la pratique est < à 13.5 ans contre 15 sur 20 pour ceux dont la pratique est > à 13.5 ans. Ces derniers estiment légèrement mieux mais l'écart est trop faible pour être valable.

L'épaule est mieux estimée chez les personnes ayant une expérience inférieure à 13,5 ans; en revanche pour le deuxième groupe l'estimation est meilleure pour la hanche.

L'écart moyen d'estimation entre les deux groupes est de $1,37^\circ$, donc bien inférieur au taux de $\pm 5^\circ$ d'écart toléré. Donc, nous pouvons conclure que le nombre d'années de pratique kinésithérapique n'a pas d'influence sur l'estimation visuelle.

- l'estimation visuelle est-elle modifiée par le nombre d'années de pratique goniométrique?

Pour le nombre d'années de pratique goniométrique le même principe de découpage s'est imposé, pour la même raison précédemment invoquée. Deux groupes ont été constitués : un groupe < à 4 ans et un autre > à 4 ans.

Nous constatons que l'estimation est fiable pour le groupe < à 4 ans : 71,42% ainsi que pour le groupe > à 4 ans : 73,68%. Le premier groupe estime mieux la hanche, l'autre groupe l'épaule.

L'écart des résultats est de $1,13^\circ$, donc bien inférieur au taux de $\pm 5^\circ$ d'écart toléré. Nous pouvons conclure que le nombre d'années de pratique goniométrique n'a pas d'influence sur l'estimation visuelle.

4. 2. Difficultés rencontrées

Au départ, l'écart entre les mesures goniométriques réalisées par les quatre kinésithérapeutes était supérieur à 5° ; ils n'utilisaient pas les mêmes points de repère anatomiques. Nous avons procédé à une harmonisation du choix de ces points.

Pour éviter des erreurs de précision, il s'est avéré nécessaire également d'effectuer un bon placement du goniomètre.

Contrairement à la prévision initiale, plusieurs kinésithérapeutes ont réalisé l'estimation au même moment, par manque de temps ou de disponibilité ; ce temps restreint a pu être responsable d'une augmentation du risque d'avoir une estimation faussée.

La présence des habits a gêné plusieurs évaluateurs, les points de repère n'étant pas visibles. Nous ne pensions pas au départ que cette tenue poserait problème, l'ayant estimée suffisamment ajustée.

Le choix du matériel judicieux fut prépondérant pour l'obtention d'une bonne reproductibilité des différentes positions.

5. CONCLUSION

5. 1. Bilan de l'étude

La technique goniométrique est fiable mais parfois délicate à mettre en œuvre. La tentation de l'estimation visuelle est grande : plus facile d'utilisation par sa simplicité d'application et par sa rapidité. Elle ne permet cependant pas toujours d'obtenir des valeurs angulaires dans la marge d'erreur admissible.

5. 2. Evolution possible et poursuite d'étude

Cette étude aurait pu être poursuivie en la réalisant sur des patients mais cela n'a pas d'intérêt dans le sens où il apparaît un manque de fiabilité dans les estimations sur une personne saine ; elle n'en serait donc probablement que plus grande sur un patient. Une autre initiative consisterait aussi de proposer cette étude à d'autres personnes non kinésithérapeutes sans expérience en goniométrie mais ayant l'habitude de travailler avec des angles comme les architectes et les couvreurs ; l'habitude de leur représentation des angles améliore-t-elle l'estimation visuelle ? La capacité à évaluer des angles à œil nu aurait pu être préalablement testée en présentant des figures non graduées.

5. 3. Hypothèse d'autres méthodes d'évaluation

Comme nous l'avons évoqué dans la partie 4, la goniométrie est délicate car elle est difficile à mettre en œuvre pour obtenir une bonne précision ; elle peut conduire à des erreurs de mesure.

Cette précision peut être apportée par l'utilisation de la radiologie. Nous ne faisons que l'évoquer, car elle permet de mesurer précisément un angle articulaire; elle n'est pas exploitable quotidiennement vu la difficulté de mise en œuvre ; le rapport bénéfice/risque est défavorable sur la santé du patient, de part l'irradiation qu'elle procure.

En revanche, un autre outil de mesure récent, facile à mettre en œuvre peut avoir un certain intérêt concernant justement la précision : il s'agit d'utiliser la dernière technologie de plus en plus exploitée dans les téléphones portables récents : la gyroscopie. Celle-ci couplée à un logiciel spécialisé (exemple niveau à bulles pour iphone) peut mesurer les angles avec une très grande précision. Elle fonctionne de la même manière qu'un inclinomètre type Rippstein ; elle autorise la mesure dans tous les plans. Elle en retire par contre les mêmes inconvénients : elle ne mesure l'angle que du segment de membre par rapport à la verticale ; elle ne tient pas compte de la position du 2^{ème} segment de membre comme un goniomètre à branches.

L'avantage de la précision, la facilité de mise en œuvre, l'obtention d'un résultat chiffré de la valeur exacte de l'angle, représentent une bonne adéquation avec la recherche constante d'indicateurs chiffrés et précis ; cette technique permet de suivre l'évolution du patient et d'apporter des preuves de la progression de celui-ci au sein de son traitement.

BIBLIOGRAPHIE

1. **BOONE D., AZEN S.** – Reliability of goniometric measurement. - Phys, Ther. , 1978, 58, 11, p.1355 - 1360
2. **CECCONELLO J.** – Etude comparative de 3 goniomètres à propos des amplitudes actives de hanche en décharge - Rapport de travail écrit de fin d'étude : Nancy, 1996, 21p
3. **COUTTS D.** – Continuous passive motion in the rehabilitation of the total knee patients: its role and effect - Orthop, Rev, 1986, 15, 3
4. **CROXFORD P., JONES K., BARKER K.,** - Inter-tester comparison between estimation and goniometric measurement of ankle dorsiflexion - Physiotherapy Theory and Practice, Volume 14, Issue 2, June 1998, p. 107-113.
5. **DELBARRE., GROSSEMY I.** – Goniométrie : manuel d'évaluation des amplitudes articulaires des membres et du rachis. – 1ère édition, Issy Les Moulineaux : Elsevier Masson, 2008 - 123 p., (p 6–7)
6. **EKSTRAND J., WICKTORSSON M.** – Lower extremity goniometric measurements: a study to determinate their reliability - Arch - Phys, Med. Reliabil. , 1982, 63, p.171 - 175
7. **GAJDOZIK R., BOHANNON R** – Clinical measurement of range of motion: review of goniometry emphasizing reliability and validity - Phys., Ther., 1987, 67, 12 p. 1867 - 1872
8. **GOGIA P. P., BRAATZ J., ROSE S., NORTON B.,** – Reliability and validity of goniometric measurement at the knee – Phys., Ther., 1987 Feb., 67, 2, p.192 – 195.
9. **GOUILLY P.** – Inclinométrie membre sup., kinésither, cahiers 2004, 35,36, 50-4.

10. **GREEN S., BUCHBINDER R., FORBES A., BELLAMY N.,** - A standardized protocol for measurement of range of movement of the shoulder using the Plurimeter-V inclinometer and assessment of its intrarater and interrater reliability. - *Arthritis Care Res.* 1998, 11, p. 43-52
11. **HAYES K., WALTON JR., SZOMOR ZL., MURRELL GAC.** - Reliability of five methods for assessing shoulder range of motion, *Austr J Physiother*, 2001, 47, p 289-294.
12. **HOVING JL., BUCHBINDER R., FORBES A., BELLAMY N., BRAND C., BUCHANAN R., HALL S., PATRICK M., RYAN P., STOCKMANN A.** – How reliable do rheumatologists measure shoulder movement? - *Ann Rheum Dis.*, 2002, 61- p. 612-616.
13. **LAROSE B.** – Bilan articulaire actif de la hanche, fiabilité inter-testeur en fonction de trois goniomètres. - Rapport de travail écrit de fin d'étude : Nancy : 1996.
14. **LEROY A., PIERRON G., PENIGOU G., DUFOUR M., GENOT L.,**
– Kinésithérapie 2, Membre inférieur, Paris : Flammarion, 1983, p. 29 - 37.
15. **MAYERSON N., MILANO R.A.,** – Goniometric measurement reliability in physical medicine – *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, 1984, 65, p. 92 – 94
16. **MORAN KM., NESSK., FINCKBENER AA.** – Visual estimation of angles by orthopedic surgeons. - *Am J Orthop.* 2000 May, 29 (5), 361-2, discussion 363.
17. **NEIGER H., GENOT C.,** – Goniométrie articulaire, recherche des amplitudes articulaires et transcription des résultats. - *Ann. kinésithérapie* : 1983, 10, 6 p 215 - 219
18. **RIPPSTEIN J.,** – Le plurimètre V64, un nouvel instrument de mensuration. (Essai matériel). - *Ann. Kinésithér.*, 1983, 10/1 – 2. , p. 37 - 45.
19. **RIPPSTEIN J.,** – Nouvelle technique pour la mensuration des mouvements articulaires. - *Orthoscop.*, 1984, 11, p. 23 – 32
20. **ROSE V., NDUKA C.C., PEREIRA J.A., PICKFORD M.A.,and BELCHER H.JC. R**

- Visual estimation of finger angles: do we need goniometers? J Hand Surg (Br) 2002, 27, p. 382-384.

21. ROTHSTEIN JM., MILLER JP – Goniometric reliability in a clinical setting elbow and knee measurement - Phys. Ther., 1983, 63, 10, p. 1611 - 1615

22. ROYER A., CECCONNELLO R. – Bilans articulaires cliniques et goniométriques, généralités. – Encycl. Med. Chir (Paris France) – Podologie, kinésithérapie, 26-008-A-10, Volume 1, Issue 2, 2004, p. 82-91

23. VIEL E., DANOWSKY G. – Bilans articulaires goniométriques et cliniques, généralités - 3ième Edition, Encycl. Med. Chir. (Paris France), Kinésithérapie, 26-008-A-10, 1990, p. 12-18

24. WILLIAMS JG., CALLAGHAN M., - Comparison of visual estimation and goniometry in determination of a shoulder joint angle. – Physiotherapy, 1990 , p. 655 - 657.

ANNEXES

ANNEXE I

MESURES ESTIMEES

	KINE 1	KINE 2	KINE 3	KINE 4
EPAULE				
Main - Bosse Occipitale	110°	105°	100°	105°
Main - Front	90°	100°	95°	95°
Coussin	60°	65°	70°	65°
HANCHE				
Talon - fesse	65°	70°	75°	70°
Sangle	110°	110°	110°	110°
Coussin	15°	15°	10°	20°
GENOU				
Coussin	30°	30°	30°	30°
Talon - fesse report 20 cm	80°	80°	75°	85°

Valeurs	minimum	maximum	moyenne
EPAULE			
Main - Bosse Occipitale	100°	110°	105°
Main - Front	90°	100°	95°
Coussin	60°	70°	65°
HANCHE			
Talon - fesse	65°	75°	70°
Sangle	110°	110°	110°
Coussin	10°	20°	15°
GENOU			
Coussin	30°	30°	30°
Talon - fesse report 20 cm	75°	85°	80°

ANNEXE II

Questionnaire destiné aux kinésithérapeutes pour l'estimation visuelle

QUESTIONNAIRE

Nombre d'années de pratique Kinésithérapique	
Nombre d'années de pratique Goniométrique	
Goniomètre le plus souvent utilisé	
Secteur(s) d'activitée(s)	

MESURES

EPAULE

Valeur Angulaire estimée visuellement

Main-Bosse Occipitale	
Main-Front	
Coussin	

HANCHE

Talon-fesse	
Sangle	
Coussin	

GENOU

Coussin	
Talon-fesse report 20 cm	

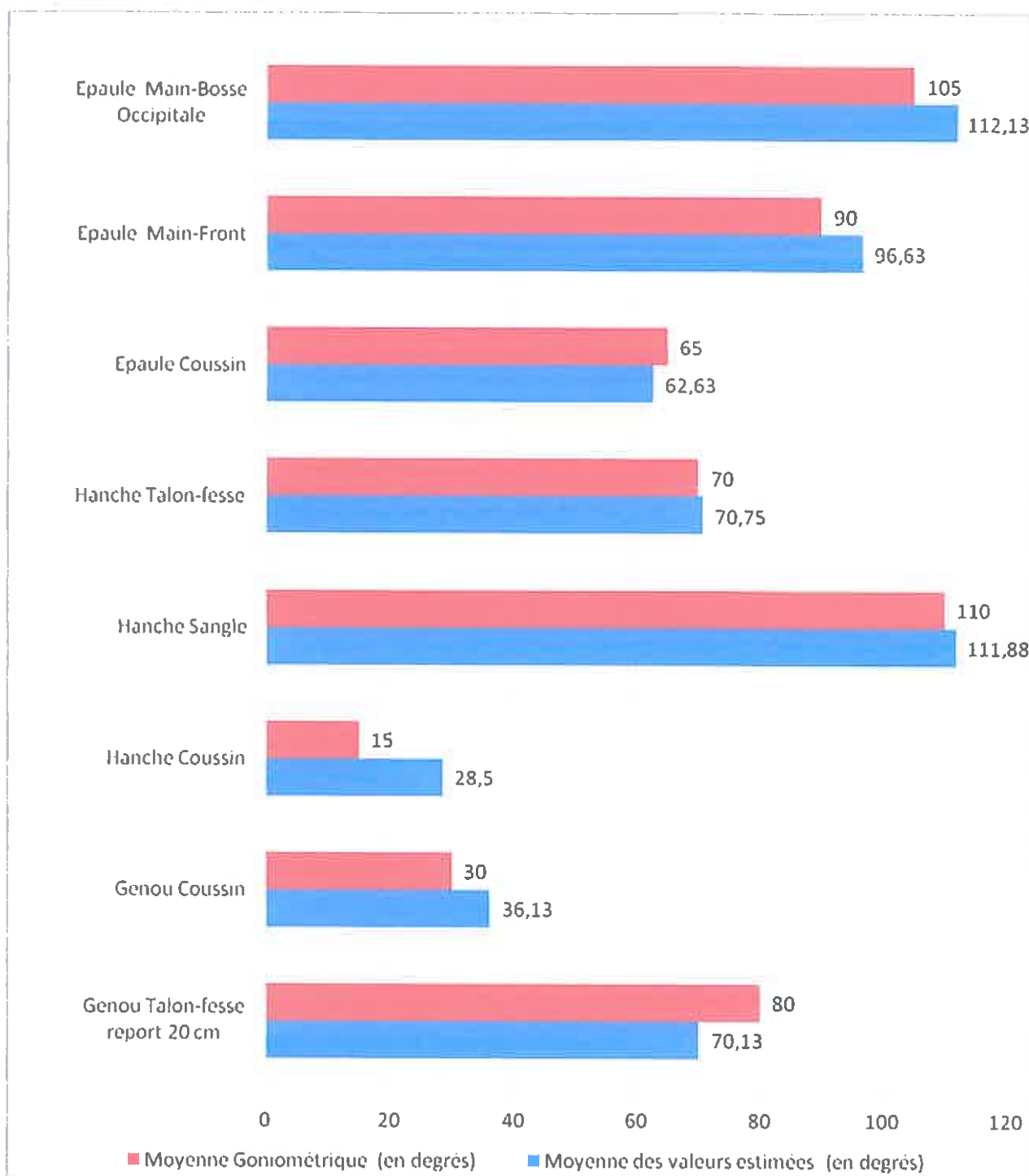
ANNEXE III

MESURES ESTIMEES

	Nombre d'années de pratique Kinésithérapique	Nombre d'années de pratique Goniométrique	Goniomètre le plus souvent utilisé	Secteur(s) d'activité(s)	Epaule Main-Bosse Occipitale	Epaule Main-Front	Epaule Coussin	Hanche Talon-fesse	Hanche Sangle	Hanche Coussin	Genou Coussin	Genou Talon-fesse report 20 cm
					Moyennes goniométriques							
					105°	95°	65°	70°	110°	15°	30°	80°
					MESURES ESTIMEES							
kiné n° 1	30	27	Houdre	Neurologie	110°	80°	30°	70°	100°	20°	20°	50°
kiné n° 2	2	1	Houdre	Neurologie	105°	95°	40°	80°	130°	15°	25°	85°
kiné n° 3	30	20	Houdre	Gériatrie, Neurologie, Libéral	95°	85°	60°	70°	115°	25°	30°	70°
kiné n° 4	4	3	Houdre	Traumatologie, Neurologie	110°	95°	75°	80°	120°	35°	50°	85°
kiné n° 5	4	4	Houdre	Traumatologie	120°	100°	45°	70°	105°	30°	40°	70°
kiné n° 6	29	4	Houdre	Traumatologie, Libéral	110°	100°	40°	60°	110°	30°	40°	70°
kiné n° 7	13	2,5	Houdre	Thermalisme, Traumatologie	115°	100°	50°	75°	105°	25°	45°	65°
kiné n° 8	10	10	Houdre	Pédiatrie, Gériatrie, Réadaptation, Traumatologie	110°	100°	45°	70°	110°	40°	30°	60°
kiné n° 9	22	20	Houdre	Thermalisme, Libéral, Pédiatrie, Gériatrie	120°	95°	50°	75°	120°	15°	30°	60°
kiné n° 10	14	8	Houdre	Libéral, Thermalisme, Gériatrie	115°	95°	60°	70°	120°	30°	40°	65°
kiné n° 11	1	0	Houdre	Neurologie, Réanimation, Pneumologie	95°	80°	65°	75°	120°	15°	25°	75°
kiné n° 12	9	2	Houdre	Pneumologie	95°	90°	75°	65°	130°	30°	60°	75°
kiné n° 13	3	1	Houdre	Traumatologie, Libéral, Pneumologie	95°	85°	75°	80°	100°	20°	40°	80°
kiné n° 14	8	0	Houdre	Neurologie, Cardiologie, Pneumologie	120°	95°	65°	70°	120°	20°	30°	60°
kiné n° 15	18	18	Houdre, Ripstein	Traumatologie	110°	95°	70°	75°	105°	35°	30°	80°
kiné n° 16	30	6	Houdre, Ripstein	Pneumologie, Traumatologie	120°	95°	80°	75°	110°	30°	30°	80°
kiné n° 17	35	20	Houdre	Traumatologie, Dermatologie	120°	95°	80°	75°	110°	30°	45°	80°
kiné n° 18	30	30	Houdre	Traumatologie, Pneumologie, Cardiologie	110°	95°	75°	75°	115°	30°	35°	75°
kiné n° 19	0,5	0,5	Houdre	Traumatologie	130°	100°	70°	70°	110°	20°	45°	80°
kiné n° 20	16,5	16,5	Houdre	Traumatologie	115°	100°	70°	70°	100°	30°	35°	85°
kiné n° 21	31	31	Houdre	Traumatologie	120°	105°	70°	70°	110°	20°	30°	70°
kiné n° 22	14	1	Houdre	Libéral, Thermalisme, réadaptation	130°	110°	80°	50°	120°	30°	40°	50°
kiné n° 23	3	0,5	Houdre	Libéral, Traumatologie, Neurologie, pneumologie	120°	100°	60°	70°	120°	40°	30°	70°
kiné n° 24	18	18	Houdre	Libéral, Neurologie	130°	100°	70°	80°	110°	35°	30°	80°
kiné n° 25	4,5	4	Houdre	Traumatologie, Pneumologie, Neurologie	120°	100°	70°	60°	120°	40°	40°	75°
kiné n° 26	15	5	Houdre	Gériatrie, Neurologie	105°	95°	60°	70°	100°	40°	35°	50°
kiné n° 27	0,5	0	Houdre	Traumatologie	120°	100°	75°	75°	110°	20°	30°	70°
kiné n° 28	2	2	Houdre	Traumatologie, Neurologie, Réa, Pneumo	120°	105°	70°	75°	105°	30°	35°	75°
kiné n° 29	25	10	Houdre	Traumatologie, O.R.L, Pneumologie	110°	100°	80°	80°	100°	50°	50°	80°
kiné n° 30	30	30	Houdre	Traumatologie, Pneumologie	110°	100°	70°	60°	100°	30°	40°	60°
kiné n° 31	5	0	Houdre	Traumatologie, Pneumologie	105°	100°	60°	70°	110°	20°	40°	80°
kiné n° 32	19	15	Houdre, Ripstein	Neurologie, Pneumologie	115°	80°	75°	80°	120°	30°	30°	60°
kiné n° 33	3	3	Houdre	Gériatrie, Pneumologie, Traumatologie	100°	110°	80°	75°	95°	40°	35°	50°
kiné n° 34	25	15	Houdre	Cardiologie, Traumatologie	120°	90°	50°	65°	115°	35°	45°	75°
kiné n° 35	11	6	Houdre	Libéral, Traumatologie, Neurologie	95°	95°	45°	80°	120°	25°	25°	80°
kiné n° 36	8	0	Houdre	Libéral	110°	95°	60°	70°	110°	20°	40°	65°
kiné n° 37	12	0	Houdre	Libéral	110°	100°	60°	65°	115°	30°	35°	80°
kiné n° 38	1	1	Houdre	Libéral	100°	110°	80°	70°	110°	40°	50°	75°
kiné n° 39	16	3	Houdre	Pédiatrie, Neurologie	120°	100°	30°	70°	120°	25°	25°	60°
kiné n° 40	21	15	Houdre	Traumatologie, Pneumologie	105°	95°	60°	65°	110°	15°	35°	70°

ANNEXE IV

Graphique concernant le tableau des comparaisons des paramètres estimés aux valeurs de références de la partie 3. 2. 2. du mémoire



ANNEXE V

Tableau concernant la comparaison des valeurs estimées aux moyennes goniométriques par rapport au nombre d'années de pratique kinésithérapique en relation avec le graphique de la partie 3. 1. 3. du mémoire

Variables	Moyennes Goniométriques	Nombre d'Années	Effectif	Moyenne	Ecart-Type	Min	Max	p
Epaule Main-bosse Occipitale	105°	≤ 13,5	20	109,75°	10,70	95	130	0,06
		> 13,5	20	114,50°	8,41	95	130	<0,0001
Epaule Main- Front	95°	≤ 13,5	20	97,75°	7,16	80	110	0,1
		> 13,5	20	95,50°	7,42	80	110	0,76
Epaule Coussin	65°	≤ 13,5	20	63,25	1,59	40	80	0,54
		> 13,5	20	62°	15,34	30	80	0,39
Hanche Talon-fesse	70°	≤ 13,5	20	72,25°	5,50	60	80	0,08
		> 13,5	20	69,25°	7,48	50	80	0,65
Hanche Sangle	110°	≤ 13,5	20	113,25°	9,22	95	130	0,13
		> 13,5	20	110,50°	7,59	100	120	0,77
Hanche Coussin	15°	≤ 13,5	20	27,75°	8,96	15	40	<0,0001
		> 13,5	20	29,25°	8,16	15	50	<0,0001
Genou Coussin	30°	≤ 13,5	20	37,50°	9,39	25	60	0,002
		> 13,5	20	34,75°	7,34	20	50	0,009
Genou Talon-fesse report 20 cm	80°	≤ 13,5	20	72,75°	9,10	50	85	0,002
		> 13,5	20	67,50°	10,45	50	80	<0,0001

ANNEXE VI

Tableau concernant la comparaison des valeurs estimées aux moyennes goniométriques par rapport au nombre d'années de pratique goniométrique en relation avec le graphique de la partie

3. 1. 4. du mémoire

Variables	Moyennes Goniométriques	Nombre d'Années	Effectif	Moyenne	Ecart-Type	Min	Max	p
Epaule Main-bosse Occipitale	105°	≤ 4	21	111,90°	10,89	95	130	0,009
		> 4	19	112,37°	8,72	95	130	0,002
Epaule Main- Front	95°	≤ 4	21	98,57°	7,44	80	110	0,04
		> 4	19	94,47°	6,64	80	105	0,74
Epaule Coussin	65°	≤ 4	21	62,14°	14,10	30	80	0,36
		> 4	19	63,13°	13,97	30	80	0,57
Hanche Talon-fesse	70°	≤ 4	21	70,24°	7,33	50	80	0,88
		> 4	19	71,32°	5,97	60	80	0,35
Hanche Sangle	110°	≤ 4	21	113,57°	9,10	95	130	0,08
		> 4	19	110°	7,45	100	120	1
Hanche Coussin	15°	≤ 4	21	27,38°	8,31	15	40	<0,0001
		> 4	19	29,74°	8,74	15	50	<0,0001
Genou Coussin	30°	≤ 4	21	38,10°	9,01	25	60	0,0005
		> 4	19	33,95°	7,37	20	50	0,03
Genou Talon-fesse report 20 cm	80°	≤ 4	21	71,19°	9,99	50	85	0,0006
		> 4	19	68,95°	10,22	50	80	0,0002

