

# ADAPTATIONS BIOMÉCANIQUES ET NEURO MUSCULAIRES DU MEMBRE INFÉRIEUR À L'IMPACT. « Effet de l'interface ».

**P.GRIFFON (1) (MSc) ; P.CHAVET (2) (PhD) MCF-HDR ; ÉCOLE DE PODOLOGIE DE MARSEILLE (1) ;  
Y.JAMMES, (PU-PH) (3)**

(1) École de Podologie de Marseille.

(2) Faculté des Sciences du Sport (Marseille)

(3) UMR MD2 P2COE, IFR Jean Roche, Faculté de Médecine, (Marseille)

*En podologie, le choix argumenté de matériaux amortissant est dépendant des caractéristiques « fournisseur ». Ces caractéristiques correspondent généralement à des tests effectués sur des épaisseurs bien plus importantes que celles utilisées dans notre pratique courante. De plus la place de la résine (dessus ou dessous), se résume généralement à faciliter l'acte technique. Toutes ces interrogations, nous ont amené à analyser les adaptations neuromusculaires et biomécaniques lors de l'impact lorsque l'on manipule la surface de réception.*

Les activités locomotrices sollicitent les systèmes ostéo-articulaire et musculo squelettique au quotidien, en générant des impacts pied/sol répétés et d'intensité variable. Ces impacts résultant de la collision entre le pied et la surface de réception sont de grande amplitude et de durée très brève, d'où la nécessité pour le système musculo-squelettique d'absorber ces chocs. En effet, l'échec du contrôle de l'absorption de ces impacts conduit à des blessures du système musculo-squelettique. (M. Santello & coll. 2004). De nombreux auteurs se sont non seulement intéressés à l'absorption du choc lors de l'impact mais surtout aux facteurs influençant cet amortissement. Ces paramètres sont à la fois structurels mais aussi fonctionnels.

Tout d'abord on notera le rôle passif des structures anatomiques avec le squelette osseux et fibreux (Poulain & Pertuzon. 1998, Wright 1973) mais avec les muscles par leur contraction excentrique (Peninou & coll.1985) et aussi le rôle longtemps sous estimé des tissus mous sous calcanéen (De Clerq 1995, Pain 2004).

En effet, en réponse à la contrainte externe, l'adaptation structurelle se fera par l'intermédiaire des structures anatomiques alors que la réponse fonctionnelle s'effectuera par le biais de la raideur articulaire et la contribution neuro sensorielle.

La raideur articulaire joue un rôle déterminant dans l'amortissement de l'impact et d'ailleurs plusieurs auteurs ont souligné la notion de seuil minimal et maximal de raideur en deçà ou au-delà duquel l'impact devient nuisible au membre impactant. Arampatzis en 2001 quand à lui évoque un niveau optimal de raideur qui majore la puissance mécanique.

La marche, activité apprise qui semble banale ne reflète pas le niveau de complexité neuronale qu'elle sous tend. Elle nécessite une contribution de tout l'équipement sensoriel ainsi que des instruments moteurs capables de mettre en place des réactions motrices rapides et appropriées au mouvement, par des mécanismes réflexes et des mécanismes d'anticipation. Fiolkowski en 2005 mentionne l'effet régulateur de la sensibilité plantaire. Impliqués dans les mécanismes d'anticipation, nous retrouverons les récepteurs labyrinthiques, les récepteurs visuels, les afférences fusoriales qui rendent compte respectivement de l'accélération, de la cible, et de l'état du muscle.

Et enfin le 4ème paramètre, est la rigidité du sol. Selon l'objectif à atteindre : performance ou amortissement, on portera soit un jugement péjoratif sur les surfaces dites « absorbantes », ou

au contraire, en pathologie, un regard bienveillant sur les qualités absorbantes d'un matériau. Quoiqu'il en soit les forces lors de l'impact sont fortement affectées par la rigidité du sol. (Alaoui 2009).

Dans notre arsenal thérapeutique de matériaux, qu'en est-il de nos matériaux ? L'adjonction d'une interface en podologie pourrait elle permettre d'obtenir un niveau de raideur optimal du membre impactant ? Et donc de ce fait améliorer la performance. La performance étant le reflet à la fois de l'action du matériau mais aussi de la mise en œuvre musculaire qu'il permet.

### Méthode :

11 jeunes sportifs de sexe masculin (taille 1,81 m  $\pm$ 0,07, masse corporelle 72,5 kg  $\pm$ 6,88) participaient à notre étude.

Les matériaux d'interface utilisés étaient au nombre de trois (selon leur niveau de rigidité de 1 la plus faible à 3 la plus grande) et respectivement assemblés avec une résine de 1.2 mm d'épaisseur (respectivement dessus : de C1 à C3 et dessous : de C4 à C6) afin d'obtenir 6 configurations. Afin de simuler les impacts nous avons utilisé un sledge, qui est un ergomètre spécifique dans le but d'isoler la chaîne articulée inférieure liée à la position assise du volontaire et de calibrer la hauteur de départ des sauts. Nous avons procédé à l'identification de la dominance podale. On nommera le membre dominant MDO (membre impulseur) et le membre non dominant MND (membre récepteur).

Nos volontaires ont réalisé 2 séries de 3 drop-jump maximum pour chaque configuration et chaque membre (MDO et MND). Le choix des configurations a été randomisé et chaque sujet était son propre témoin. Les variables observées étaient les forces de réaction du sol (GRF) par l'intermédiaire de la plateforme de force (Kistler) sur laquelle les jeunes volontaires atterrissaient, les accélérations grâce à un accéléromètre tri-axe miniature placé sur le méplat tibial (Endevco  $\pm$  50g) et les déplacements du siège et sa vitesse grâce à un potentiomètre (Leine & Linde).

### Résultats :

L'étude des forces et des accélérations quelque soit la dominance podale montrent que les configurations C1 et C6 génèrent des GRF proches de la moyenne (*moy. de 1394.18 pour le MDO vs moy. 1400.93 pour MND*) et de faibles accélérations, alors que la configuration C2, quant à elle offre une valeur minimale de GRF ainsi qu'une faible accélération.

Pour les configurations C3; C4 et C5 les GRF et les accélérations qu'elles génèrent sont importantes pour le MDO alors que C3 et C5 sur MND montrent une grande adaptation au système. (Fig.1 et Fig.2)

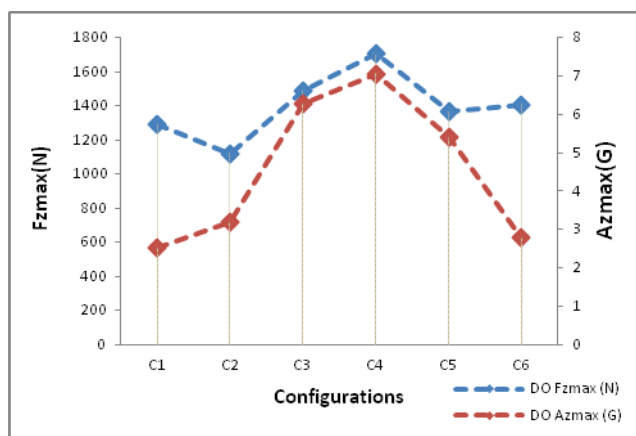


Figure 1. Forces et accélérations selon les configurations du MDO

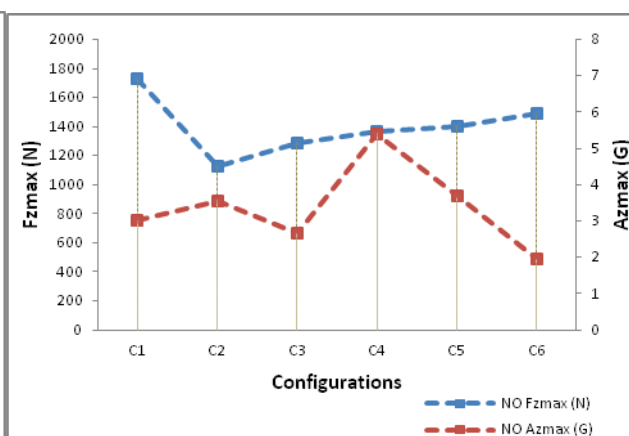


Figure 2. Forces et accélérations selon les configurations du MND

Plus que l'étude des durées de poussée et des durées de freinage, obtenues grâce aux valeurs du potentiomètre, la valeur résultante du quotient durée de poussée sur durée de freinage est plus intéressante car elle nous renseigne sur les mises en jeu musculaire lors du freinage et lors de la poussée.

En effet quand ce quotient est supérieur à 1, nous sommes face à des configurations qui aident le système à rebondir, alors que lorsqu'on obtient un résultat inférieur à 1, la configuration génère plus de freinage que d'accélération. Nous voyons sur la figure 3 que la configuration C6 aide à l'amortissement sur le MDO alors que sur la figure 4 C6 aide le système à rebondir le MND.

L'observation des figures 3 et 4 montre qu'il existe un effet résine. En effet le placement de la résine dessous offre plus d'amortissement et ce quelque soit la dominance podale. Alors que le placement de la résine dessus confère au système un plus grand pouvoir élastique.

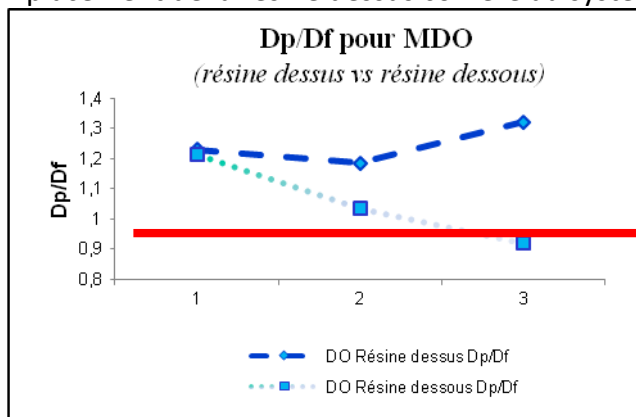


Figure 3. Durée de poussée sur durée de freinage du MDO résine dessus vs résine dessous

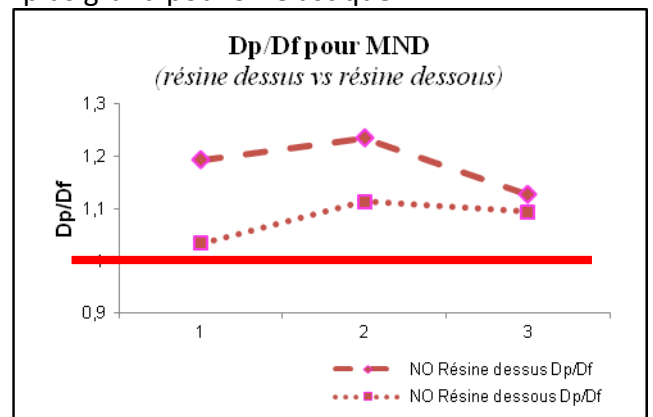


Figure 4. Durée de poussée sur durée de freinage du MND résine dessus vs résine dessous

### Discussion :

Cette étude a permis de mettre en évidence l'influence du placement de la résine dans les appareillages podologiques. En effet, on obtiendra un plus grand effet amortisseur quand le matériau amortissant sera placé au contact du pied, et un grand effet propulseur quand le matériau sera au contact des forces de réaction du sol. Cependant on ne devra pas occulter l'importance de la dominance podale. Certains matériaux amortissants peuvent aider le système à amortir le membre dominant et aider le membre non dominant à rebondir.

Enfin et surtout, il existe des configurations de faible rigidité, qui non seulement n'apportent qu'un faible amortissement mais mettent en péril le système musculo-squelettique.

### Conclusion :

Selon que les objectifs seront l'amortissement ou la performance, le choix et la place des matériaux amortissants restent corrélés à la tâche, et à la dominance podale.