

MINISTÈRE DE LA SANTÉ

RÉGION LORRAINE

INSTITUT LORRAIN DE FORMATION EN MASSO-KINÉSITHÉRAPIE

DE NANCY

**INFLUENCE D'UN AUTOMASSAGE
PLANTAIRE PAR UN CYLINDRE À PICOTS
SUR LA RÉPARTITION DES APPUIS ET
L'ÉQUILIBRE BIPODAL STATIQUE.**

Mémoire présenté par **Pierre BEISEL**
étudiant en 3^{ème} année de masso-kinésithérapie
en vue de l'obtention du Diplôme d'État
de Masseur-Kinésithérapeute.
2013-2014.

SOMMAIRE

	Page
RÉSUMÉ	
1. INTRODUCTION	1
2. RAPPELS	2
2.1. Le pied	2
2.1.1. Rappels anatomo-physiologiques	2
2.1.2. Généralités sur les récepteurs	2
2.1.3. Localisation des récepteurs plantaires	4
2.1.4. Effets du cylindre à picots	5
2.1.5. Implication de différents systèmes sensoriels	6
2.2. La posture	7
2.2.1. Généralités	7
2.2.2. Transmission de l'information	8
2.2.3. Description des paramètres de posturologie	9
2.3. Hypothèse d'étude	10
3. MÉTHODOLOGIE	10
3.1. Méthode de recherche bibliographique	10
3.2. Population	10
3.3. Conditions de réalisation	11
3.4. Matériel utilisé	11
3.5. Protocole	12
3.5.1. Objectifs	12
3.5.2. Fiche de pré-inscription	13
3.5.3. 1 ^{er} bilan	13
3.5.4. Réalisation de la manœuvre	14
3.5.5. 2 ^e bilan	16
3.5.6. Séance témoin	16
4. ANALYSE DES RÉSULTATS	16

4.2. Analyse stabilométrique	17
5. DISCUSSION	23
6. CONCLUSION	28

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXES

RÉSUMÉ

Introduction :

Le pied est l'organe du corps en contact direct avec le sol, doté de nombreux mécanorécepteurs inégalement répartis à sa face plantaire.

Les études ont mis en évidence le rôle essentiel du pied dans les mécanismes physiologiques du contrôle de la posture, et l'apparition d'appareils posturographiques performants permet de valider ces idées.

Objectif :

L'objectif de notre étude est d'évaluer les effets immédiats d'une stimulation de la face plantaire du pied à l'aide d'un cylindre à picots, sur la répartition des appuis plantaires d'une part et sur la modification de la posturologie d'autre part.

Matériel et méthode :

L'étude porte sur une population de 20 personnes.

Au cours d'une séance test à laquelle l'ensemble de ces personnes ont participé, ont été réalisées 2 mesures, une mesure pré et post-test, entre lesquelles une stimulation plantaire a été effectuée.

Au cours d'une séance témoin à laquelle ces mêmes personnes ont participé, ont été réalisées 2 mesures, une mesure pré et post-témoin, entre lesquelles un temps de repos de durée égale à la stimulation a été effectué.

L'analyse est effectuée à l'aide de la plateforme SATEL® pour les mesures d'équilibre et de la plateforme BIORESCUE® pour les mesures d'empreintes plantaires.

Résultats :

Les résultats montrent l'influence d'une séance de massage par le cylindre à picots sur la variabilité de certains paramètres posturaux. En effet il entraîne une diminution significative des oscillations posturales lors de l'épreuve statique yeux ouverts comme yeux fermés, pour les paramètres posturaux : longueur totale et longueur par unité de surface.

En revanche, en ce qui concerne les empreintes plantaires, aucun effet de cette séance ne semble démontrer l'augmentation de la surface moyenne d'appui.

La séance témoin semble avoir l'effet inverse, une augmentation significative des oscillations posturales lors de l'épreuve statique yeux ouverts pour les paramètres LXY et S et yeux fermés pour les paramètres LXY et LFS a été mise en évidence.

Discussion :

Au cours de notre étude, le massage semble avoir été suffisamment moteur de la stimulation sensorielle plantaire afin de provoquer la réorganisation interne intervenant dans la régulation de l'équilibre statique. Néanmoins, nous verrons que l'étude présente certaines limites.

Mots-clés : massage plantaire, pied, récepteurs cutanés, équilibre postural, posturographie.

Key-words : foot massage, foot, cutaneous receptors, postural control, posturography.

1. INTRODUCTION

« C'est sur nos pieds que nous sommes en contact direct avec notre Mère la Terre » Lao Tseu.

L'équilibre postural correspond à une attitude, définie par la position relative des segments corporels ainsi que par leur orientation dans l'espace à un moment donné (1).

L'une des particularités du système postural est qu'il est pluriarticulaire (2), en ce sens que le corps s'apparente à une succession d'unités reliées les unes aux autres, de la tête jusqu'aux pieds, et pouvant chacune être réglées de façon indépendante afin de corriger les déséquilibres éventuels.

Les mécanismes régulant le contrôle de la posture sont complexes et mettent en jeu diverses structures du système nerveux. Les structures sous-corticales en particulier sont capables d'intégrer des informations de manière continue provenant de différentes entrées sensorielles sur lesquelles il est possible d'agir, notamment l'entrée somesthésique comprenant les récepteurs cutanés plantaires.

Certains auteurs ont étudié le rôle du massage plantaire et son implication dans les mécanismes de régulation de la posture (3). D'autres études alléchantes se sont penchées sur les actions instrumentales possibles (4). Afin de lier l'ensemble des connaissances actuelles et d'y intégrer l'apport podométrique, nous nous sommes intéressés ici aux effets d'un automassage de la face plantaire à l'aide d'un instrument adapté et simple d'utilisation, le cylindre à picots, sur les empreintes plantaires et le contrôle postural.

2. RAPPELS

2.1. Le pied

2.1.1. Rappels anatomo-physiologiques

Le pied constitue l'interface entre le corps humain et le sol. Il est constitué d'un système ostéo-articulaire permettant son adaptation au sol selon la nature du terrain et un phénomène physique d'amortissement rendu possible via l'articulation sub-talaire (5). Le cloisonnement musculo-aponévrotique se décompose en deux systèmes : les muscles intrinsèques, situés exclusivement dans le pied, et les extrinsèques, plus longs et plus forts s'insérant sur le squelette jambier. Cet ensemble lui confère ses capacités de propulsion. Sur le plan tégumentaire, il est formé d'une épaisse enveloppe cutanée et sous-cutanée, donnant respectivement au pied ses capacités d'absorption des chocs et d'équilibration via la richesse de son innervation (6, 7). Les territoires sensitifs de la face plantaire sont issus des branches terminales du nerf tibial.

2.1.2. Généralités sur les récepteurs plantaires

La somesthésie (dit système somatosensoriel) est le système qui recueille l'ensemble des informations sensorielles en provenance du corps (8). Deux composantes se distinguent :

- la sensibilité somatique, comprenant la sensibilité superficielle ou extéroceptive provenant de la peau (récepteurs cutanés) et la sensibilité profonde ou proprioceptive qui nous renseigne sur notre position (récepteurs musculaires et squelettiques) ;
- la sensibilité viscérale, intéroceptive, qui provient de récepteurs de l'appareil digestif, du cœur, des poumons et des glandes endocrines.

C'est grâce à ce système que le corps prend conscience des attitudes et des mouvements qu'il produit ainsi que l'impact qu'a l'environnement sur lui. Il possède des récepteurs sensoriels qui nous transmettent certaines informations, notamment : tactiles (toucher épicrotique et protopathique), de pression (baresthésie), vibratoires (pallesthésie) via les

mécanorécepteurs propriocepteurs, contenus dans les muscles et les articulations, les viscères, mais aussi thermiques (thermorécepteurs), douloureuses (nocicepteurs), chimiques (chémo-récepteurs).

Parmi les principaux types de récepteurs, certains réagissent à certaines stimulations et non à d'autres, ce qui permet d'établir la classification suivante :

Tableau I : description des différents extérocepteurs (9, 10).

Type de récepteur	Localisation	Fonction	Vitesse d'adaptation	Seuil d'activation
Terminaisons nerveuses libres	Toute la peau	Douleur, température, tact	Lente	Elevé
Corpuscules de Meissner*	Cutanée	Tact (pression dynamique)	Rapide	Bas
Corpuscules de Pacini	Tissu sous-cutané	Vibration dynamique	Rapide	Bas
Disques de Merkel*	Cutanée Follicule pileux	Tact (pression statique)	Lente	Bas
Corpuscules de Ruffini	Tissu sous-cutané	Etirement de la peau	Lente	Bas

* récepteurs sur lesquels nous agissons

Tableau II : description des différents propriocepteurs (9, 11).

Type de récepteur	Localisation	Fonction	Vitesse d'adaptation	Seuil d'activation
Fuseaux neuromusculaires	Muscles	Longueur, vitesse d'étirement du muscle	Lente et rapide	Bas
Organes tendineux de Golgi	Tendons	Tension du muscle	Lente	Bas
Récepteurs articulaires	Articulations	Position des articulations, Tensions capsulaires	Rapide	Bas

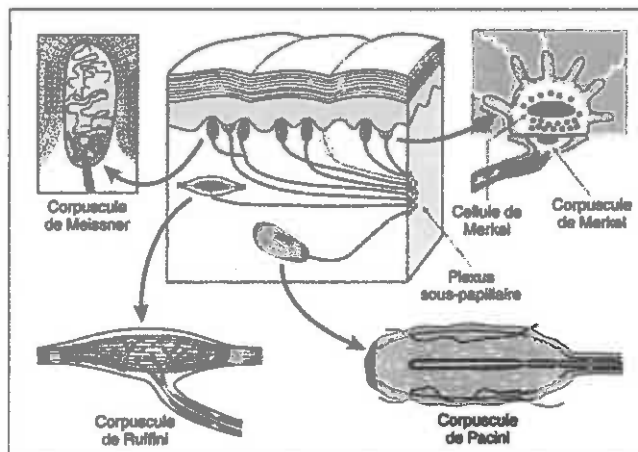


Figure 1 : Innervation de la peau glabre (12)

La plante du pied s'apparente ainsi à une plateforme pourvue de capteurs neurosensoriels plus ou moins sensibles selon la stimulation à laquelle ils sont soumis.

2.1.3. Localisation des récepteurs au niveau du pied

Deux populations de récepteurs ont été identifiées grâce aux travaux de Kennedy et Inglis (13): 31 récepteurs à adaptation lente (SA = Slow adaptating) et 75 récepteurs à adaptation rapide (FA = Fast adaptating), soit un total de 106 dont la majorité sont donc rapides. Ils sont à l'origine de décharges soit toniques soit phasiques. Les récepteurs toniques à adaptation lente ont la particularité de décharger de façon continue tout au long de la stimulation, tandis que les récepteurs phasiques à adaptation rapide déchargent de manière brève au moment de la stimulation seulement. Le champ récepteur, c'est-à-dire la surface pour laquelle ce dernier est fonctionnel, détermine quant à lui à quelle classe appartient chacun des récepteurs, le sigle I étant attribué à ceux de petite taille et de contours bien nets, et le sigle II à ceux plus étendus et aux contours mal définis. On établit ainsi les correspondances suivantes :

- FAI : corpuscules de Meissner ;
- SAI : disques de Merkel ;
- FAII : corpuscules de Pacini ;

L'activation du récepteur, quel qu'il soit, induit la transformation du stimulus en une énergie chimique et permet l'envoi d'un potentiel d'action alors compréhensible par l'organisme (14). Les paramètres de localisation, de durée et d'intensité du signal émis par le récepteur peuvent être modulés, ce qui a son importance ici car ils sont pris en compte dans le protocole réalisé (voir 3.5.4).

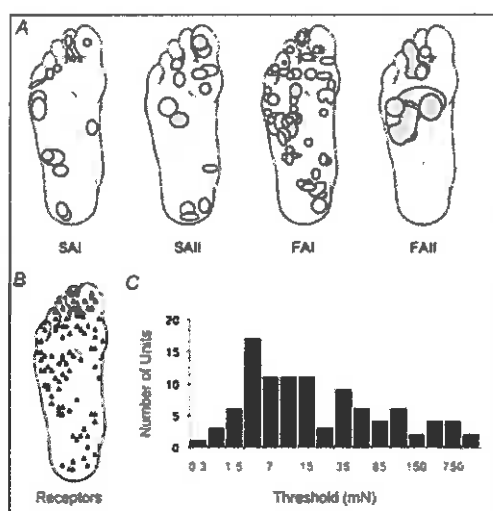


Figure 2 : Distribution des récepteurs de la plante du pied (13)

La quantité importante de récepteurs sur la face plantaire et l'inégale répartition des disques de Merkel et corpuscules de Meissner explique l'importance de stimuler toute la surface plantaire.

2.1.4. Effets du cylindre à picots

Le roulement d'un cylindre à picots sur l'ensemble de la surface plantaire optimise les chances de stimulation au niveau cutané. Il peut être assimilé à une pression glissée sur l'ensemble de la peau. Les picots s'imprimant dans la surface cutanée s'apparentent à l'effet d'une pression statique de courte durée successive (on repasse successivement sur les mêmes

par le déplacement du cylindre de l'avant à l'arrière pied suggérant une action plutôt superficielle. On a donc une double composante associant appui et déplacement. Les picots favorisent ainsi la stimulation des capteurs plantaires théoriquement impliqués dans le contrôle de l'équilibre.



Figure 3 : cylindre à picots utilisé

2.1.5. Implication de différents systèmes sensoriels

Outre le système somesthésique, il a été démontré que d'autres systèmes sensoriels agissent dans le contrôle de la posture : la vision, le vestibule, l'appareil manducateur, les muscles, les articulations (14). Notre étude s'intéresse à la sensibilité cutanée et la mise en jeu de chacun de ces systèmes apparaît évidente :

- la vision joue un rôle prépondérant via ses récepteurs rétiniens dans la verticalité du corps. Nous tenterons de savoir quelle est son implication dans le contrôle de la posture par la réalisation de deux épreuves, yeux ouverts (YO) et yeux fermés (YF) ;

- l'appareil vestibulaire renseigne aussi le corps sur son orientation dans l'espace ; étant donné les conditions de réalisations de notre étude (voir 3.3), il est peu probable que celle-ci soit perturbée par le système labyrinthique. En effet, le corps et la tête restant fixes, l'appareil vestibulaire demeure peu vulnérable aux accélérations linéaires ;

- l'appareil manducateur donne des informations au système nerveux sur l'horizontalité de la tête, cet effet est court-circuité au cours de notre protocole ;

- les systèmes musculaires et articulaires sont impliqués ici avec d'une part, le mouvement actif de flexion/extension mettant en jeu les mécanorécepteurs de l'articulation fémoro-tibiale et sollicitant le travail du couple quadriceps/ischio-jambiers, et d'autre part le mouvement actif de flexion dorsale/flexion plantaire qui active les mécanorécepteurs de l'articulation talo-crurale et sollicite le travail du couple tibial antérieur/triceps sural ;
- l'appareil cutané, détaillé dans les chapitres précédents.

Les conditions sont donc optimales afin d'agir de la manière la plus stricte possible sur le système somatosensoriel.

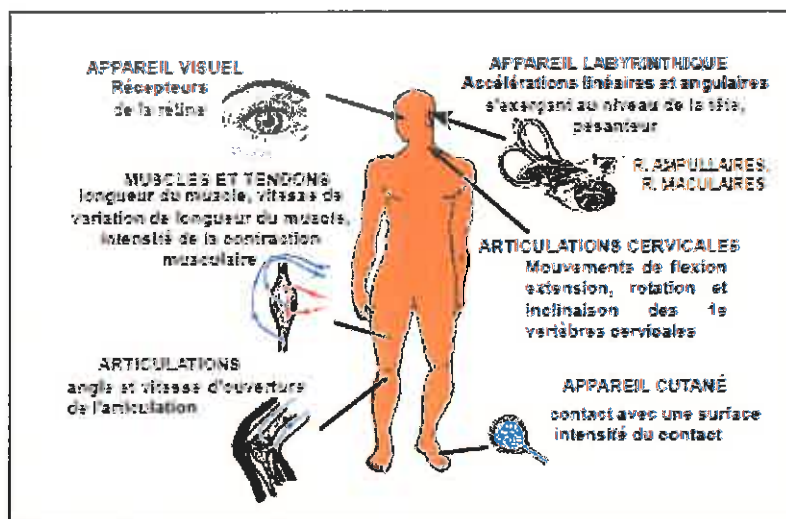


Figure 4 : systèmes sensoriels impliqués dans la régulation des activités posturo-cinétiques
(14)

2.2. La posture

2.2.1. Généralités

La posture correspond à une « attitude définie par la position relative des segments corporels ainsi que par leur orientation dans l'espace » (Paillard, 1976). Ce terme sous entend de manière générale les mécanismes nerveux qui régulent les variations d'attitude,

intentionnelles ou non. D'un point de vue statique, elle assure à elle seule un grand nombre de fonctions (15) :

- lutter contre la gravité et maintenir la station debout ;
- anticiper les ajustements posturaux ;
- s'opposer aux forces extérieures.

La recherche de l'équilibre apparaît donc comme un facteur déterminant de l'organisation de la posture et la mise en évidence de troubles liés à l'équilibre est aujourd'hui permise par l'apparition de plateformes de stabilométrie qui mesurent à chaque instant la position du centre de pression du corps. Ce centre de pression « n'est pratiquement jamais confondu avec la projection du centre de gravité du sujet car le corps de l'homme n'est pratiquement jamais en état d'équilibre, mais le centre de pression se déplace continuellement de part et d'autre de la projection du centre de gravité » (16). La posture est prédéterminée par les supports d'appui qu'elle met en contact directement avec le sol, d'où l'intérêt du pied, extrémité du corps humain.

2.2.2. Transmission de l'information

Les récepteurs sensitifs précédemment décrits sont des capteurs situés à la partie terminale de la fibre sensitive. Ils reçoivent des informations extérieures qu'ils sont capables de traduire en un message empruntant les voies afférentes via les nerfs périphériques dont les corps cellulaires sont situés dans les ganglions rachidiens (= neurones de 1^{er} ordre). Ces nerfs rejoignent la moelle épinière par sa racine dorsale sensitive. Puis ils se séparent en deux voies (*Annexe I*), la voie lemniscale véhiculant la sensibilité mécanique et la voie extra-lemniscate véhiculant la sensibilité thermo-algique (17).

La voie lemniscate fait relais au niveau des noyaux de Goll et Burdoch (= neurones de 2^e ordre) et dans le noyau ventro-postéro-latéral du thalamus puis transmet l'information au

moelle, fait relais au niveau des voies réticulospinothalamiques notamment puis vers le thalamus avant de rejoindre le SNC. L'ensemble de ces informations sont donc recueillies par le SNC qui en fait la synthèse afin d'adapter les réponses motrices nécessaires au maintien de la posture.

2.2.3. Description des paramètres de posturologie

L'utilisation de ces paramètres est basée sur les normes de posturologie françaises (18) établies en 1985 (*Annexe II*).

Sur BIORESCUE :

Parmi les paramètres résultant de l'analyse baropodométrique, qui sont :

- la répartition des pressions (représentée par une coloration croissante du bleu au rouge) ;
- la pression P sous les appuis, droite et gauche (en N/cm^2) ;
- la surface d'appui S, droite et gauche (en cm^2).

Nous avons choisi d'étudier le paramètre de surface d'appui S.

Sur SATEL :

Les paramètres étudiés sont :

- la surface S de l'ellipse de confiance (en mm^2) ;
- la longueur totale des oscillations LXY, décomposée dans chacun des plans (en mm) :
 - o X longueur des oscillations dans le plan latéro-médial (en mm) ;
 - o Y longueur des oscillations dans le plan antéro-postérieur (en mm) ;
- la variance de vitesse du CdP en fonction de Y nommée VFY (en mm/s) ;
- la longueur par unité de surface LFS (en mm/mm^2).

2.3 Hypothèse d'étude

À l'aide des données explicitées dans les chapitres précédents et des connaissances actuelles, nous pouvons nous poser les questions suivantes : quelle est l'influence d'un automassage plantaire à l'aide d'un cylindre à picots sur la surface d'appui plantaire et quelle est sa contribution dans les mécanismes de contrôle de la posture ?

3. MÉTHODOLOGIE

3.1. Méthode de recherche bibliographique

Nos recherches bibliographiques se sont étendues de 1991 à 2011. Elles ont été réalisées à l'aide des bases de données électroniques suivantes : Pubmed, Kinédoc, EmConsulte, ainsi que d'articles tirés des revues « Kiné scientifique », « Kiné actualité » ou « Kinésithérapie la revue ». Les mots-clés employés étaient : « massage », « pied », « posturologie », « équilibre », « sensibilité cutanée ». Ces termes ont tous été traduits en anglais et combinés par la suite: « massage », « foot », « posturology », « balance », « skin sensitivity ». La lecture du titre de l'article et de son résumé ont permis le choix de ces documents.

3.2. Population

L'étude est réalisée sur un groupe de 20 personnes, dont la moyenne d'âge est de 39 ans, le poids moyen de 66 kg, la taille moyenne de 172 cm et la pointure moyenne de 41. Au sein de ce groupe, chacun des sujets effectue à la fois à la séance témoin et à la fois à la séance test. De cette manière les sujets sont comparés à eux-mêmes.

Les critères d'exclusion du test sont les suivants :

- personnes âgées de moins de 18 ans (erreurs liés à la maturation) et de plus de 60 ans

- pathologies de type neurologique, centrale ou périphérique (perturbant l'équilibre) ;
- pathologies de type orthopédique ;
- pathologies de type ORL.

Une fiche de renseignements (*Annexe IV*) permettant de connaître les caractéristiques anthropométriques des sujets et de déceler l'éventuelle présence d'un de ces critères d'exclusion est distribuée à chaque patient avant la réalisation des mesures. Ainsi qu'une fiche de consentement libre et éclairé (*Annexe III*).

3.3. Conditions de réalisation

Le test s'effectue au cours de la journée. Le sujet est seul avec l'étudiant dans une salle isolée et dont le niveau sonore et la luminosité ne risquent pas de le perturber. Les modalités à respecter sont les suivantes:

- nous réalisons un rapide interrogatoire afin de savoir si le sujet n'a pas eu de difficulté de compréhension lors du remplissage de la fiche de renseignements ;
- nous ne dévoilons pas l'objectif du test ;
- nous ne parlons pas et s'assurons qu'il n'y ait pas de bruit ou de mouvement qui puissent modifier l'entrée visuelle du système postural fin ;
- nous expliquons de manière claire au patient comment se placer sur la plateforme et vérifions la position des pieds ;
- nous expliquons enfin la manœuvre en s'assurant que le patient l'ai bien comprise.

3.4. Matériel

Le test s'effectue à l'aide des outils suivants :

- deux cylindres à picots identiques: matière plastique, 16 cm de longueur pour 5 cm de diamètre, picots de longueur 5 mm ;

- deux balances de type « Beurer » : réglées sur 0, différence de 1kg, poids max de 135kg ;
- un métronome ;
- une table à hauteur réglable ;
- un goniomètre de type Houdre.

L'évaluation se fait grâce aux outils décrits ci-après.

Une plateforme de type *BioRescue* : équipée de 1600 capteurs capables d'analyser la pression exercée sur chacun d'entre eux à une fréquence de 40Hz, et servant à analyser les empreintes plantaires. L'information est envoyée à un ordinateur via le logiciel Sycomore qui en fait la synthèse, plusieurs paramètres (*Annexe V*) sont alors mémorisés:

- la répartition des pressions (représentée par une coloration croissante) ;
- la pression sous les appuis, uni et bilatérale (en N/cm²) ;
- la surface d'appui, uni et bilatérale (en cm²).

Une plateforme de type *Satel* : constituée d'un plateau reposant sur 4 capteurs capables d'analyser la pression exercée sur eux à une fréquence allant jusqu'à 40Hz, et permettant d'évaluer le déplacement du centre de gravité du corps dans des conditions orthostatiques. Là aussi l'information est envoyée à un ordinateur via le logiciel WinPosture qui en fait la synthèse, les paramètres analysés sont :

- la longueur totale des oscillations dans chacun des plans (en mm) ;
- la vitesse d'oscillation (en mm/s) ;
- la surface de l'ellipse de confiance (en mm²) ;
- la longueur par unité de surface (en mm/mm²).

3.5. Protocole

3.5.1. Objectifs

Les objectifs sont de provoquer une stimulation des mécanorécepteurs au niveau de la plante des pieds, tout en sollicitant les mécanorécepteurs proprioceptifs articulaires et

3.5.2. Fiche de pré-inscription

Afin de s'assurer de l'aptitude des sujets à la participation du test, chacun d'entre eux doit au préalable remplir une fiche de renseignements destinée à recueillir des informations sur leurs caractéristiques anthropométriques (âge, taille, poids...) et permettant après réception de valider ou refuser leur participation en fonction des critères d'exclusion à respecter. Sur cette fiche n'est mentionné que le thème de l'étude et non l'objectif de celle-ci afin de ne pas influencer la personne durant la réalisation du test.

3.5.3 1^{er} Bilan

Il correspond à la première prise de mesures. Sur la plateforme Biorescue, le sujet monte pieds nus, ses pieds placés très exactement sur des repères taillés à sa pointure, de telle sorte que, talons écartés de six centimètres, les pieds fassent entre eux un angle de 30°, dont la bissectrice coïncide avec l'axe sagittal de la plate-forme. On liste nos consignes de la manière suivante :

- « gardez les épaules relâchées, bras le long du corps » ;
- « regardez devant vous, détendu, et sans bouger ».

On prend une première mesure des empreintes plantaires yeux ouverts, puis l'individu descend de la plateforme, fait quelques pas et remonte pour une seconde prise de mesures yeux fermés cette fois, dans les mêmes conditions que précédemment.



Figure 5 · Position des pieds sur la plateforme Biorescue

Sur la plateforme Satel, le sujet monte pieds nus, ses pieds placés de telle sorte que, talons écartés de deux centimètres, les pieds fassent entre eux un angle de 30°, dont la bissectrice coïncide avec l'axe sagittal de la plate-forme. On liste nos consignes de la manière suivante :

- « gardez les épaules relâchées, bras le long du corps, mâchoire non serrée » ;
- « fixez-le fil rouge devant vous, détendu, ne bougez et ne parlez pas durant toute la durée du test » ;
- « maintenant cette position jusqu'à ce que je vous dise STOP ».

On réalise un premier enregistrement yeux ouverts, puis l'individu descend de la plateforme, fait quelques pas et remonte pour un second enregistrement yeux fermés cette fois, dans les mêmes conditions.



Figure 6 : Position des pieds sur la plateforme Satel

3.5.4 Réalisation de la manœuvre

Une fois ces mesures réalisées, on explique l'installation à adopter au sujet : position assise en bord de table, de sorte que les hanches soient fléchies à 90° par rapport au tronc et que les genoux soient fléchis à 90°, mains posées sur les cuisses. Ces angulations sont vérifiées à l'aide d'un goniomètre. Face à lui se trouvent deux balances sur lesquelles

que celui-ci soit au milieu de la face plantaire. Le sujet fait rouler le cylindre à picots sous son pied sur une zone allant du talon à l'avant pied (base des orteils). L'objet étant à l'origine placé au milieu du pied, le patient le fait avancer jusqu'à la base des orteils puis descend jusqu'au talon et remonte jusqu'à l'avant pied en optimisant le contact sur toute la surface plantaire. La pression exercée sur le cylindre par le pied dépend du poids du corps du sujet. On décide que cette pression corresponde à 15 % du poids total de l'individu, de manière à ce que l'étude soit reproductible d'une personne à l'autre. Le rythme à suivre est donné par le métronome (0,33 Hz) réglé à 40 pulsations/minute. À chaque pulsation correspond un mouvement, soit vers l'avant, soit vers l'arrière. La manœuvre est répétée 25 fois au total, les 5 premiers mouvements (essais) n'étant pas pris en compte car servent à contrôler si le sujet réalise correctement la manœuvre.

Il est important que le patient comprenne bien la manœuvre demandée. Ainsi les consignes orales qui lui sont données sont standardisées : « Le but de la manœuvre est de réaliser 20 mouvements en déplaçant le cylindre sous votre pied d'avant en arrière, du talon jusqu'aux orteils. Vous n'avez pas besoin de compter les mouvements, je vous indiquerai le début et la fin du test par un « Top » oral. Concentrez-vous simplement sur le poids d'appui à respecter ainsi que le rythme donné par le métronome ».



Figure 7 : Installation du sujet

3.5.5 2^e Bilan

Il s'effectue de la même manière et dans les mêmes conditions que le 1^{er} bilan.

3.5.6 Séance témoin

Le protocole consiste à réaliser un premier bilan sur plateforme, se mettre assis durant 5 minutes, temps équivalent à la durée de réalisation de la manœuvre, puis on effectue une deuxième mesure sur plateforme, de la même manière que pour la séance test. L'intérêt de cette séance témoin est d'évaluer si l'amélioration des performances du sujet est due à la répétition des mesures, donc l'adaptation progressive du sujet à la plateforme.

4. ANALYSE DES RÉSULTATS

4.1 Analyse baropodométrie

Méthode statistique :

Un seul paramètre a été enregistré pour chacune des épreuves (yeux ouverts, yeux fermés). Des analyses descriptives ont été effectuées pour présenter les caractéristiques de notre population ainsi que les différents résultats obtenus durant les épreuves posturographiques en utilisant les moyennes et écart-types.

L'intérêt est ici de comparer la surface d'appui moyenne après chacune des deux séances. Un gain exprimant le pourcentage de variation entre le pré et le post séance a été calculé selon la formule suivante : $((\text{post-test} - \text{pré-test}) / \text{pré-test}) \times 100$. Le degré de significativité entre les mesures pré et post-séance est établi à l'aide du test de Student. Ont été considérées comme significatives les valeurs de $p \leq 0,05$ et comme tendance significative les valeurs de $0,10 \geq p > 0,05$.

Analyse des résultats:

Tableau I: Epreuve baropodométrique statique : présentation des valeurs moyennes du paramètre « surface S » mesurés durant les 2 séances.

Paramètres	Séance Test				Séance Témoin			
	Pré-test	Post-test	Gain (en %)	Différence	Pré-test	Post-test	Gain (en %)	Différence
S YO	102,425	98,95	-3,39	0,006 (Oui)	97,925	98,825	0,92	0,548 (Non)
S YF	105,425	103,075	-2,23	0,103 (Non)	101,175	102,6	1,41	0,322 (Non)

S YO : surface d'appui moyenne yeux ouverts ; S YF : surface d'appui moyenne yeux fermés

Les comparaisons mettent en évidence une diminution significative pour le paramètre surface d'appui entre le pré-test et post-test, durant l'épreuve statique yeux ouverts lors de la séance test. Aucune autre valeur significative ne ressort de ces comparaisons. Ces résultats indiquent qu'il existe des variations des paramètres entre le pré et le post-test, mais que ces variations suivent la même « pente » et qu'il n'y a donc pas d'effet spécifique d'une séance par rapport à l'autre.

4.2 Analyse stabilométrique

Méthode statistique

Plusieurs paramètres posturaux ont été enregistrés pour chacune des épreuves (yeux ouverts, yeux fermés). Des analyses descriptives ont été effectuées pour présenter les caractéristiques de notre population ainsi que les différents résultats obtenus durant les épreuves posturographiques en utilisant les moyennes et écart-types.

Afin de comparer les 2 types de séances sur l'évolution de chaque paramètre postural enregistré durant les 2 épreuves posturographiques entre le début et la fin de la séance, nous avons réalisé une analyse de variance (ANOVA) à mesure répétée à 2 facteurs, facteur

hoc ont été réalisées à l'aide du test de HSD de Tukey. Ont été considérées comme significatives les valeurs de $p \leq 0,05$ et comme tendance significative les valeurs de $0,10 \geq p > 0,05$.

D'autre part, pour chaque paramètre, un gain exprimant le pourcentage de variation entre le pré-test et le post-test a été calculé selon la formule suivante : $((\text{post-test} - \text{pré-test}) / \text{pré-test}) \times 100$.

Résultats des ANOVA pour l'épreuve statique Yeux ouverts :

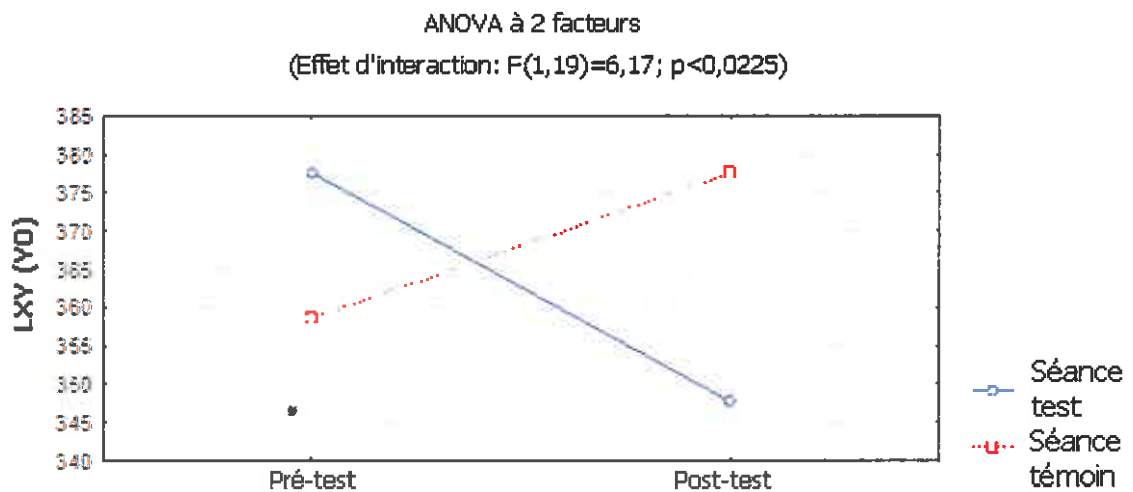


Figure 1: Comparaison des variations de la longueur totale entre le pré-test et le post-test lors de l'épreuve statique yeux ouverts au cours des 2 séances.

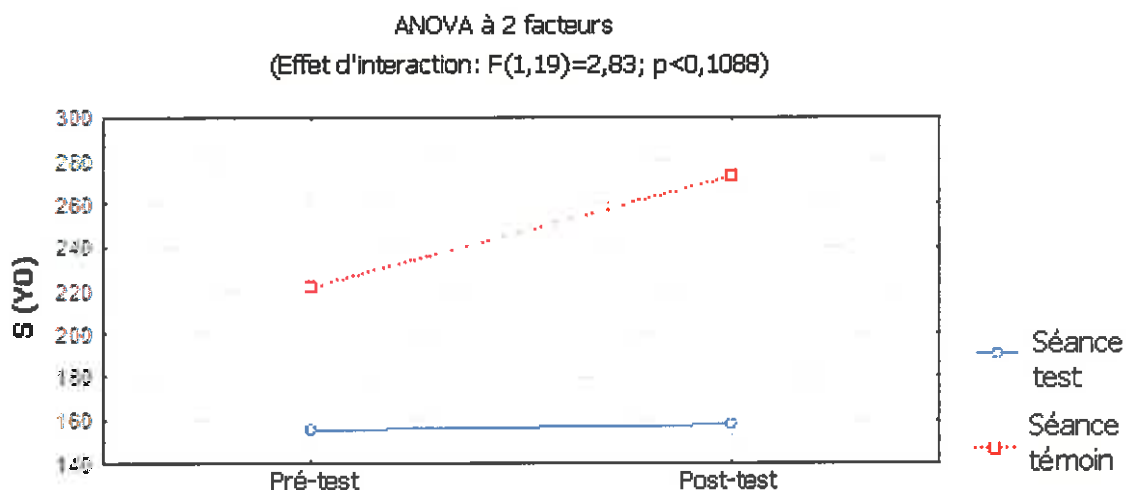


Figure 2: Comparaison des variations de la surface entre le pré-test et le post-test lors de l'épreuve statique yeux ouverts au cours des 2 séances.

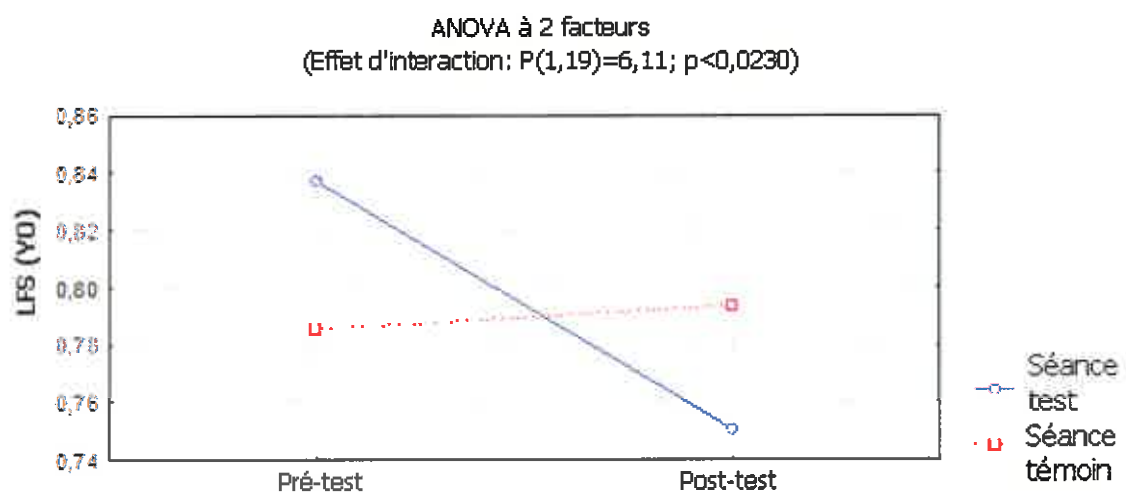


Figure 3: Comparaison des variations de la longueur par unité de surface entre le pré-test et le post-test lors de l'épreuve statique yeux ouverts au cours des 2 séances.

Lors de l'épreuve statique yeux ouverts, l'ANOVA à 2 facteurs a montré un effet principal du facteur « séance » et une interaction entre les 2 facteurs « séance » et « pré et post-tests » pour les paramètres suivants : longueur totale I.XY longueur par unité de surface

LFS, et surface S. Cette interaction signifie que les 2 séances n'ont pas eu le même effet sur la variation des paramètres posturaux entre les pré-tests et post-tests. Les comparaisons post-hoc ont ainsi mis en évidence une **diminution significative entre le pré-test et post-test, durant l'épreuve statique YO, lors de la séance test pour les paramètres LXY et LFS**. Les comparaisons post-hoc ont également mis en évidence une **augmentation significative entre le pré-test et post-test, durant l'épreuve statique YO, lors de la séance témoin pour les paramètres LXY et S**.

Toutefois, les écart-types révélés par les mesures sont assez élevés et il existe une différence concernant les Baseline, c'est à dire qu'il y a une différence entre les mesures pré-test dans chacune des séances, qui témoigne d'une certaine variabilité inter-individus dans les mesures.

Le tableau suivant présente les valeurs moyennes et écart-types des différents paramètres posturaux mesurés en pré et post-test, ainsi que les gains lors de la séance test et lors de la séance témoin durant l'épreuve posturographique statique yeux ouverts.

Tableau II: Epreuve stabilométrique statique yeux ouverts : présentation des valeurs moyennes des différents paramètres posturaux mesurés durant les 2 séances.

Paramètres	Séance Test			Séance Témoin			Différence (significative)
	Pré-test	Post-test	Gain (en %)	Pré-test	Post-test	Gain (en %)	
LXY	377,5	347,65	-7,258	358,65	377,55	9,427	0,018 (Oui)
VFY	0,949	0,709	-130,283	0,63	0,823	75,271	0,073 (Non)
S	155,3	157,75	10,275	151,75	210,2	56,354	0,004 (Oui)
LFS	0,837	0,75	-10,14	0,785	0,793	4,346	0,016 (Oui)

LXY : longueur totale des oscillations ; VFY : variance de vitesse en fonction de Y ; S : surface de l'ellipse ; LFS : longueur par unité de surface

Les résultats fournis par les calculs de gains mettent en évidence le fait que les valeurs correspondant aux paramètres LFX et LFS, suivant le type de séance effectuée c'est-à-dire

« avec » ou « sans massage », varient en sens inverse, ce qui traduit un probable impact d'une séance par rapport à l'autre. Cela va dans le sens des résultats donnés par les tests d'ANOVA. En d'autres termes le massage permettrait de diminuer la valeur de ces deux paramètres tandis que le repos contribuerait à les augmenter.

Résultats des ANOVA pour l'épreuve statique Yeux fermés :

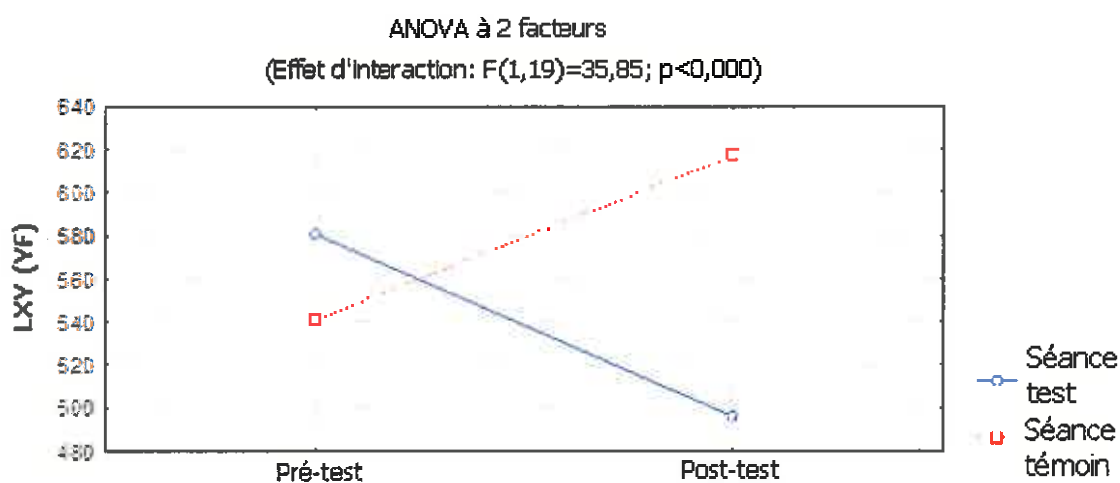


Figure 1: Comparaison des variations de la longueur totale entre le pré-test et le post-test lors de l'épreuve statique yeux fermés au cours des 2 séances.

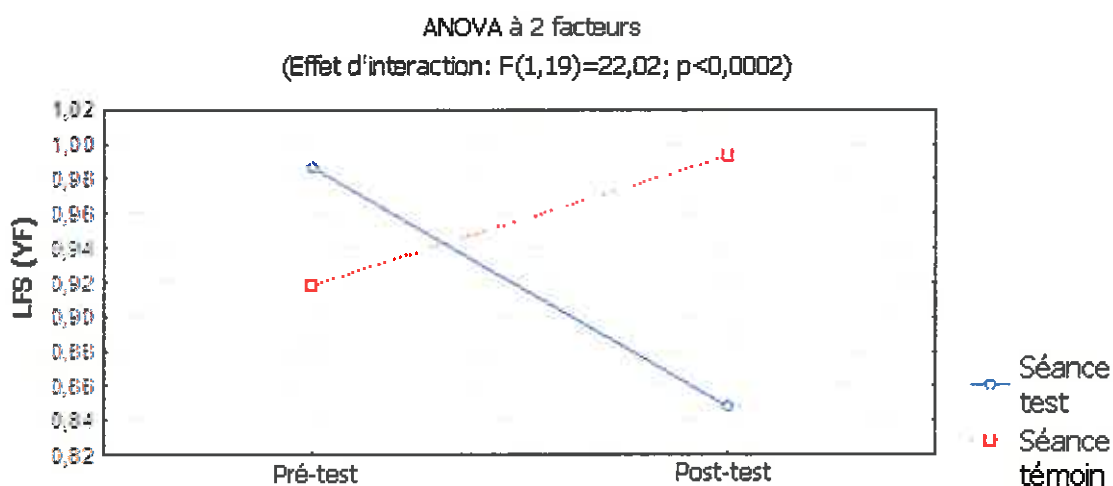


Figure 2: Comparaison des variations de la longueur par unité de surface entre le pré-test et le post-test lors de l'épreuve statique yeux ouverts au cours des 2 séances.

Lors de l'épreuve statique yeux fermés, l'ANOVA à 2 facteurs a montré un effet principal du facteur « séance » et une interaction entre les 2 facteurs « séance » et « pré et post-tests » pour les paramètres suivants : LFS et LXY.

Cette interaction signifie que les 2 séances n'ont pas eu le même effet sur la variation des paramètres posturaux entre les pré-tests et post-tests. Les comparaisons post-hoc ont ainsi mis en évidence une **diminution significative entre le pré-test et post-test, durant l'épreuve statique YF lors de la séance test** pour les paramètres : LXY et LFS. Les comparaisons post-hoc ont également mis en évidence une **augmentation significative entre le pré-test et post test, durant l'épreuve statique YF lors de la séance témoin** pour les paramètres : LXY et LFS.

Le tableau suivant présente les valeurs moyennes et écart-types des différents paramètres posturaux mesurés en pré et post-test, ainsi que les gains lors de la séance test et lors de la séance témoin durant l'épreuve posturographique statique yeux fermés.

Tableau III: Epreuve stabilométrique statique yeux fermés : présentation des valeurs moyennes des différents paramètres posturaux mesurés durant les 2 séances.

Paramètres	Séance Test			Séance Témoin			Différence (significative)
	Pré-test	Post-test	Gain (en %)	Pré-test	Post-test	Gain (en %)	
LXY	580,6	495,7	-14,426	540,9	617,65	15	0,000 (Oui)
VFY	0,326	-0,532	-585,295	-0,224	1,221	427,159	0,754 (Non)
S	239,35	237,2	-5,98	221,75	272,9	23,051	0,069 (Non)
LFS	0,986	0,847	-12,915	0,918	0,993	9,948	0,000 (Oui)

Les résultats fournis par les calculs de gains mettent en évidence le fait que les valeurs correspondant aux paramètres LFX et LFS, comme pour l'épreuve yeux ouverts, suivant le type de séance effectuée c'est-à-dire « avec » ou « sans massage », varient en sens inverse, ce qui traduit un probable impact d'une séance par rapport à l'autre. Toutefois on note également des écart-types relativement importants ainsi qu'une différence de Baseline correspondant à une variabilité conséquente dans les résultats des mesures en pré-test. En d'autres termes le massage permettrait de diminuer ces deux paramètres tandis que le repos contribuerait à les augmenter.

5. DISCUSSION

5.1 À propos de la méthodologie

Limites de l'étude :

Le point important concerne les mesures d'équilibre. La différence de baseline observée dans les résultats issus de l'analyse stabilométrique aurait pu être corrigée par la réalisation de 3 mesures de départ pour chaque épreuve, et par la prise en compte de la valeur moyenne de

ces 3 mesures afin d'obtenir une baseline plus cohérente et que l'écart entre le groupe témoin et le groupe test soit réduit.

Il apparaît également que notre protocole comporte un certain nombre d'éléments qui rendent sa réalisation par le sujet difficile, à savoir notamment la difficulté à effectuer le roulement des cylindres sur les balances et contrôler en même temps le poids d'appui. D'où l'importance de notre présence pour guider et recorriger la personne si besoin. Une solution aurait été d'utiliser des balances avec cadran réfléchissant au mur.

La population prise en compte dans notre étude est composée de 20 personnes, mais une étude portant sur une plus grande population aurait permis de moins faire ressortir les personnes présentant des valeurs trop élevées ou trop basses. Malheureusement ceci n'était pas envisageable au vue de la disponibilité des personnes et de la grande quantité de mesures à réaliser.

Enfin, l'effet psychologique du massage n'est pas quantifiable or la majorité des personnes ayant participé à l'étude ont exprimé un ressenti vis-à-vis de la sensation de stabilité ou d'instabilité qui n'est donc pas objectivable.

Points forts de l'étude :

Ils concernent tout d'abord l'utilisation des empreintes plantaires afin de corréler les résultats issus de cette étude avec l'étude stabilométrique. Il est important de noter que cette dernière apporte des résultats que l'on peut qualifier de fiables par le simple fait que la plateforme Satel se base sur les normes de posturologie de 1985, et serait selon une étude récente utilisée par 88% des MK (19).

Dans l'aspect pratique, l'utilisation des cylindres à picots plutôt qu'un massage manuel effectué par un thérapeute présente des avantages non négligeables, à savoir d'une part obtenir la même pression exercée sur chaque personne et celle-ci calculée en fonction de son poids, et d'autre part permettre la réalisation d'une manœuvre sur les deux pieds en même temps pour éviter l'effet d'atténuation si la manœuvre en question avait été effectuée sur un pied puis l'autre.

Enfin la création d'un groupe témoin a permis de vérifier l'efficacité réelle de notre technique en confrontant les résultats obtenus à ceux du groupe test. L'avantage est aussi de comparer les sujets à eux-mêmes dans chacun des groupes.

5.2 À propos des résultats

Concernant les empreintes plantaires :

Les empreintes n'apportent pas de précisions supplémentaires à notre étude, les sujets ne présentant aucun changement après l'une ou l'autre des séances. Nous aurions pu supposer une augmentation de la surface moyenne d'appui après une séance de massage par un « étalement » des assises plantaires sur la plateforme, due à une stimulation des zones principales d'appui et de leurs contours. Or ce ne fut pas le cas, et ce malgré le ressenti du patient qui allait dans le sens de notre hypothèse. Une étude, certes assez ancienne, réalisée par A. Bissierier portant sur la modification de l'empreinte plantaire au cours de l'appui statique bipodal (20) a montré que des modifications apparaissent essentiellement au cours de la 1^e minute d'appui. Il était ainsi préconisé de garder le patient en position debout durant 1 minute avant d'émettre un jugement critique sur les appuis. Cette démarche n'était pas concevable dans notre protocole car cette durée (1 minute) aurait probablement causé une atténuation de l'effet du massage. Dans son étude sur « La place des plateformes de force en kinésithérapie » réalisée en 2011, G. Sourdain soulève le fait que certaines plateformes ne sont pas normalisées AFP 85, c'est le cas de Biorescue. C'est une plateforme moins sensible

dans notre étude. Son utilisation est selon nous destinée au traitement plutôt qu'au bilan, notamment pour ce qui est de la remise en charge des patients en orthopédie ou en traumatologie. Son intérêt paraît en revanche indiscutable en terme de prise en charge interdisciplinaire (médecin, podologues...). D'autres études plus approfondies permettraient peut être d'obtenir des résultats plus probants.

Concernant les mesures d'équilibre :

Notre étude présente certains résultats intéressants observés au cours de la **séance test** :

- une diminution notable des oscillations totales du corps (LXY), qu'on soit en conditions YO ou YF ce qui montre que le déplacement du CdP a diminué après la séance de massage. Pour ce paramètre le massage améliore le contrôle postural.

- une diminution du rapport longueur/surface. Or ce paramètre reflète la dépense d'énergie du système postural fin. L'organisme économise ainsi son énergie pour permettre d'améliorer la stabilité de l'individu. L'importance des mécanorécepteurs plantaires influe sur le contrôle de la posture orthostatique.

Les résultats observés peuvent s'expliquer de différentes manières. On peut suggérer qu'une telle stimulation bilatérale a contribué à éliminer l'idée d'une éventuelle asymétrie des appuis, et par conséquent une déviation préférentielle du corps d'un côté par rapport à l'autre. De plus, la stimulation apportée a été suffisamment importante pour cibler en profondeur les corpuscules de Meissner et les disques de Merkel, qui en réponse ont envoyé une information permettant à la personne d'évaluer elle-même les déplacements relatifs de son corps. Des études scientifiques réalisées par le passé, comme celle de L. Bernard-Demanze (21), s'accordent avec nos hypothèses en rapportant l'existence d'une spécificité directionnelle des comportements objectivée par une tendance à la diminution des amplitudes des mouvements dans le plan médio-latéral, suite à la répétition de manœuvres de stimulations plantaires. La régulation de l'entrée podale permet ainsi au pied de redevenir une source d'informations essentielle à la prise d'appuis plantaires et à l'équilibre du corps.

D'autre part, la double composante associant appui et déplacement du cylindre impacte indirectement sur la semelle veineuse profonde de Lejars, favorisant la chasse sanguine au sein du membre inférieur (22) et par conséquent le ressenti des appuis au sol.

D'un point de vue qualitatif, si l'on prend en compte les réactions des 20 sujets après la séance test à propos de la sensation de stabilité ou d'instabilité, nous nous rendons compte que plus de la moitié affirme se sentir plus stables, évoquant les termes de « meilleur ressenti des pieds », « pieds plus en contact avec le sol », « pieds s'étalant sur le sol ». Cette subjectivité confirme les résultats quantitatifs obtenus. La réalisation d'une échelle d'évaluation de la sensation de stabilité, cotée de 0 à 10, similaire à « l'échelle de ressenti du dos » aurait permis d'objectiver nos résultats.

Lorsque le sujet se tient debout yeux fermés, le maintien de la posture du corps devient dépendant des informations extéroceptives qu'il reçoit. En analysant les données obtenues grâce au quotient de Romberg, nous n'observons pas d'effet significatif sur la visuo-dépendance avant et après la séance massage. Néanmoins l'effet du massage semble être majoré, en termes de gain, lorsque les yeux sont fermés. Dans cette situation, le fait de supprimer les afférences visuelles provoque la réorganisation du système postural fin qui compense cette cécité posturale par l'utilisation d'autres systèmes, somesthésique notamment. Dans son étude sur la relation œil-proprioception et posture (23), P. Villeneuve explique que le contrôle postural dans des conditions quasi habituelles est préférentiellement le fait du système podal, « amenant ce dernier à remplir sa fonction de stabilisateur de la tête et du regard ». La stimulation des récepteurs plantaires prend ainsi toute son importance et les résultats observés à travers notre étude en témoignent.

En revanche il apparait que les participants à la **séance témoin** ayant exécuté une tâche de posture debout de façon répétitive ne manifestent aucun changement favorable dans le contrôle de leur posture. Certains paramètres après cette séance témoin tendent même à

hypothèses peuvent être émises à ce sujet, notamment la baisse de concentration physique ou mentale due au temps de repos du sujet entre les deux mesures, et perturbant les afférences somesthésiques ce qui place le corps dans une situation de contrainte permanente. À contrario, la stimulation lors de la séance test maintient l'éveil des mécanorécepteurs plantaires ce qui optimise le contrôle postural.

Le massage plantaire occupe donc une place de choix dans les mécanismes de contrôle postural, de par son aspect correctif via la réorganisation et l'adaptation des structures de la face plantaire, et de par son aspect préventif via l'anticipation des oscillations éventuelles provoquées par l'environnement.

6. CONCLUSION

Les résultats obtenus suite à notre étude reflètent l'efficacité du cylindre à picots dans la stimulation plantaire et justifient l'intérêt de son utilisation en rééducation, en complément d'autres techniques masso-kinésithérapiques. Les avantages qu'il présente sont multiples : simplicité d'utilisation, faible coût, possibilité d'auto-rééducation, en centre de rééducation, en secteur libéral ou à domicile.

Ses applications peuvent concerner à la fois les domaines de la rééducation neurologique dans les pathologies chroniques qui associent une hypoesthésie, la rééducation orthopédique pour le travail proprioceptif et la reprise d'appui côté opéré, la rééducation gériatrique pour la prévention des chutes, mais aussi la prise en charge du sportif pour l'amélioration de ses performances par le biais d'une hyperstimulation plantaire.

Il serait intéressant d'étudier ultérieurement, dans le cas d'études podométriques, la réalisation d'un automassage plantaire sur un seul pied pour voir si la stimulation d'un seul

ou bien encore stimuler préférentiellement une zone du pied par rapport à une autre pour en visualiser les effets. D'autres questions se posent concernant notamment les possibles effets à plus long terme d'une telle stimulation et la manière dont il serait possible d'obtenir ces effets. Considérant le fait qu'il existe une dégradation des capacités posturales en fonction de l'âge, la répétition d'une telle manœuvre, à intervalles de temps réguliers, pourrait-elle permettre d'augmenter la sensibilité des capteurs plantaires et d'adapter leur réceptivité en fonction de l'évolution de la sensibilité plantaire de la personne ? Ceci pourrait faire l'objet d'une prochaine étude.

BIBLIOGRAPHIE

1. **LACOUR M., PERENNOU D.** - Posture et équilibre : Efficacités et déficiences du contrôle postural. 7^e édition. Bruxelles : De Boeck, 2006. 288 p. ISBN 2-35327-009-3, p. 17 - 19
2. **ASSAIANTE C., AMBLARD B.** - An ontogenic model for the sensorimotor organization of balance control in humans. Human Movement Science 14, 1995, p. 13 - 43
3. **ROLL R., ROLL J-P., KAVOUNADIAS A.** - Cutaneous afferents from human plantar sole contribute to body posture awareness. Neuroreport, 2002, vol. 13, No 15, p. 1957 - 1961
4. **PALLUEL E.** - Contribution des afférences tactiles plantaires au maintien de l'équilibre : Effets du port de semelles à picots sur le contrôle postural quasi-statique et la sensibilité cutanée de la personne âgée. 2008. 128 p. Thèse de Doctorat en « Ingénierie pour la Santé » : Grenoble.
5. **HUERTAS C., MANSAT C.** - Le Pied : 1^e partie. L'observatoire du mouvement, 2002, Hors série n°1, p. 1 - 3
6. **BOUYSSSET M.** - Pathologie ostéo-articulaire du pied et de la cheville. 3^e édition. Paris : Springer, 2004-2005. 503 p. ISBN 2-287-20994-8
7. **DUFOUR M.** - Massage du pied. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), 2009, Podologie, 27-130-A-40

8. **PURVES D., AUGUSTINE G.J., FITZPATRICK D., HALL W.C., LAMANTIA A-S., MCNAMARA J.O.** - Neurosciences et cognitions : neurosciences. 3^e édition. Bruxelles : De Boeck, 2005. 840 p. ISBN 2-8041-4797-5
9. **VAILLANT J.** - Anatomie et physiologie du système nerveux assurant la somesthésie. Kinésithérapie scientifique, 2006, n° 469, p. 57 - 58
10. **CHANTRAINE A.** - Rééducation neurologique : guide pratique de rééducation des affections neurologiques. 2^e édition. Vélizy-Villacoublay : Arnette Initiatives Santé, 1999. 403 p. ISBN 2-7184-0918-5, p. 19 - 20
11. **LATASH M.L.** - Bases neurophysiologiques du mouvement : sciences et pratiques du sport. 1^e édition. Bruxelles : De Boeck, 2002, 296 p, ISBN 2-7445-0084-4, p. 51 - 58
12. **PRITCHARD T., ALLOWAY K.** - Neurosciences médicales : bases neuroanatomiques et neurophysiologiques. 1^e édition. Bruxelles : De Boeck, 2002. 518 p. ISBN 2-7445-0133-6, Fig 6-3, p. 254
13. **KENNEDY PM, INGLIS JT.** - Distribution and behaviour of glabrous cutaneous receptors in the human foot sole. J Physiol, 2002, vol. 538, p. 995 - 1002
14. **JANIN M.** - Sensibilité et motricité podales : leur influence sur le contrôle des activités posturo-cinétiques de sujets sains et pathologiques. 2009. 137 p. Thèse méd. : Toulouse.
15. **BRICOT B.** - Postures normales et postures pathologiques. Kinésithérapie scientifique, 2004, n° 440, p. 5 - 6
16. **GAGEY P-M., BIZZO G.** - La mesure en posturologie, Institut de Posturologie, Paris, 2001, consultable sur internet :
<http://ada-posturologie.fr/MesureEnPosturologie.htm> (page consultée le 16/09/13).

17. **PURVES D., AUGUSTINE G.J., FITZPATRICK D., HALL W.C., LAMANTIA A-S., MCNAMARA J.O.** – Neurosciences et cognitions : neurosciences. 3^e édition. Bruxelles : De Boeck, 2005. 840 p. ISBN 2-8041-4797-5, p. 199 - 201
18. **GAGEY P-M., GENTAZ R., GUILLAMON J-L., et al.** – Etudes statistiques des mesures faites sur l’homme normal à l’aide de la plateforme de stabilométrie clinique normalisée. *Normes 85*. 2^e édition, Paris : Association Française de Posturologie (AFP), 1988
19. **SOURDAIN G.** - Stabilométrie statique : place de la plateforme de force en kinésithérapie. 2011. 27 p. Mémoire Kinésithérapie : Rennes.
20. **BISSERIER A.** - Modifications de l’empreinte plantaire au cours de l’appui statique bipodal. Cahiers de kinésithérapie, 1991, vol. 148, n^o2, p. 54 - 63
21. **BERNARD-DEMANZE L., BURDET C., BERGER L., ROUGIER P.** - Recalibration of somesthetic plantar informations in the control of undisturbed upright stance maintenance. *Journal of Integrative Neuroscience*, 2004, vol. 3, No 4, p. 433 - 451
22. **THEYS S.** - Tuons les mythes : A propos du massage plantaire. *Kinésithérapie la Revue*, 2004, vol. 4, n^o35-36, p. 77 - 80
23. **VILLENEUVE P.** - Traitement postural et stimulations podales : œil, proprioception et posture. *Réalité ophtalmologique*, 2005, n^o122, p. 9 - 16

ANNEXES

- ANNEXE I : PRINCIPALES VOIES DE LA SENSIBILITE MÉCANIQUE**

- ANNEXE II : NORMES DE POSTUROLOGIE FRANÇAISES DE 1985**

- ANNEXE III : FORMULAIRE DE CONSENTEMENT LIBRE ET ÉCLAIRÉ**

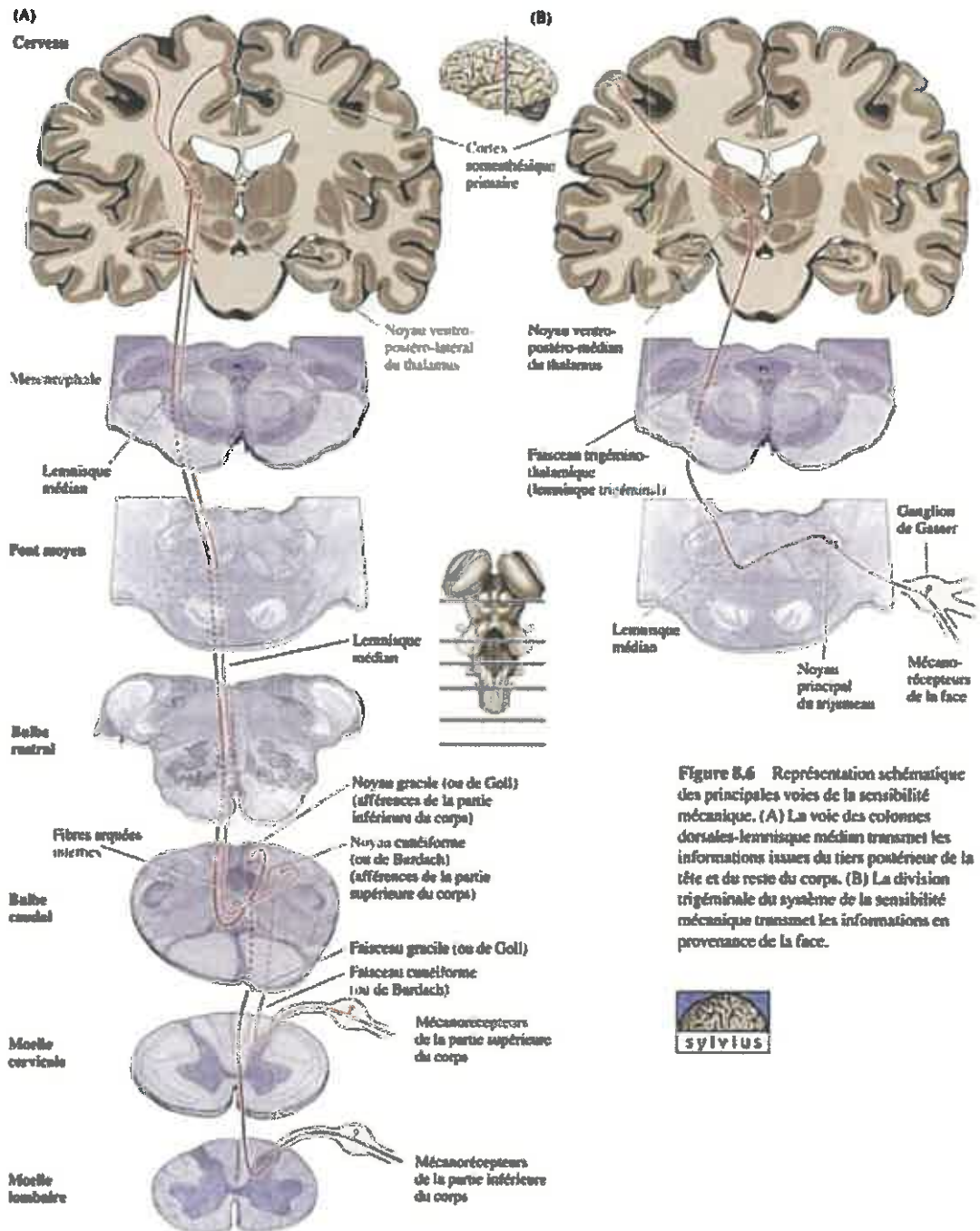
- ANNEXE IV : FICHE DE RENSEIGNEMENTS**

- ANNEXE V : RÉSULTATS D'UNE ACQUISITION SUR PLATEFORME
BAROPODOMÉTRIQUE ET STABILOMÉTRIQUE**

Annexe I

Principales voies de la sensibilité mécanique (17)

Le système somesthésique 201



Annexe II

Normes de posturologie françaises de 1985 (18)

Situation	Yeux ouverts	Yeux fermés
X moyen en mm	1	0
limites de confiance	- 10 / + 12	- 10 / + 11
Y moyen en mm	- 29	- 27
limites de confiance	- 57 / - 1	- 51 / - 3
Surface en mm²	91	225
limites de confiance	39 / 210	79 / 638
Longueur en mm	429	613
limites de confiance	307 / 599	346 / 880
LFS	1	1
limites de confiance	0,72 / 1,39	0,70 / 1,44
ROMBERG		288
limites de confiance		112 / 677
Variances en mm/sec	10	11
Limites de confiance	3 / 18	5 / 18
VFY	0	0
Limites de confiance	- 2,61 / + 3,59	- 4,73 / + 4,86

Moyennes et limites de confiance selon les normes de 1985, à 95% des distributions observées dans une cohorte de 100 adultes normaux, 50 hommes et 50 femmes.

Annexe III

Formulaire de consentement libre et éclairé

Je, soussigné(e), M, Mme, Mlle, né(e) le, certifie avoir été informé des termes du présent formulaire, et avoir reçu oralement et par écrit toutes les informations nécessaires précisant les modalités de déroulement de cette étude.

J'ai pu poser toutes les questions nécessaires à la bonne compréhension de ces informations et j'ai reçu des réponses claires et précises.

J'ai disposé d'un délai de réflexion suffisant entre les informations reçues et ce consentement avant de prendre ma décision.

Je peux interrompre ma participation à tout moment, sans justification et sans compromettre la qualité des soins qui me sont dispensés.

J'accepte librement et volontairement de participer à cette recherche selon les conditions précédemment citées.

Mon consentement ne décharge pas les organisateurs de la recherche de leurs responsabilités à mon égard et je conserve tous mes droits garantis par la loi.

L'ensemble des données et des informations me concernant resteront strictement confidentielles.

Je pourrai à tout moment demander toute information complémentaire à l'investigateur de cette étude.

Fait à, le

Signature de l'investigateur

**Signature du volontaire,
précédé de la mention « lu et approuvé »**

Annexe IV

Fiche de renseignements

Nom :
Prénom :
Date de naissance :
Poids :
Taille :
Côté dominant :
Pointure :
Profession :
Loisirs :
Antécédents médico-chirurgicaux (précisez l'année) :

Troubles visuels (ex : myopie, port de lunettes...)

oui non Si oui, précisez :

Troubles auditifs :

oui non Si oui, précisez :

Troubles vestibulaires (ex : vertiges, nystagmus, troubles du tonus musculaire) :

oui non Si oui, précisez :

Troubles orthopédiques (ex : déformations plantaires, semelles de compensation...) :

oui non Si oui, précisez :

Pratique d'activité(s) sportive(s) au cours des dernières 24h :

oui non Si oui, précisez :

Remarques éventuelles :

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Je suis étudiant en dernière année de Masso-Kinésithérapie à Nancy et dans le cadre de la réalisation de mon mémoire de fin d'étude, nécessaire à l'obtention du Diplôme d'Etat, je réalise une étude pour laquelle je sollicite la participation de sujets aux caractéristiques différentes.

Mon étude a pour thème l'incidence de l'utilisation du cylindre à picots sur les empreintes plantaires et la posturologie.

Annexe V

Résultats d'une acquisition sur plateforme baropodométrique (a) et sur plateforme stabilométrique (b)

