

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

# **LE TYPE D'EMPREINTE PLANTAIRE INFLUENCE-T-IL LA FONCTION D'EQUILIBRATION LORS DU MAINTIEN D'UNE POSITION STATIQUE UNIPODALE ?**

Mémoire présenté par **Julie SALVAI**  
étudiante en 3<sup>ème</sup> année de masso-kinésithérapie  
en vue de l'obtention du Diplôme d'État  
de Masseur-Kinésithérapeute.  
2010-2011.

# SOMMAIRE

	Page
<b>RESUME</b>	
<b>1. INTRODUCTION</b>	<b>1</b>
<b>2. RECHERCHES BIBLIOGRAPHIQUES</b>	<b>2</b>
2.1. Démarche	2
2.2. Moyens	2
2.3. Mots clé et thèmes	2
<b>3. RAPPELS ANATOMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES</b>	<b>3</b>
3.1. La fonction d'équilibration	3
3.2. Importance du pied dans la fonction d'équilibration	3
3.2.1. Le pied comme entrée de la fonction d'équilibration	4
3.2.2. Le pied comme effecteur terminal de la fonction d'équilibration	4
3.3. Le pied dans tous ses états	5
3.3.1. Le pied normal et l'appui plantaire	5
3.3.2. Le pied creux	5
3.3.3. Le pied plat	5
3.3.4. Les autres types de pieds	6
3.3.5. Le pied d'appui	6
3.4. L'empreinte plantaire	6
3.4.1. Classification	6
3.4.2. Quels types de pieds dans chaque catégorie d'empreinte ?	8
<b>4. MATERIEL ET METHODE</b>	<b>9</b>
4.1. Population	9
4.1.1. Critères d'inclusion	9
4.1.2. Critères d'exclusion	9
4.2. Matériel	10
4.3. Méthode	10
4.3.1. Test de faisabilité	10

	Page
4.3.2.Fiche de recueil de données	10
4.3.3.Détermination du pied d'appui	11
4.3.4.Détermination de l'empreinte plantaire	11
4.3.5.Evaluation posturale instrumentale avec Biorescue®	11
4.3.5.1. Test de « posture d'appui monopodal yeux ouverts »	13
4.3.5.1.1. Conduite du test	13
4.3.5.1.2. Remarques	13
4.3.6.Choix des critères de jugement	14
4.3.6.1. Critères d'ordre général	14
4.3.6.2. Critère de jugement principal : la surface de l'ellipse du centre de pression	15
4.3.6.3. Critères de jugement secondaires	15
4.3.6.3.1. La longueur de déplacement du centre de pression	15
4.3.6.3.2. Le rapport de la Longueur en Fonction de la Surface	15
4.3.6.4. Sélection des mesures pour l'analyse statistique	16
4.4. Méthode d'analyse statistique	16
<b>5. RESULTATS ET INTERPRETATION ANALYTIQUE DE L'ETUDE</b>	<b>17</b>
5.1. Critères d'ordre général	17
5.2. Analyse des résultats en fonction du critère de jugement principal : la surface	19
5.3. Analyse des résultats en fonction des critères de jugement secondaires	21
5.3.1. Analyse en fonction de la longueur du déplacement	21
5.3.2. Analyse des résultats en fonction du rapport de la Longueur Fonction de la	
Surface	23
5.4. Conclusion des résultats de l'analyse statistique	25
<b>6. DISCUSSION</b>	<b>26</b>
6.1. Interprétation des résultats	26
6.2. Analyse du protocole	27

**7. CONCLUSION**

**29**

**REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

**ANNEXES**

## **RESUME :**

Le but de notre étude est de tenter d'évaluer l'importance du type d'empreinte plantaire sur la fonction d'équilibration statique unipodale d'un individu.

Elle est réalisée à l'aide d'un podoscope et d'une plateforme baropodométrique Biorescue®. Le principe des mesures consiste à identifier le type d'empreinte plantaire d'un sujet via le podoscope et d'analyser différents paramètres lors d'un test sur la plateforme. Le critère de jugement principal de cette étude est la surface de l'ellipse du centre de pression du sujet. Les critères de jugement secondaires sont la longueur de déplacement du centre de pression et le rapport de la longueur en fonction de la surface.

Les résultats obtenus ne sont pas significatifs selon le critère de jugement principal. Les critères de jugement secondaires confirment la conclusion précédente (résultats non significatifs).

Il n'existe donc pas de corrélation entre le type d'empreinte plantaire et la fonction d'équilibration statique unipodale.

**Mots clés :** empreinte ; équilibre ; pied ; statique ; unipodal.

## 1. INTRODUCTION

La fonction d'équilibration du corps correspond à un perpétuel ajustement postural afin de conserver le centre de gravité à l'intérieur du polygone de sustentation [1] [2]. Pour ce faire, le corps humain possède plusieurs entrées d'informations [3] [4] : l'appareil vestibulaire (oreille interne), la vue et le système somesthésique (récepteurs articulaires, musculaires, cutanés) dont l'organe de référence est le pied. Les messages partant du pied permettent au corps une adaptation constante et instantanée dans toutes les positions afin de maintenir le centre de gravité à l'intérieur du polygone de sustentation.

Sur les trois entrées sensorielles donnant des informations sur la position du sujet et son orientation dans l'espace, nous choisissons de nous concentrer sur l'entrée somesthésique à travers l'empreinte plantaire. La logique voudrait que plus l'empreinte plantaire en contact avec le sol est importante, plus l'individu reçoit d'informations : la qualité de son équilibre devrait en être améliorée.

La question que nous nous posons est la suivante : l'importance de la surface plantaire en contact avec le sol peut-elle avoir une incidence sur la fonction d'équilibration d'un individu ? Les individus aux empreintes plates ont-ils un meilleur équilibre statique que les personnes dont l'empreinte est normale ? De même, les individus aux empreintes normales ont-ils un meilleur équilibre que les personnes aux empreintes creuses ? Quel type d'empreinte prédomine sur les autres ?

Par cette étude et dans la volonté d'appliquer le processus kinésithérapique basé sur les preuves (Evidence Base Practice), nous allons tenter d'évaluer l'importance du type d'empreinte plantaire sur la fonction d'équilibration statique unipodale d'une personne. Cette étude nous permettra d'adapter notre prise en charge masso-kinésithérapique en fonction du type d'empreinte plantaire des patients.

## **2. RECHERCHES BIBLIOGRAPHIQUES**

### **2.1. Démarche**

Nos recherches bibliographiques sont basées sur un premier étayage du sujet grâce à internet. Puis nous cherchons des publications sur des expériences similaires à la notre et des ouvrages nous permettant de justifier nos choix tout au long de notre démarche. Les recherches sur des serveurs internet sont complétées par des recherches manuelles. Lorsqu'un ouvrage est en adéquation avec notre étude, nous consultons aussi les références sur lesquelles l'auteur s'est appuyé. Nous sélectionnons des articles datant des années 2000 à 2010, puis ouvrons nos recherches aux années antérieures. Nous disposons de 25 références bibliographiques datant des années 1993 à 2010.

### **2.2. Moyens**

Nous disposons de plusieurs sources de renseignements pour effectuer nos recherches :

- Internet et ses serveurs (base de données de Réédoc, PubMed, PEDro, Google Scholar ...), ses sites reconnus (Haute Autorité de la Santé, Actu Kiné, Ministère de la Santé, Centre National de la Recherche Scientifique, Association Française de Posturologie, Association Française pour la Recherche et l'Evaluation en Kinésithérapie, Organisation Mondiale de la Santé...),
- des revues et articles (consultés sur les lieux de stage, à l'Institut de Formation en Masso-Kinésithérapie, via internet...): Annales de kinésithérapie, Kinésithérapie scientifique, Actu kiné, Kinésithérapie la Revue, des revues médicales et paramédicales,
- des bibliothèques : Réédoc, Bibliothèques Universitaires, Médiathèque.

### **2.3. Mots clés et thèmes**

Les mots clés sélectionnés pour les recherches sont formulés en français et en anglais. En voici un aperçu : équilibre (balance), pied (foot), empreinte plantaire (footprint), pied creux (cavus), pied plat (flat foot), pied normal (normal foot), travail musculaire (muscular work), posturologie (posturology),

centre de gravité (center of gravity), pied dominant (dominant foot), ANOVA (Analysis Of Variance), critère de jugement ( endpoint), Indice de Masse Corporel (Body Mass Index).

Les principales matières sur lesquelles nous basons nos recherches bibliographiques manuelles sont les suivantes : anatomie du pied, biomécanique, physiologie, kinésithérapie, kinésithérapie du sport, rééducation, posturologie, rhumatologie, podologie, santé publique, biostatistique.

### **3. RAPPELS ANATOMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES**

#### **3.1. La fonction d'équilibration [5]**

L'équilibration représente l'ensemble des fonctions physiologiques dont le rôle est d'assurer la position du corps par rapport à la surface terrestre et par rapport à la verticale. Pour pouvoir maintenir un équilibre statique, notre corps a besoin d'informations concernant l'état du monde extérieur et des renseignements sur sa position dans l'espace.

Ces informations nous sont données par des récepteurs vestibulaires, visuels et somato-proprioceptifs [3] [4].

Les récepteurs vestibulaires, visuels et podaux stabilisent le sujet dans son environnement. Les récepteurs musculaires, articulaires et tendineux renseignent les centres supérieurs de l'équilibration (situés au sein du système nerveux central) sur les positions relatives des différents segments du corps [6].

#### **3.2. Importance du pied dans la fonction d'équilibration [6] [7]**

Le pied est à la fois une entrée d'informations de la fonction d'équilibration et un effecteur terminal de celle-ci.



### **3.2.1. Le pied comme entrée de la fonction d'équilibration [1] [8] [9] [10]**

Le pied est une exo-entrée de l'équilibre grâce aux informations recueillies par l'ensemble de ses récepteurs plantaires. Certains sont sensibles aux mouvements de la peau en contact avec le sol ou à la pression. D'autres répondent aux mouvements du corps, au maintien d'une position et informent sur son état cutané à court et à long terme. Ces informations dépendent de l'empreinte plantaire. Le contact avec le sol varie en fonction de la morphologie plantaire, donc les informations transmises sont différentes en fonction du type de pied.

Le pied est également considéré comme une endo-entrée grâce aux capteurs proprioceptifs situés dans ses muscles, tendons, articulations et ligaments.

### **3.2.2. Le pied comme effecteur terminal de la fonction d'équilibration**

En position érigée, tout mouvement du corps doit résulter d'un changement de la force d'appui et d'une sollicitation des structures podales. C'est la seule partie du corps humain en contact avec le sol. Le pied se place donc en effecteur du déplacement [2].

Par ces aspects, le pied a une position fondamentale dans la fonction d'équilibration.

### 3.3. Le pied dans tous ses états

#### 3.3.1. Le pied normal et l'appui plantaire (fig. 1)

Un pied est dit normal lorsque toutes ses fonctions sont indemnes (anatomiques, physiologiques, fonctionnelles et biomécaniques). Le pied normal est le standard servant d'étalon de mesure pour tout type de pied.

L'appui plantaire se résume en trois points principaux formant un triangle nommé «voûte plantaire» [4] [9] [11]. Un appui talonnier postérieur (correspondant à la tubérosité postérieure du calcaneum) et deux appuis antérieurs (les têtes des 1<sup>er</sup> et 5<sup>ème</sup> métatarsiens) assurent la stabilité du pied au sol.



Figure 1 : les trois points

d'appui plantaire

#### 3.3.2. Le pied creux [9] [12] [13]

Le pied creux existe sous différentes formes. La caractéristique morphologique principale se situe au niveau de la voûte plantaire : nous observons un rapprochement des trois points d'appui. La concavité plantaire est augmentée et la surface d'appui au sol est réduite. Le nombre de récepteurs sensoriels en contact avec le sol diminue.

#### 3.3.3. Le pied plat [4] [12]

Le pied plat résulte de l'affaissement de la voûte plantaire responsable d'une augmentation de la surface d'appui au sol et d'une diminution de sa concavité. Les points d'appui du pied s'éloignent, la surface d'appui augmente ainsi que le nombre de récepteurs sensoriels en contact avec le sol.

### 3.3.4. Les autres types de pieds

Il existe d'autres types de pieds associant l'anatomie plantaire (pied creux, normal, plat) et la position de la cheville (mouvement de varus, valgus, flexion plantaire et dorsale).

### 3.3.5. Le pied d'appui [14] [15]

Le pied d'appui est le pied qui possède la plus grande stabilité en appui unipodal. Il est préférentiellement utilisé par un individu pour maintenir sa stabilité au sol lorsqu'il exécute des actions sur un seul pied. De ce fait, il gagne en proprioception, expérience, automatisme et est plus performant que son homologue lors des situations déséquilibrantes.

Un individu a tendance à privilégier un pied pour tirer dans un ballon : c'est le pied dominant. L'autre pied a pour fonction de stabiliser le corps pendant l'action : c'est le pied d'appui.

## 3.4. L'empreinte plantaire

### 3.4.1. Classification [16]

L'empreinte plantaire correspond à la surface du pied en contact avec le sol. Elle est composée de quatre parties : le talon postérieur, la bande latérale, la bande métatarsienne et les appuis pulpaire [12] [17] (fig. 2).

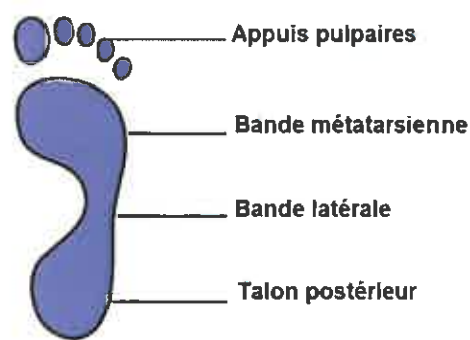


Figure 2 : Composition de l'empreinte plantaire

D'après Klein et Sommerfeld [16], l'analyse de l'empreinte plantaire permet de les différencier en 3 types : normale, creuse et plate. Elle consiste à évaluer le rapport entre la largeur de l'isthme ( $L_{\text{isthme}}$ ) et la largeur de l'empreinte de l'avant-pied ( $L_{\text{avant-pied}}$ ) (fig. 3).

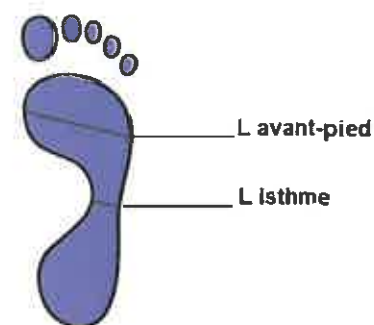


Figure 3 : paramètres pour l'analyse quantitative de l'empreinte plantaire

Si la largeur de l'isthme est inférieure à la moitié de la largeur de l'empreinte de l'avant-pied et supérieure au tiers de cette même largeur, l'empreinte est dite normale :  $1/3 L_{\text{avant-pied}} < L_{\text{isthme}} < 1/2 L_{\text{avant-pied}}$  (fig. 3 et 4).

Si la largeur de l'isthme est inférieure au tiers de l'empreinte de l'avant-pied, nous parlons d'empreinte creuse :  $L_{\text{isthme}} < 1/3 L_{\text{avant-pied}}$  (fig. 3 et 4).

Si la largeur de l'isthme est supérieure à la moitié de la largeur de l'empreinte de l'avant-pied, l'empreinte est dite plate :  $L_{\text{isthme}} > 1/2 L_{\text{avant-pied}}$  (fig. 3 et 4).

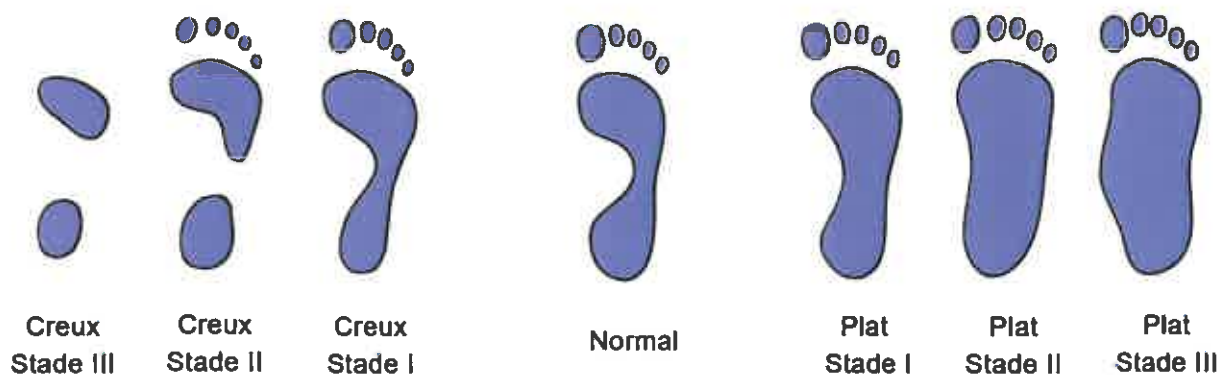


Figure 4 : classification des empreintes plantaires

L'empreinte creuse a un isthme rétréci au stade I, interrompu au stade II et absent au stade III (fig. 4) [12].

L'empreinte plate présente un élargissement de la bande latérale au stade I, un appui complet entre le talon postérieur et la bande métatarsienne au stade II et un bord médial et convexe de l'isthme au stade III (fig. 4) [12].

Dans cette étude, lorsque nous évoquons des empreintes dites «creuses» ou «plates» nous entendons par là les empreintes plantaires correspondant au stade I de la classification : la déformation est faible et non pathologique. Cela nous permet d'obtenir des chiffres pouvant servir de références sur des individus non pathologiques, à condition que nos résultats soient significatifs.

#### **3.4.2. Quels types de pieds dans chaque catégorie d'empreinte ? [12]**

Une empreinte plantaire peut regrouper plusieurs types de morphologies. Pour identifier le type de pied, il faut analyser l'axe de la cheville dans les trois plans de l'espace, de manière plus objective par des radiographies. [16]

La position de la cheville modifie l'empreinte plantaire pour un même type d'anatomie. Par exemple, un pied plat associé à un varus de cheville entraîne une diminution de la largeur de l'isthme et donne l'image d'une empreinte plate. C'est pourquoi nous choisissons de nous baser uniquement sur les empreintes car nous nous intéressons à la surface en contact avec le sol.

## 4. MATERIEL ET METHODE

### 4.1. Population (Annexe 1)

#### 4.1.1. Critères d'inclusion

Le choix des 93 individus composant la population est basé sur des critères pratiques :

- Etudiants de l'Institut de Formation en Masso-Kinésithérapie (I.F.M.K.) de Nancy,
- de 19 à 25 ans,
- sur la base du volontariat.

#### 4.1.2. Critères d'exclusion

- Prise d'excitant ou relaxant 1 heure avant le test (exemple : café, cigarette) car leurs effets accroissent ou diminuent la vitesse de réaction d'un individu [18] [19],
- séquelles d'antécédents chirurgicaux ou traumatiques,
- troubles de la fonction d'équilibration :
  - prescription de lunettes datant de plus d'un an car ces dernières pourraient ne plus être adaptées à la vue du sujet,
  - acuité visuelle mal compensée perturbant l'entrée visuelle des informations,
  - problèmes orthoptiques car ils perturbent l'entrée visuelle des informations,
  - problèmes d'oreille interne perturbant l'entrée vestibulaire des informations,
  - port de compensation orthopédique sur prescription : le test se faisant pieds nus, nous cherchons des sujets dont la statique du pied n'est pas modifiée par une semelle orthopédique dont les effets disparaissent lorsque le sujet se déchausse.

## **4.2. Matériel**

Une salle de l'I.F.M.K. est mise à notre disposition ainsi que ce matériel pour réaliser les tests :

- Une fiche de recueil de données (Annexe I).
- Un ballon de football.
- Un podoscope.
- Un appareil photo numérique.
- Une plateforme de posturologie et son logiciel d'analyse.
- Un fil à plomb.
- Un chronomètre.
- Une chaise.

## **4.3. Méthode**

### **4.3.1. Test de faisabilité**

Un test de faisabilité a été réalisé sur un échantillon de huit personnes. Nous n'observons pas de problème de compréhension de la fiche de recueil, des ordres donnés et de la position à adopter sur la plateforme. Le temps passé avec chaque sujet est de dix minutes. Ces résultats positifs nous autorisent à reproduire l'expérience à plus grande échelle.

### **4.3.2. Fiche de recueil de données (Annexe I)**

Une fiche de recueil de données anonymes numérotée est présentée au sujet. La première partie de la fiche nous permet de réunir des informations d'ordre général et d'écarter les personnes répondant positivement aux critères d'exclusion. La seconde partie a pour but de répertorier les résultats du sujet lors de l'expérience.

#### 4.3.3. Détermination du pied d'appui [14] [15]

Le pied d'appui est le pied sur lequel nous réalisons nos mesures. Pour le déterminer nous demandons au sujet de tirer spontanément dans un ballon de football. Le pied qui reste au sol est le pied d'appui.

#### 4.3.4. Détermination de l'empreinte plantaire

Le sujet monte pieds nus sur le podoscope. Les membres supérieurs sont relâchés le long du corps, le regard à l'horizontal. Une photo du pied d'appui est réalisée dans le reflet du podoscope (fig. 5). Elle nous permet de déterminer le type d'empreinte plantaire en mesurant le rapport  $L_{\text{isthme}}/L_{\text{avant-pied}}$ .



Figure 5 : photographie de l'empreinte plantaire du pied d'appui dans le reflet du podoscope

#### 4.3.5. Evaluation posturale instrumentale avec Biorescue®

Une plateforme baropodométrique de type « GP40 » Biorescue®, avec 1600 capteurs de pressions, de dimensions 61x58 cm, s'utilisant avec le logiciel Sycomore® est mise à notre disposition. Reliée à un ordinateur portable, elle permet l'enregistrement des données du centre de pression en appui unipodal. Cette plateforme n'est pas normalisée selon les normes de l'Association Française de Posturologie (A.F.P.) [4] [6]. Cependant, elle possède des caractéristiques propres à notre étude : l'acquisition fractionnée des résultats nous permet de suivre l'évolution du sujet dans le temps ; il n'existe pas de position standardisée sur la plateforme (pieds à 30° selon les normes de l'A.F.P.). Cela permet au sujet d'adopter une position plus fonctionnelle et spontanée.



Nous cherchons à objectiver les capacités posturales statiques unipodales sur le pied d'appui des sujets. Parmi les analyses proposées par le logiciel, nous réalisons le «bilan de sécurité : posture d'appui monopodal yeux ouverts» (tab. I) (fig. 6) (Annexe II). Il nous servira de test dans notre étude.

Tableau I : installation du matériel, position et ordre donné au sujet.

«Posture d'appui monopodal yeux ouverts»	
<b>Installation de la plateforme</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sur le sol.</li> <li>- A 1,20 mètres du mur [20] [21].</li> </ul>
<b>Ordre donné au sujet</b>	- «Monter sur la plateforme, fixer le fil à plomb à hauteur de l'horizontale, les deux mains sont sur les hanches. Lorsque vous êtes prêt, décollez votre pied en fléchissant légèrement le genou de la jambe opposée. Vous devez maintenir cette position 30 secondes [20] [21]. L'épreuve sera répétée trois fois.»
<b>Position du sujet lors de l'acquisition des données</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- En unipodal sur son pied d'appui.</li> <li>- Genou du membre inférieur en appui légèrement fléchi (<math>\approx 30^\circ</math>).</li> <li>- Talon du membre décollé à mi-hauteur de la jambe en appui, sans contact entre les 2 membres.</li> <li>- Mains sur les deux hanches.</li> <li>- Regard à l'horizontal en fixant le fil à plomb.</li> </ul>
<b>Remarques</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- L'acquisition des données débute lorsque le sujet décolle son pied dominant (indiqué par l'examinateur) et se termine au bout de 30 secondes.</li> <li>- Entre chaque mesure, un temps de pause double au temps de travail est observé, soit 1 minute sur une chaise.</li> <li>- Le fil à plomb représente le plan vertical qui passe par le milieu de la plateforme.</li> <li>- Le test est réalisé pieds nus pour que tous les sujets se retrouvent dans les mêmes conditions d'évaluation.</li> <li>- Pas de bruit car cela aurait un impact sur l'entrée vestibulaire de la fonction d'équilibration.</li> <li>- Lumière uniforme pour ne pas entraîner d'impact sur l'entrée visuelle de la fonction d'équilibration.</li> </ul>
<b>Test caduque si :</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le sujet perd l'équilibre.</li> <li>- Le pied décollé touche le membre inférieur en appui.</li> <li>- Le pied décollé se repose au sol.</li> <li>- Les mains se détachent des hanches.</li> </ul> <p>La mesure n'est alors pas prise en compte et après un temps de repos d'une minute le sujet recommence le test.</p>



Figure 6 : position du sujet lors du test de profil et de face

#### 4.3.5.1. Test de « posture d'appui monopodal yeux ouverts »

##### 4.3.5.1.1. Conduite du test

Nous lançons le test lorsque le sujet est en position de départ. Il prend alors son équilibre sur son pied d'appui et l'acquisition des mesures démarre.

Le sujet réalise 3 fois le test. Cela lui permet dans un premier temps de découvrir l'épreuve, puis d'améliorer ses résultats.

##### 4.3.5.1.2. Remarques

La durée d'épreuve standardisée est de 30 secondes. Le logiciel nous permet toutefois d'observer des différences selon que le sujet est au début (0-10sec), au milieu (10-20sec) ou à la fin de l'épreuve (20-30sec). Le fabricant stipule qu'il peut y avoir un phénomène d'apprentissage dans le premier tiers temps et un effet de fatigue au troisième tiers temps.

#### 4.3.6.Choix des critères de jugement

Nous choisissons plusieurs critères de jugement d'ordre général qui nous permettront de situer les sujets de notre échantillon.

Des critères de jugement sont envisagés pour tenter de mettre en évidence une corrélation entre le type d'empreinte plantaire et l'équilibre unipodal sur le pied d'appui. Cependant, la multiplicité des critères va conduire à des comparaisons statistiques multiples. Plus il existe de critères et plus nous augmentons le risque de valider (ou d'invalider) à tort notre hypothèse. Pour maintenir le risque d'erreur alpha ( $\alpha$ ) au niveau choisi, nous ne ferons qu'une comparaison. Pour cela, un critère de jugement est privilégié *a priori*, c'est le « critère de jugement principal ». La conclusion de notre étude sera prise uniquement par rapport à ce critère. Les autres critères de jugements sont nommés « critères de jugement secondaires ». Ils ne nous permettent pas de conclure sur notre étude de façon formelle mais sont présents à titre documentaire.

##### 4.3.6.1. Critères d'ordre général

Les critères d'ordre général ont pour fonction de décrire la population de l'étude. Ils regroupent les généralités de notre étude statistique à savoir :

- Le sexe du sujet.
- L'âge du sujet.
- Le rapport entre la latéralité du membre supérieur du sujet et son pied d'appui.
- Le numéro de l'essai retenu pour l'analyse statistique.
- Le type d'empreinte plantaire photographiée sur le podoscope.
- L'Indice de Masse Corporelle (I.M.C.) [22] correspondant au rapport du poids (kg) sur la taille (m) élevée au carré (Annexe III).

#### 4.3.6.2. Critère de jugement principal

Le critère de jugement principal est la surface de l'ellipse du centre de pression du sujet [5] [6] [9] [23]. D'après Gagey et al. c'est ce paramètre qui prime sur les autres critères de jugement lors de tests réalisés sur une plateforme de posturologie [1]. Le déplacement du centre de pression tout au long du test correspond à une surface en forme d'ellipse. Cette surface représente la précision avec laquelle le système postural stabilise le sujet par rapport à son environnement : plus l'ellipse est petite, plus le système concentre l'équilibre du sujet en un point précis. Nous appelons S.E. la «surface de l'ellipse regroupant les déplacements du centre de pression» des sujets.

#### 4.3.6.3. Critères de jugement secondaires

##### 4.3.6.3.1. La longueur de déplacement du centre de pression [5] [6] [9] [23]

Elle nous renseigne sur l'instabilité de l'individu lors du test. En effet, le centre de pression d'un individu peut plus ou moins se déplacer dans une même ellipse : sa précision sera identique dans les deux cas, mais l'instabilité différente (fig. 7). Nous appelons L.D. la «longueur du déplacement du centre de pression» des sujets.



Figure 7 : différentes longueurs de déplacement dans une ellipse

##### 4.3.6.3.2. Le rapport de la Longueur en Fonction de la Surface (L.F.S.) [4] [6] [9]

Ce rapport apprécie l'énergie dépensée par le système postural pour stabiliser le sujet. Car à l'intérieur d'une même ellipse la distance parcourue par le centre de pression peut être plus ou moins grande [4] (fig. 7).

#### 4.3.6.4. Sélection des mesures pour l'analyse statistique

L'essai dont l'ellipse est la plus petite est retenu pour l'analyse statistique. Les chiffres pris en compte sont ceux entre 0 et 30 secondes [24]. Nous nous servons des données obtenues par le fractionnement du test si les résultats obtenus entre 0 et 30 secondes ne sont pas significatifs ou s'il existe une différence entre les trois dizaines de secondes. Notre étude est donc prospective, transversale (collecte d'informations sur une population donnée à un instant t) et comparative.

#### 4.4. Méthode d'analyse statistique [24]

Notre analyse statistique consiste dans un premier temps à décrire l'échantillon. Dans un second temps, nous procédons à l'analyse statistique des résultats selon ANOVA : ANalysis Of Variance. Cette méthode est utilisée lorsque plus de deux variables qualitatives sont mises en jeu. ANOVA est un test dont l'objectif est de tester l'hypothèse selon laquelle les moyennes des trois groupes (empreintes creuses, empreintes normales, empreintes plates) sont identiques. Nommée hypothèse nulle ou  $H_0$ .

$$H_0 : \mu_{\text{creuses}} = \mu_{\text{normales}} = \mu_{\text{plates}}$$

Cette hypothèse est confrontée à l'hypothèse alternative  $H_1$  : il existe au moins une moyenne différente des autres.

Nous faisons le choix d'un niveau de risque  $\alpha=0,05$  aussi écrit  $\alpha=5\%$ . C'est le risque de conclure à une différence alors qu'elle n'existe pas. Ce niveau de risque sera comparé à la puissance du test p :

Si  $p < \alpha$  : l'hypothèse  $H_0$  est rejetée (différence non significative entre les trois groupes).

Si  $p > \alpha$  : les données ne sont pas compatibles avec l'hypothèse  $H_0$  (différence significative entre les trois groupes).  $H_1$  est confirmée.

ANOVA peut être perçue comme une généralisation du test t de Student à plus de deux groupes.

Les données sont traitées par un statisticien à l'aide d'un logiciel d'analyse statistique. Voici les résultats obtenus. Chaque comparaison des trois groupes est effectuée en fonction d'un facteur. Ce sont donc des analyses unifactorielles.

## 5. RESULTATS ET INTERPRETATION ANALYTIQUE DE L'ETUDE (ANNEXE IV) [24]

### 5.1. Critères d'ordre général

87 sujets sur 93 ont été retenus pour participer à l'étude :

- La population est composée de 37 femmes et 50 hommes de 19 à 25 ans.
- L'âge moyen est de 21,2 ans avec un écart-type de 3,16 années.
- Pour 77 sujets (soit 88,5%), leur pied d'appui est à l'opposé de leur latéralité de membre supérieur. Les 10 sujets restants (soit 11,5%) possèdent un pied d'appui du même côté que leur membre supérieur dominant. Nous comptons 71 sujets droitiers qui ont un pied d'appui gauche, soit 81,6% des participants.
- L'essai retenu pour l'analyse des résultats est le numéro 1 pour 28 sujets. Pour 28 autres sujets, il s'agit de l'essai numéro 2. Enfin, pour les 31 derniers il s'agit du numéro 3, le tout formant une répartition homogène.

Les participants sont répartis de la façon suivante (fig. 8) :

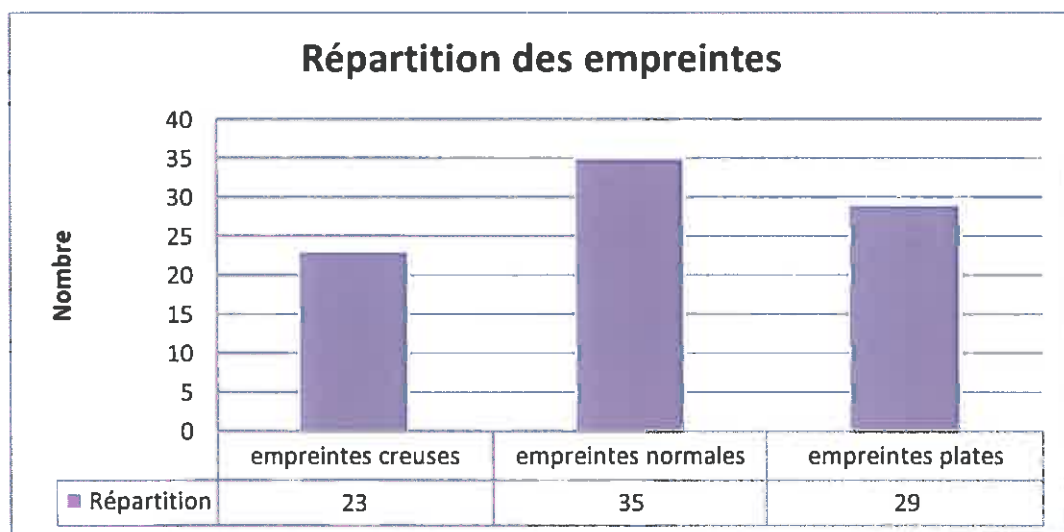
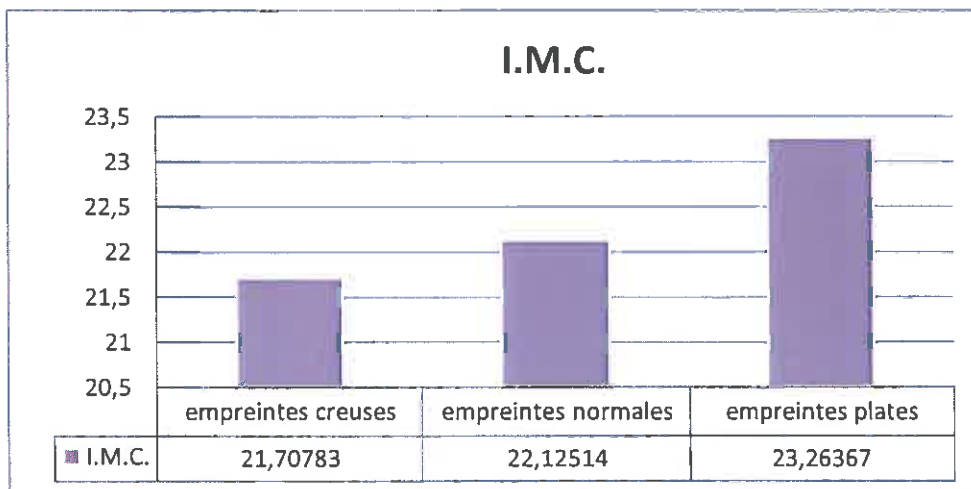


Figure 8 : répartition des sujets par type d'empreinte

La catégorie des empreintes creuses est composée de 23 sujets, celle des empreintes normales comprend 35 sujets et celle des empreintes plates 29.

La distribution des valeurs suit une loi Normale. La comparaison pour chaque paramètre d'évaluation est réalisée avec des tests paramétriques selon ANOVA.

L'I.M.C. moyen de chaque catégorie d'empreinte (fig. 9) [22] est le suivant :



P creuses-normales-plates	=	<b>0,014068</b>
P creuses-normales	=	0,691056
P creuses-plates	=	<b>0,013259</b>
P normales-plates	=	<b>0,011086</b>

Figure 15 : I.M.C. moyen des sujets par catégorie d'empreinte et valeurs de p

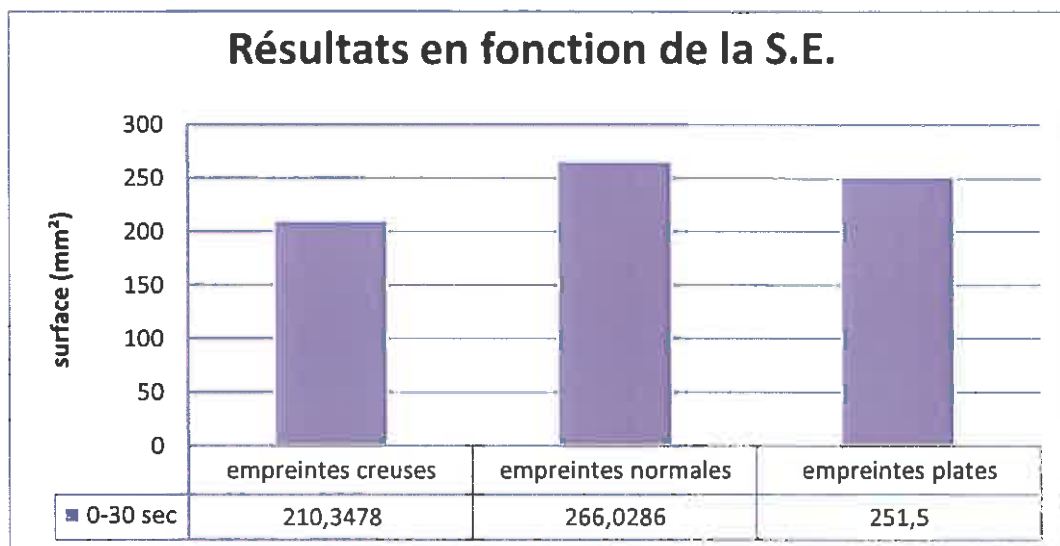
Il existe une différence significative entre les trois groupes ( $p = 0,014068$ ). Nous comparons les moyennes deux à deux afin d'identifier le ou les groupes pour lesquels il existe une corrélation avec l'I.M.C. (fig. 15). Les puissances significatives des tests appariés ont en commun la moyenne des empreintes plates avec des puissances égales à 0,013259 et 0,011086. Cela signifie qu'il existe une corrélation entre l'I.M.C. et les empreintes plates.

Au contraire, les résultats ne sont pas significatifs pour les autres types d'empreintes. Il n'y a pas de corrélation entre l'I.M.C. et les empreintes normales ou creuses.

En moyenne, l'I.M.C. des sujets aux empreintes plates est de 23,26. Notons qu'un I.M.C. supérieur à 23 se situe dans la portion haute de l'éventail normal de la classification de l'I.M.C. établie par l'Organisation Mondiale de la Santé (O.M.S.) [22] (Annexe III).

## 5.2. Analyse des résultats en fonction du critère de jugement principal : la surface (fig. 10 et 11) [4]

Les résultats suivants sont présentés sous la forme d'histogrammes. Ils montrent les performances de chaque catégorie de sujets selon les critères d'analyse choisis. Chaque résultat est sous forme de moyenne et détaillé suivant les mesures du logiciel de la plateforme Biorescue® : de 0 à 10 secondes, de 10 à 20 secondes, de 20 à 30 secondes et sur le temps total (0-30 sec).



$$p = 0,207601$$

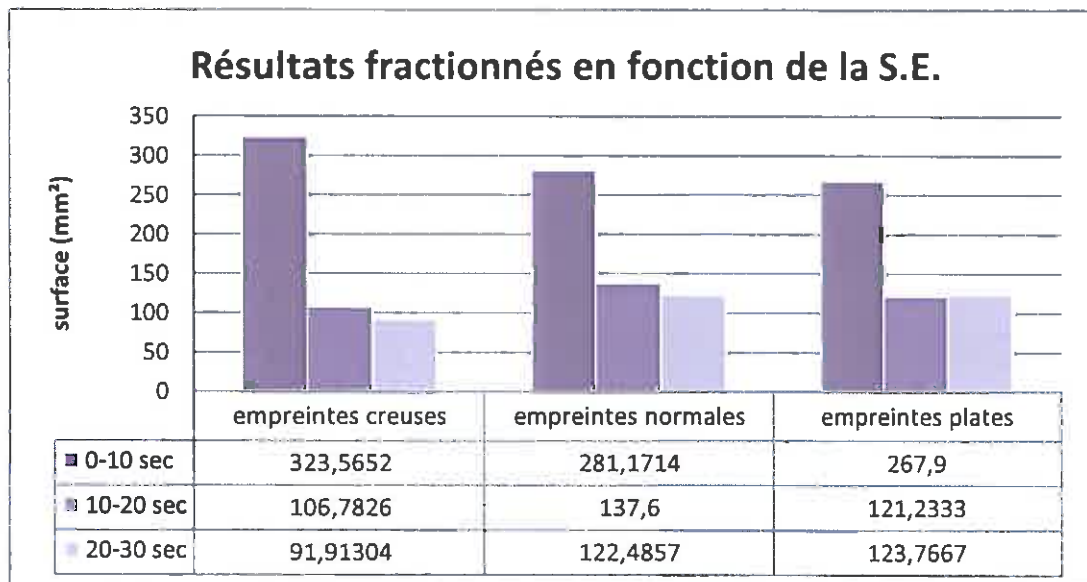
Figure 10 : résultats moyens en fonction de la S.E. et valeur de p

De 0 à 30 secondes, la S.E. des sujets aux empreintes creuses est de 210,3478 mm<sup>2</sup>, celles des sujets aux empreintes plates est de 251,5 mm<sup>2</sup> et la S.E. des sujets aux empreintes normales est de 266,0286 mm<sup>2</sup>. Les empreintes creuses ressortent comme étant les plus précises.



Sur cette tranche, il n'y a pas de différence significative entre les trois groupes ( $p=0,207601$ ), (fig. 9). Donc la S.E. n'est pas influencée par le type d'empreinte plantaire. Le type d'empreinte plantaire n'influence pas la fonction d'équilibration en terme de précision.

Pour les tranches 0-10, 10-20, 20-30 sec, les résultats sont les suivants :



$p_{0-10 \text{ sec}}$	=	0,167311
$p_{10-20 \text{ sec}}$	=	0,206961
$p_{20-30 \text{ sec}}$	=	0,270083

Figure 11 : Résultats fractionnés en fonction de la S.E. et valeurs de p

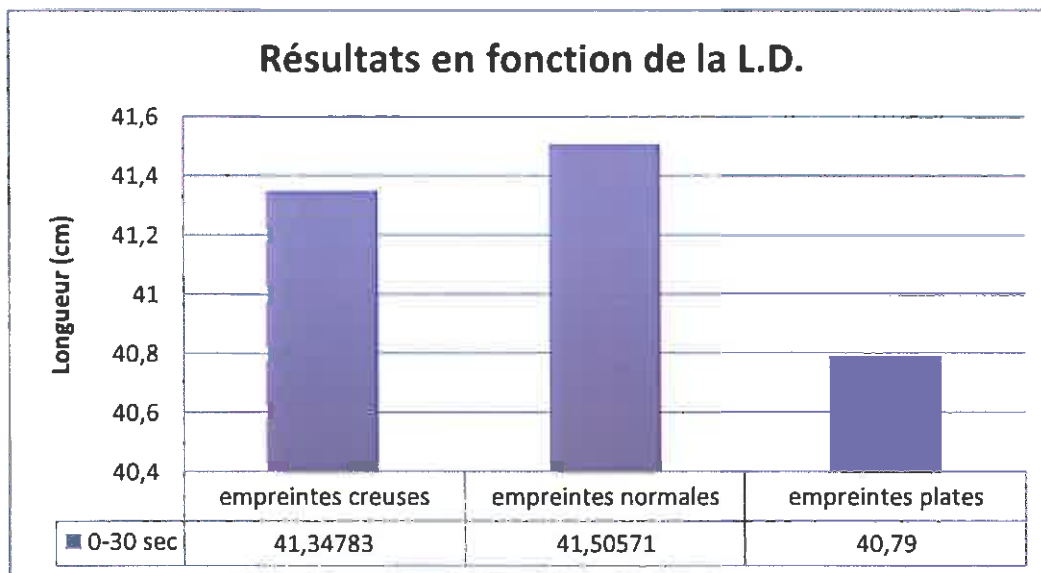
- 0-10 sec : la S.E. des sujets aux empreintes creuses est la plus importante ( $323,56\text{mm}^2$ ). Elle est suivie par la S.E. des sujets aux empreintes normales ( $281,17\text{mm}^2$ ) et la S.E. des sujets aux empreintes plates ( $267,9\text{mm}^2$ ).
- 10-20 sec : l'ensemble des S.E. est deux fois plus faible que sur le créneau antérieur (0-10 sec) quelque soit le type d'empreinte. Cela signifie que la précision s'améliore de façon générale.
- 20-30 sec : la S.E. diminue pour les sujets aux empreintes creuses ( $91,91\text{mm}^2$ ) et normales ( $122,48\text{mm}^2$ ). Seule la S.E. des sujets aux empreintes plates augmente (la précision diminue).

Nous observons que les empreintes creuses sont les moins précises lors du créneau de 0 à 10 secondes alors qu'elles sont les plus précises sur l'ensemble du test.

La puissance «p» des tests d'ANOVA sur les trois créneaux de temps est supérieure à 0,05 (fig. 11). Les résultats obtenus ne sont donc pas significatifs. L'analyse des mesures fractionnées confirme les résultats précédents.

### 5.3. Analyse des résultats en fonction des critères de jugements secondaires

#### 5.3.1. Analyse en fonction de la longueur du déplacement (fig. 12 et 13) [4]



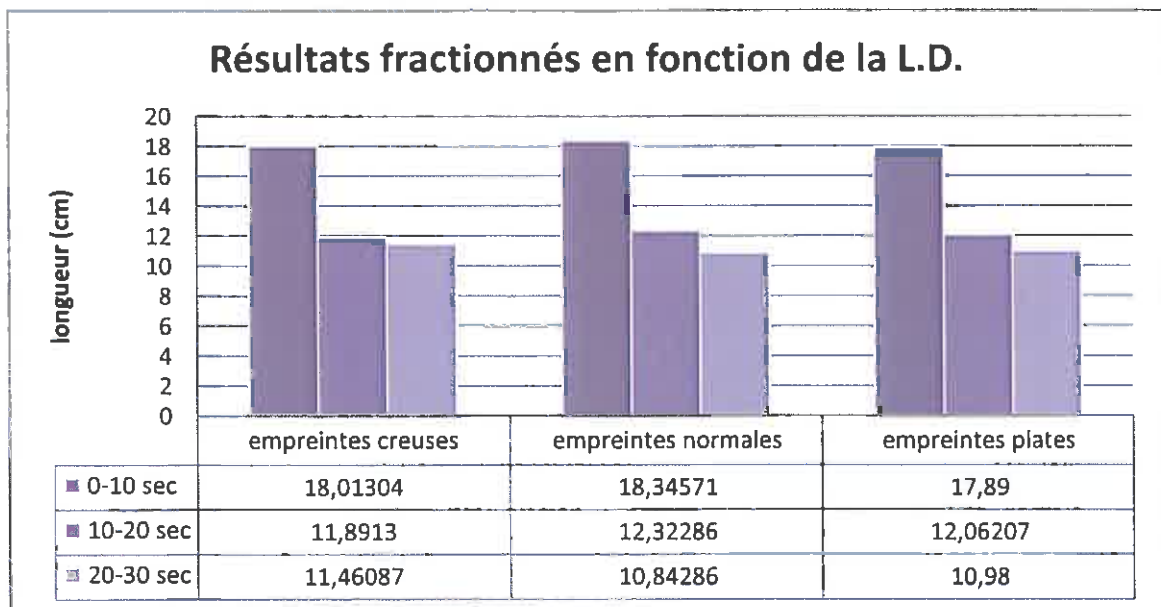
$$p = 0,058316$$

Figure 12 : résultats moyens en fonction de la L.D. et valeur de p

De 0 à 30 secondes la L.D. des sujets aux empreintes plates est de 40,79 cm. Elle est suivie par L.D. des sujets aux empreintes creuses avec 41,34783 cm et la L.D. des sujets aux empreintes normales avec 41,50571 cm.

Sur la tranche 0-30 sec, il n'y a pas de différence significative entre les trois groupes ( $p=0,058316$ ), (fig. 12). Donc la L.D. n'est pas influencée par le type d'empreinte plantaire. Le type d'empreinte plantaire n'influence pas la fonction d'équilibration en terme d'instabilité.

Pour les tranches 0-10, 10-20, 20-30 sec, les résultats sont les suivants :



P 0-10 sec =	0,068001
P 10-20 sec =	0,067774
P 20-30 sec =	0,092314

Figure 13 : résultats moyens fractionnés en fonction de la L.D. et valeurs de p

- 0-10 sec : sur ce créneau, l'écart entre les L.D. des trois catégories d'empreintes est de 0,45 cm.
- 10-20 sec : l'écart entre les L.D. des trois catégories d'empreintes est de 0,43 cm.
- 20-30 sec : l'écart entre les L.D. des trois catégories d'empreintes est de 0,62 cm. Nous observons que la L.D. diminue en moyenne de 6,99 cm entre le premier et le dernier créneau.

La puissance «p» des tests d'ANOVA sur les trois créneaux de temps est supérieure à 0,05 (fig. 13). Les résultats obtenus ne sont donc pas significatifs. L'analyse des mesures fractionnées confirme les résultats précédents.

### 5.3.2. Analyse des résultats en fonction du rapport de la Longueur Fonction de la Surface (fig. 14 et 15) [4]

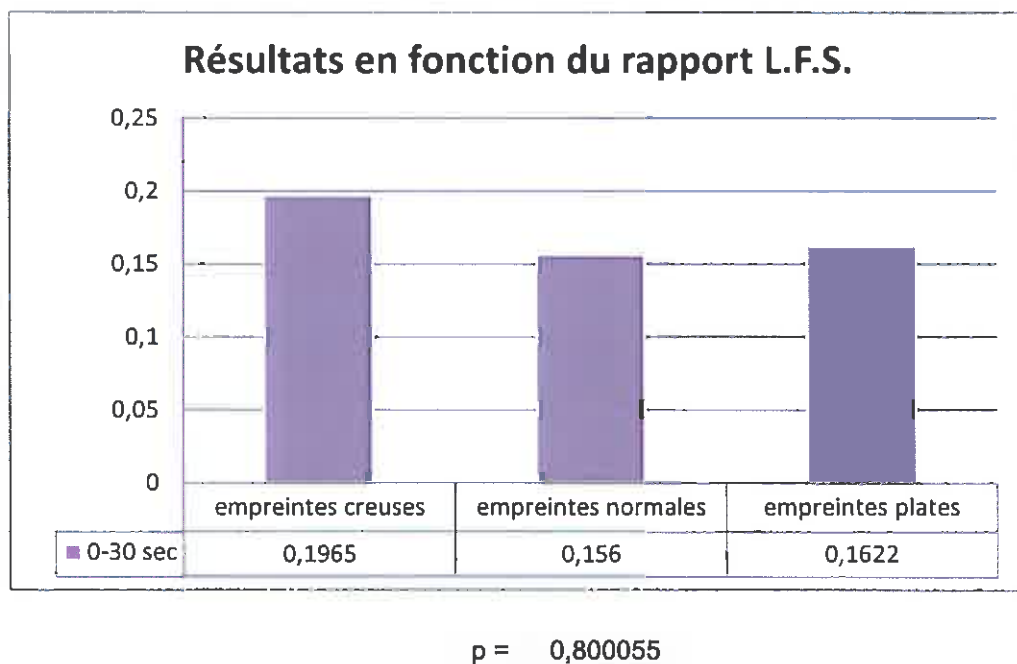
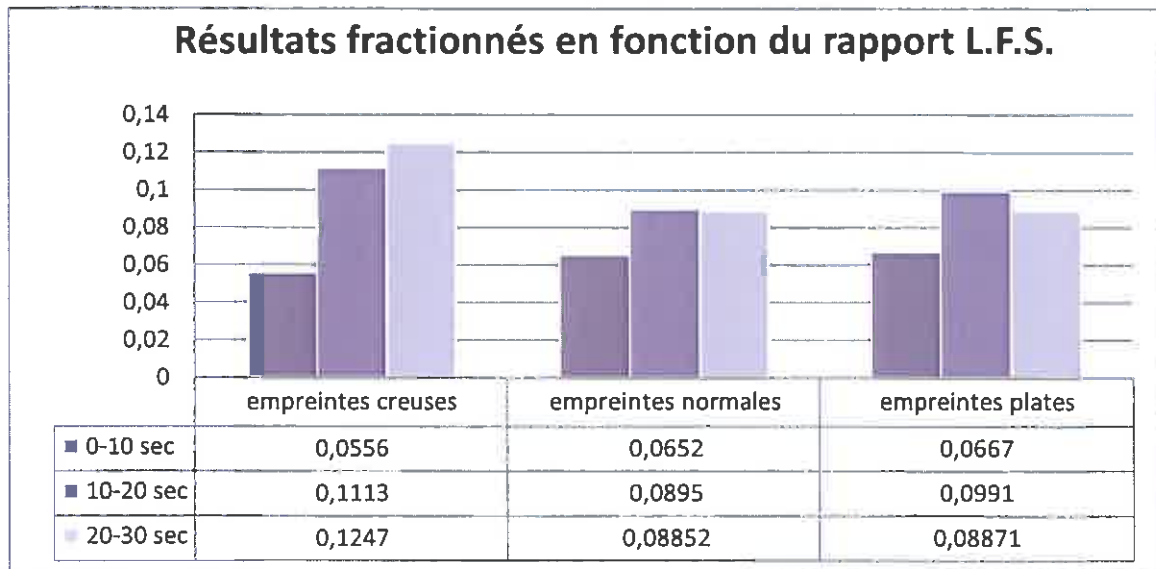


Figure 14 : résultats moyens en fonction du rapport L.F.S. et valeur de p

Les empreintes normales ont le plus faible rapport L.F.S. (à savoir 0,156), suivies des empreintes plates (0,1622) et des empreintes creuses (0,1965).

Sur la tranche 0-30 sec, il n'y a pas de différence significative entre les trois groupes ( $p=0,800055$ ), (fig. 14). Donc le rapport L.F.S. n'est pas influencé par le type d'empreinte plantaire. Le type d'empreinte plantaire n'influence donc pas la fonction d'équilibration en terme de dépense d'énergie.

Pour les tranches 0-10, 10-20, 20-30 sec, les résultats sont les suivants :



p 0-10 sec =	0,411368
p 10-20 sec =	0,205827
p 20-30 sec =	0,180808

Figure 15 : résultats moyens fractionnés en fonction du rapport L.F.S. et valeurs de p

L'évolution du L.F.S. des trois catégories d'empreintes n'est pas homogène. Nous décrivons l'évolution du rapport L.F.S. par catégorie d'empreinte :

- Les empreintes creuses : le rapport L.F.S. augmente tout au long du test.
- Les empreintes normales : le rapport L.F.S. augmente puis se stabilise.
- Les empreintes plates : le rapport L.F.S. augmente et diminue sur le dernier créneau.

La puissance «p» des tests d'ANOVA sur les trois créneaux de temps est supérieure à 0,05 (fig. 15). Les résultats obtenus ne sont pas significatifs. L'analyse des mesures fractionnées confirme les résultats précédents.

#### 5.4. Conclusion des résultats de l'analyse statistique (tab. II)

87 sujets ont participé aux mesures sur la plateforme. Ces sujets sont répartis en trois catégories d'empreintes plantaires avec une certaine homogénéité : creuses (23 sujets), normales (35 sujets), plates (29 sujets). Nous observons une corrélation entre les sujets aux empreintes plates et un I.M.C. de 23,26.

Lorsque nous nous intéressons au critère de jugement principal (S.E.), les résultats obtenus ne sont pas significatifs. Il n'existe donc pas de corrélation entre le type d'empreinte plantaire et la fonction d'équilibration statique unipodale.

Les critères de jugement secondaires (L.D. et L.F.S.) confirment la conclusion précédente puisque les résultats obtenus ne sont pas significatifs pour les deux critères de jugement.

Tableau II : récapitulatif des résultats des analyses statistiques.

Critère de jugement	Puissance du test selon ANOVA	Significatifs (S.) ou Non Significatifs (N.S.)
<b>I.M.C. (critère d'ordre général)</b>	$P_{\text{creuses-normales-plates}} = \mathbf{0,014068}$	<b>S.</b>
	$P_{\text{creuses-normales}} = 0,691056$	N.S.
	$P_{\text{creuses-plates}} = \mathbf{0,013259}$	<b>S.</b>
	$P_{\text{normales-plates}} = \mathbf{0,011086}$	<b>S.</b>
<b>S.E. (critère de jugement principal)</b>	$P_{0-30 \text{ sec}} = 0,207601$	N.S.
	$P_{0-10 \text{ sec}} = 0,1673311$	N.S.
	$P_{10-20 \text{ sec}} = 0,206961$	N.S.
	$P_{20-30 \text{ sec}} = 0,270083$	N.S.
<b>L.D. (critère de jugement secondaire)</b>	$P_{0-30 \text{ sec}} = 0,058316$	N.S.
	$P_{0-10 \text{ sec}} = 0,068001$	N.S.
	$P_{10-20 \text{ sec}} = 0,067774$	N.S.
	$P_{20-30 \text{ sec}} = 0,092314$	N.S.
<b>L.F.S. (critère de jugement secondaire)</b>	$P_{0-30 \text{ sec}} = 0,0800055$	N.S.
	$P_{0-10 \text{ sec}} = 0,411368$	N.S.
	$P_{10-20 \text{ sec}} = 0,205827$	N.S.
	$P_{20-30 \text{ sec}} = 0,180808$	N.S.

## 6. DISCUSSION

### 6.1. Interprétation des résultats

D'après notre étude, il n'y a pas d'influence du type d'empreinte plantaire sur l'équilibre. En effet, la quasi-totalité des analyses montre que les résultats ne sont pas significatifs. Cependant, les résultats de notre recherche sont cohérents par rapport aux normes de l'A.F.P. lors de tests réalisés en bipodal [4] sur plateforme normée. En effet, les résultats de notre étude sont proches des normes en bipodal mais sont supérieurs à ceux-ci. Par exemple, en bipodal la S.E. se situe autour de 100mm<sup>2</sup> alors qu'elle est doublée en unipodal.

71 sujets sont droitiers et ont un pied d'appui gauche, soit 81,6% des participants. Les résultats obtenus sont différents de ceux retrouvés dans l'étude de M. Estrade, publié dans Kinésithérapie La Revue [25], qui a rencontré 95% de personnes droitières avec un membre d'appui à gauche. Bien que la population de droitiers et gauchers soit dans des proportions normales, nous ne pouvons en tirer des résultats s'apparentant à ceux de cette étude.

L'I.M.C. est le seul résultat statistiquement significatif : les personnes ayant un I.M.C. autour de 23 ont tendance à avoir des empreintes plantaires plates. Nous supposons que les individus dont le poids est élevé vont exercer une pression importante sur la voûte plantaire qui, à la longue, va entraîner une hyperextension de l'appareil ligamentaire et tendre vers un pied plat.

Selon l'Organisation Mondiale de la Santé, l'I.M.C. d'une personne normale se situe entre 18,50 à 24,99. Cependant, l'O.M.S. estime un I.M.C. de 23 comme la limite nécessitant une sensibilisation de la population contre les risques de surpoids et d'obésité [22] (Annexe III).

Nous supposons que les personnes qui prennent du poids de façon permanente modifient mécaniquement leur statique. Cela pourrait avoir comme conséquence une variation de l'empreinte plantaire dans le sens de l'augmentation de la surface en contact avec le sol.

En terme de précision, de 0 à 10 secondes, l'ensemble des S.E. est deux fois plus importante que sur le créneau suivant (10-20 sec). Ceci peut être expliqué par le transfert d'appui[5] de bipodal à unipodal au début du test (action qui initie le début de l'enregistrement des mesures). Le mouvement est source de déséquilibre. L'individu qui était stable en bipodal doit rapidement trouver son équilibre sur son pied d'appui.

Toutes catégories confondues, nous observons que la L.D. diminue en moyenne de 6,99 cm entre le premier et le dernier créneau. Ce décalage est similaire à celui retrouvé lors de l'analyse de la S.E. Ceci confirme l'hypothèse de l'instabilité au démarrage du test par le transfert d'appui [5].

Tous types d'empreintes confondues, nous observons une évolution du rapport L.F.S. dans le sens opposé aux deux autres critères de jugement. En effet, la dépense énergétique ne diminue pas après le créneau 0-10 sec mais augmente.

## **6.2. Analyse du protocole**

Nous n'avons pas trouvé de références bibliographiques justifiant le choix du temps de repos entre chaque mesure et la position du sujet lors du test. Ces critères ont dû faire l'objet de décisions empiriques. La plupart des études que nous rencontrons n'abordaient pas le thème de notre étude : elles étaient basées sur des pathologies ou des bilans en bipodal. Les choix ont pour origine l'enseignement du premier cycle de la formation de Masseur-Kinésithérapeute (temps de repos double au temps de travail, genou en charge déverrouillé lorsqu'il n'est plus en extension).

Nous avons fait le choix d'une évaluation pieds nus, alors que dans la vie courante les personnes sont chaussées. En effet, toutes les personnes ont un type de chaussures différent, avec une semelle plantaire plus ou moins adaptée à leur pied. Cela ne permet pas une évaluation inter-individus dans des conditions reproductibles.



Le calcul *a priori* du nombre de sujets nécessaires pour l'étude n'a pas pu être réalisé. Ce calcul nous aurait indiqué les effectifs nécessaires pour valider (ou invalider) notre hypothèse avec un minimum de biais.

Le protocole a tout de même été respecté tout au long du recueil des données : respect des conditions d'installation, de l'environnement toujours identique, des différentes démarches du test.

La plateforme n'étant pas normalisée selon les normes de l'A.F.P. [4] [6] [9], notre étude est restreinte à l'utilisation de cette plateforme et au type de données qu'elle recueille. En effet, les résultats obtenus ne peuvent être comparés à des normes puisque ces dernières sont établies par l'A.F.P. Par exemple : la position du sujet est différente (pieds joints avec une ouverture de 30°), ainsi que le temps d'acquisition des mesures et des données relevées. Mais ce sont ces trois critères qui nous ont amené à nous diriger vers la plateforme Biorescue®.

Les chiffres retrouvés ne correspondent pas aux affirmations avancées par Biorescue® sur l'évolution du comportement du sujet lors de l'examen de 0 à 30 secondes. A savoir, de 0 à 10 secondes découverte et de 20 à 30 secondes phénomène de fatigabilité. Ici, nous n'observons pas de potentiel de fatigue mais une amélioration des performances tout au long du test. Nous supposons que le test ne dure pas assez longtemps pour que nous puissions observer un phénomène de fatigue sur nos jeunes sujets.

De plus, nous nous attendions à sélectionner peu de premiers essais pour l'analyse statistique car les sujets découvrent le test et leurs performances sont généralement meilleures par la suite. Cependant la répartition en fonction de la sélection des essais est homogène. Nous pouvons émettre l'hypothèse qu'une partie de notre population ne nécessite pas de temps d'adaptation pour ce test.

## 7. Conclusion

Malgré notre volonté d'appliquer le processus kinésithérapique basé sur les preuves (Evidence Base Practice), nous devons rester prudent face aux résultats de notre étude.

A ce stade, sur le plan clinique, cette étude nous montre que la prise en charge M.K. d'un patient pour la rééducation de la fonction d'équilibration ne diffère pas en fonction de son empreinte plantaire.

Des résultats obtenus dans une étude plus poussée (randomisée et contrôlée) avec un calcul *a priori* de la population nous permettrons de conclure à une étude sans biais.

Il nous semble donc intéressant de reprendre cette étude en respectant les critères cités ci-dessus qui amélioreraient sensiblement la fiabilité de la recherche.

## REFERENCES OU BIBLIOGRAPHIES

- [1]. GAGEY P.-M., BIZZO G., BONNIER L., GENTAZ R., GUILLAUME P., HELBERT S., MARUCCHI C., VILLENEUVE P. - Huit Leçons de Posturologie : cinquième leçon. – 3<sup>ème</sup> éd. Paris : Association Française de Posturologie, 1993.
- [2]. MAZIERES B., CANTAGREL A., LAROCHE M., CONSTANTIN A. – Guide pratique de rhumatologie. – 2<sup>ème</sup> éd. – Paris : Masson, 2002, 739p, Mediguides.
- [3]. BRUN V., PELISSIER J., DHOMS G., ENJALBERT M., CODINE P., FOUNAU H. – Evaluations clinique et instrumentale de la posture : les échelles et la place de la posture dans les principaux bilans fonctionnels, la posturographie. - PELISSIER J., BRUN V., ENJALBERT M. - Posture, équilibration et médecine de rééducation. – Paris : Masson, 1993. - p. 123 – 134. - Problème en médecine de rééducation ; 26.
- [4]. VILLENEUVE P. – Pied, équilibre & posture. – 1<sup>ère</sup> éd. - Paris : Frisson-Roche, 1996, 224p.
- [5]. MESURE S., LAMENDIN H. – Posture, pratique sportive et rééducation. – 1<sup>ère</sup> éd. - Paris : Masson, 2001, 146p. - Médecine du sport.
- [6]. GAGEY P.-M., WEBER B. – Posturologie : régulation et dérèglements de la station debout. – 2<sup>ème</sup> éd. - Paris : Masson, 2004. – 199 p.
- [7]. VILLENEUVE P. – Pied, équilibre & rachis. – 1<sup>ère</sup> éd. – Paris : Frisson-Roche, 1998, 264p.
- [8]. SAMUEL J. – Pathologie et soins du pied. 1<sup>ère</sup> éd. – Paris : Maloine, 1996, 484p. – Professionnels.
- [9]. FERNANDEZ M. – La posture et l'équilibre : l'évaluation clinique et instrumentale appliquée à la gérontologie. – Diplôme Universitaire Posturologie : Montpellier : 12p disponible sur internet : <http://www.gerosante.fr/IMG/pdf/posture-equilibre.pdf>
- [10]. DUMOULIN J., BISSHOP G., PETIT B. – Posture et mouvement : analyse par électromyographie intégrée. – 1<sup>ère</sup> éd. – Paris : Masson, 1993, 95p. – Monographie de Bois-Larris.
- [11]. HUERTAS C., MANSAT C. – Le Pied : 1<sup>ère</sup> partie. – La Lettre de l'Observatoire du Mouvement, 2002, hors série n°1, 8p.
- [12]. BOUYSSSET M. – Le pied en rhumatologie. – 1<sup>ère</sup> éd. - Paris : Springer, 1997, 477p.
- [13]. SERINGE R., WICART P. – Classification des déformations du pied et principes thérapeutiques (suite). - Maîtrise Orthopédique, 2007, n°169.

[14]. **BELL J., GABBARD C.** – Foot preference changes through adulthood. - Laterality : Asymmetries of body, brain and cognition. – 2000, 5, 1 , p 63-68.

[15]. **GUILLODO Y., SEBERT P., BARTHELEMY L.** – Latéralité podale et détente vertical chez le footballeur de haut niveau. – Science & Sports. – 1992, 7, 2, p 123-124.

[16]. **KLEIN P., SOMMERFELD P.** – Biomécanique des membres inférieurs : bases et concepts, bassin, membres inférieurs. – 2<sup>ème</sup> éd. – Issy-Les-Moulineaux : Elsevier, 2008, 437p.

[17]. **VIAL D.** – Etude de l'empreinte plantaire au podogramme dans l'examen programmé du pied. - **HERISSON C., EULRY F., SIMON L.** – Méthode actuelle d'exploration du pied. – Paris : Masson, 1995. P. 23-26. – Collection monographie de podologie : 17.

[18]. **MARTINET Y., BOHADANA A.** – Le tabagisme : de la prévention au sevrage. – 3<sup>ème</sup> éd.- Paris : Masson, 2004. – 340p.

[19]. **DEBRY G.** – Le café et la santé. – 1<sup>ère</sup> éd. – Paris : John Libbey Eurotext, 1993. – 560p.

[20]. **WEBER B., VILLENEUVE P.**- Posturologie clinique : Dysfonctions motrices et cognitives. – 1<sup>ère</sup> éd. – Issy-Les-Moulineaux : Masson, 2007. - 170p.

[21]. **THOUMIE P., MEVELLEC E.** – La chute : Physiologie de l'équilibration. – La Lettre, 2001.

[22]. **Organisation Mondiale de la Santé.** – Obésité : prévention et prise en charge de l'épidémie mondiale : rapport d'une consultation de l'OMS. – 1<sup>ère</sup> éd. – Hong Kong : OMS, 2003. – 284p. – OMS, Série de Rapports techniques.

[23]. **GAGEY P.-M.** – Le bilan postural. Mémoire Ann. Kinésithér. 1993, t.20, n°6, pp295-301 Massons paris.

[24]. **DODGE Y.** – Premiers pas en statistique. – 3<sup>ème</sup> éd. – Paris : Springer-Verlag France, 2006. – 427 p.

[25]. **ESTRADE J-L.** – Asymétrie de l'appui unipodal objectif – Kinesither Rev, 2010, 104-105, 4-18, p14.

**ANAES** – Service de recommandations professionnelles – Janvier 2000 – Guide d'analyse de la littérature et gradation des recommandations.

Pour en savoir plus sur les tests statistiques :

CUCHERAT M. - Interprétation des essais cliniques pour la pratique médicale. – Faculté de Médecine Lyon – Laennec. – [www.spc.univ-lyon1.fr/polycop](http://www.spc.univ-lyon1.fr/polycop) - 2009.

<http://www.aiaccess.net/French/accueil.htm> [tutoriel/](#) [animation/](#) partie statistique : ANOVA univariée.

# **ANNEXES**

# ANNEXE I

## Fiche de recueil mémoire

Numéro :

Prise d'excitant ou relaxant 1h avant le test (exemples : café, cigarette) ?

Sexe :            Féminin       Masculin

Age :            ans

Taille :          cm

Poids :          Kg

Sport(s) pratiqué(s) :

Fréquence :            fois/semaine

Antécédents (chirurgical ou traumatique) :

Précisions :

Séquelles :                            Oui             Non

Problèmes d'équilibre connu :                            Oui             Non

Port de lunettes :                            Oui             Non

Acuité visuelle mal compensée :                            Oui             Non

Problèmes orthoptiques :                            Oui             Non

Problèmes oreille interne :                            Oui             Non

Compensation orthopédique sur prescription :                            Oui             Non

# ANNEXE I

Numéro :

Pied d'appui :

Droit

Gauche

Empreinte du pied :

Normale

Creux

Plat

1<sup>ère</sup> mesure :

	0 – 10 sec	10 – 20 sec	20 – 30 sec	Temps complet
Aire (mm <sup>2</sup> )				
Longueur (mm)				
Vitesse (mm/s)				

1 min de repos

2<sup>ème</sup> mesure :

	0 – 10 sec	10 – 20 sec	20 – 30 sec	Temps complet
Aire (mm <sup>2</sup> )				
Longueur (mm)				
Vitesse (mm/s)				

1 min de repos

3<sup>ème</sup> mesure :

	0 – 10 sec	10 – 20 sec	20 – 30 sec	Temps complet
Aire (mm <sup>2</sup> )				
Longueur (mm)				
Vitesse (mm/s)				

1 min de repos



## ANNEXE II

### Disposition du matériel de mesure dans une salle de l'I.F.M.K. de Nancy



## ANNEXE III

### L'indice de masse corporelle I.M.C.

L'IMC ou indice de Quételet est un indice du poids par rapport à la taille communément employé pour la classification du déficit pondéral, du surpoids et de l'obésité chez l'adulte. Il se calcule en divisant le poids en kilogrammes par le carré de la taille en mètres. (kg/m<sup>2</sup>).

#### Classification des adultes en fonction de l'IMC\*

Classification	IMC	Risque de morbidité associée
Insuffisance pondérale	<18,50	Faible (mais risque accru d'autres problèmes cliniques)
Eventail normal	18,50-24,99	Moyen
Surpoids:	≥25,00	
Préobèse	25,00-29,99	Accru
Obèse, classe I	30,00-34,99	Modéré
Obèse, classe II	35,00-39,99	Important
Obèse, Classe III	≥40,00	Très important

L'O.M.S. met en avant le fait qu'un I.M.C. de 23 entraîne des modifications du fonctionnement de notre corps qui pourrait se traduire par l'apparition de pathologies. Elle fait donc de ce chiffre le premier niveau de prévention contre l'obésité.

Tableau issu de : **Organisation Mondiale de la Santé.** – Obésité : prévention et prise en charge de l'épidémie mondiale : rapport d'une consultation de l'O.M.S. – 1<sup>ère</sup> éd. – Hong Kong : O.M.S, 2003. – 284p. – O.M.S. , Série de Rapports techniques.

## ANNEXE IV

Numéro d'anonymat	IMC	empreinte	Essai choisi	surf tot mm <sup>2</sup>	lg tot cm	LFS
1	20,0474456	1	3	319	43,5	0,73333333
2	19,7530864	1	1	228	40,9	0,55745721
3	22,8395062	1	3	102	36,8	0,27717391
4	22,3093564	2	1	530	37,8	1,4021164
5	17,8465199	1	3	260	43,3	0,60046189
6	20,0617284	1	2	190	39,4	0,4822335
7	18,75	3	3	259	48,9	0,52965235
8	25,390625	1	3	202	43,7	0,46224256
9	18,9387755	2	1	289	38,3	0,75456919
10	18,1662043	2	2	459	46,8	0,98076923
11	24,1632653	3	3	438	56,3	0,77797513
12	21,4532872	3	1	175	34,5	0,50724638
13	21,7365053	2	2	191	38,8	0,49226804
14	26,2772851	1	2	148	55,2	0,26811594
15	22,5306122	1	3	246	35,4	0,69491525
16	20,5693297	1	2	296	43,4	0,68202765
17	18,2867797	2	2	211	38,6	0,54663212
19	21,7180661	2	1	244	32,1	0,76012461
21	21,0498179	2	2	112	29,1	0,38487973
22	21,5510204	3	3	520	41,3	1,2590799
23	21,7365053	2	2	181	39,2	0,46173469
24	20,8085612	1	3	330	47,4	0,69620253
25	22,8194045	2	1	235	42,6	0,55164319
26	24,2424242	3	3	280	35,7	0,78431373
27	27,0551509	3	2	313	36,7	0,85286104
28	21,6333153	1	2	115	41,6	0,27644231
29	18,2563187	2	2	174	34,5	0,50434783
30	19,0450733	2	3	206	36,7	0,5613079
31	22,8774057	1	3	235	32,8	0,71646341
32	23,6244475	2	3	251	55,8	0,44982079
33	21,4535737	2	2	504	40,5	1,24444444
34	30,1895906	2	3	223	41,9	0,53221957
35	22,647377	2	3	230	35,1	0,65527066
36	26,2188209	3	1	222	32,7	0,67889908
37	25,390625	3	1	298	32,7	0,91131498
38	21,1552942	2	1	370	46,3	0,79913607
39	20,7475502	3	2	307	57	0,53859649
40	20,3703704	2	1	451	51,2	0,88085938
41	17,7819713	2	1	248	41,5	0,59759036

## ANNEXE IV

42	25,2493372	3	3	201	34,1	0,58944282
43	20,0474456	1	1	161	42,8	0,37616822
44	22,8571429	2	3	184	45,3	0,40618102
45	21,2244898	2	3	159	50,1	0,31736527
46	20,661157	1	3	166	55	0,30181818
47	22,2825921	2	2	195	24,1	0,80912863
48	23,2254318	1	3	115	29,6	0,38851351
49	23,1481481	3	2	248	60,6	0,40924092
50	20,6790123	3	1	274	40,8	0,67156863
51	22,019503	2	1	269	32,2	0,83540373
53	34,6809354	2	1	254	63,9	0,39749609
55	22,0968079	3	2	105	41,5	0,25301205
56	21,0372535	1	3	297	63,3	0,46919431
57	23,0545625	1	1	193	24,2	0,79752066
58	22,3435156	2	1	257	43,4	0,5921659
59	21,3039486	3	3	131	29,9	0,43812709
60	21,7365053	2	2	208	44,1	0,47165533
61	22,3863143	3	2	166	39,6	0,41919192
62	21,9898924	1	2	188	35,2	0,53409091
63	25,2173586	3	3	500	35,7	1,40056022
64	21,4641044	2	1	313	44,9	0,69710468
65	19,8140527	2	2	112	31,1	0,36012862
66	23,3010948	3	2	179	40,7	0,43980344
67	33,8344665	2	2	234	29,1	0,80412371
68	21,2183172	3	1	255	48,9	0,52147239
69	21,0372535	2	3	305	37,1	0,82210243
70	20,4511462	3	2	153	52,6	0,29087452
72	21,0372535	3	1	209	37,1	0,56334232
73	23,5294118	3	2	313	38,5	0,81298701
74	22,9440889	1	3	221	38,8	0,56958763
75	19,4869615	2	1	294	47,9	0,61377871
76	22,790329	3	2	132	46,5	0,28387097
77	20,5761317	1	1	203	30,8	0,65909091
78	22,790329	3	3	605	39,1	1,54731458
79	28,3848022	3	1	197	30,4	0,64802632
80	22,3517429	1	3	257	39,7	0,64735516
81	27,6816609	3	2	81	26	0,31153846
82	22,2222222	2	2	397	51,8	0,76640927
83	26,794938	2	3	148	38,2	0,38743455
84	26,8274208	3	1	209	58,5	0,35726496
85	20,4528853	2	1	436	48	0,90833333
86	20,6037803	1	1	196	46,8	0,41880342

## ANNEXE IV

87	18,5567732	2	3	196	50,3	0,38966203
88	23,8754325	3	1	250	49,5	0,50505051
89	22,2825921	2	2	241	44,4	0,54279279
90	20,9839876	3	3	149	32,9	0,45288754
91	22,65625	3	3	130	27,8	0,4676259
92	22,7244035	3	3	246	37,2	0,66129032
93	22,1526465	1	1	170	41,4	0,41062802

### Légende :

Empreinte :

1 = creuse

2 = normale

3 = plate

L.F.S. : Longueur Fonction de la Surface