

# Paramètres de marche de différentes chaussures

## Cinétique & cinématique

Patrick Hiltpold  
Aline Mühl  
Renate List  
Silvio Lorenzetti



# Comparaison des mouvements et des forces : pieds nus - MBT - kyBoot - Joya - Joyssy

## Généralités

Afin d'examiner l'influence qu'ont les chaussures « kyBoot » et « Joya » de Karl sén. & jr. Müller sur la démarche (marche et jogging), ainsi que les efforts transmis aux pieds, l'Institut de biomécanique de l'EPF de Zurich a effectué une étude analysant la démarche. L'étude a été réalisée sur 12 hommes et femmes (pieds nus, kyBoot, Joya, MBT et 3 femmes avec la Joyssy) avec des vidéos haute vitesse de l'impact au sol, des mesures cinétiques des forces de réaction du sol et des mesures cinématiques de la posture et du mouvement du corps.

- A. Les spécialistes en biomécanique souhaitant consulter l'étude en entier peuvent la télécharger en cliquant sur le lien suivant : (<http://www.kybun.ch/philosophie/eth-studie.html>)
- B. Les personnes qui souhaitent une explication simple des résultats et de l'interprétation du fabricant l'obtiennent à la page suivante.



## Introduction

La marche est la forme de locomotion la plus importante, raison pour laquelle l'être humain passe beaucoup de temps debout sur ses pieds. Afin d'examiner l'influence qu'ont les chaussures « kyBoot » et « Joya » de Karl sén. & jr. Müller sur la démarche ainsi que les efforts transmis aux pieds, l'Institut de biomécanique de l'EPF de Zurich a réalisé des centaines de mesures comparatives sur 12 hommes et femmes. Le but du travail était de déterminer la modification des paramètres de marche (force de réaction du sol, force maximale, taux d'augmentation de la force, durée de contact au sol, vitesse de marche, évolution de l'angle de la cheville, du genou, de la hanche, de l'épaule et du coude). Les mesures ont été effectuées à la marche et au jogging.

### Explication des mesures pieds nus:

Les mesures ont toujours été effectuées pieds nus comme comparaison. Une comparaison avec une chaussure ordinaire aurait certes été utile, mais « la » chaussure ordinaire n'existe pas. La comparaison a donc été faite par rapport au pied nu. On a tendance à penser que de marcher pieds nus est la meilleure ou la plus naturelle des choses. On oublie cependant que la plupart des gens ne sont pas habitués à marcher pieds nus sur un sol dur et plat. Ceci explique que l'objectif de la marche avec des chaussures n'est pas d'obtenir exactement les mêmes valeurs de mesure que pieds nus.

Par exemple, l'amortissement d'une semelle molle est meilleur que pieds nus.

## Paramètres mesurés et comparés

L'Institut de biomécanique de l'EPF de Zurich a effectué les mesures suivantes:

- 1. Haute vitesse:** vidéo de l'impact au sol, prise depuis le côté à l'aide de caméras spéciales au ralenti à haute résolution. Ces 5 vidéos au ralenti de la même personne, effectuées avec différentes chaussures, permettent de voir l'impact au sol du pied et de la chaussure.
- 2. Cinétique:** mesure des forces de réaction du sol, autrement dit les forces qui agissent sur la chaussure ou, pieds nus, sur le pied dans toutes les directions (sens vertical, droite/gauche et avant/arrière).
- 3. Cinématique:** mesure du mouvement du corps et des angles des articulations (le tout uniquement depuis le côté - plan sagittal) (photos / vidéos de marche et de jogging).



Pour les mesures cinétiques et cinématiques, 12 personnes ont été mesurées dans toutes les chaussures (ky-Boot, Joya, Joysy, MBT) et pieds nus. Cinq répétitions ont été faites pour chaque discipline, une fois à la marche et une fois au jogging. Pour 4 chaussures et pieds nus, cela donne 50 mesures par personne (pieds chaussés de 5 manières, marche et jogging, 5 répétitions). Pour 12 personnes, cela donne 600 mesures comme base des résultats.



**Plus de 90% des valeurs mesurées pour les différents produits présentent peu ou pas de différences. Nos commentaires se limitent donc aux valeurs qui diffèrent.**

# Évaluation des mesures présentant des différences majeures

## 1. Comparaison visuelle des vidéos haute vitesse

Sur les images, on voit à l'œil nu que les chaussures de Karl Müller amortissent mieux l'impact que le bourrelet de graisse naturel du talon pied nu.

Par rapport au pied nu, la part d'énergie d'impact absorbée par la semelle molle des chaussures de Karl Müller est plus grande.



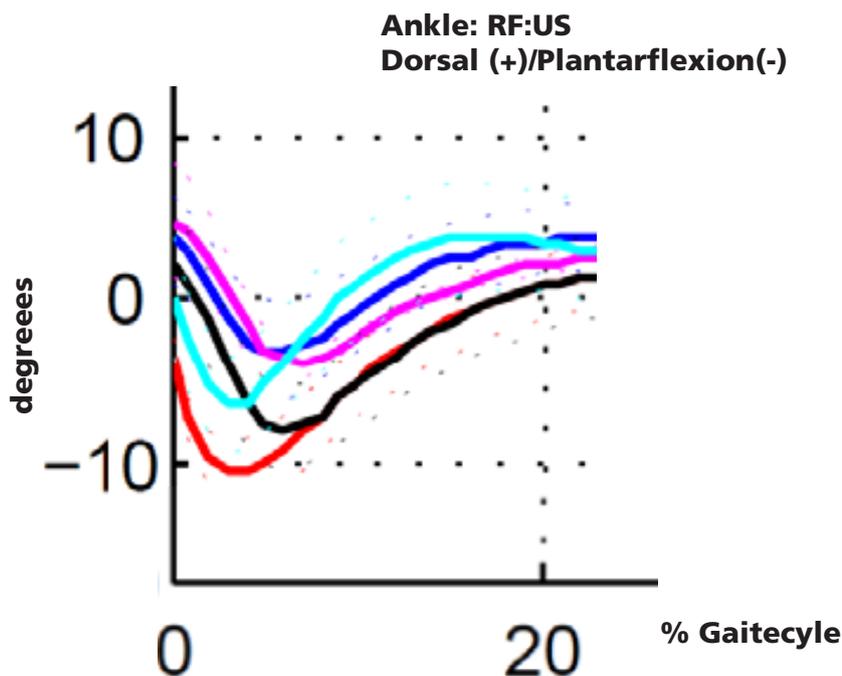
## 2. A. Posture adoptée à la marche – B. Forces exercées à la marche – C. Posture adoptée au jogging – D. Forces exercées au jogging

(Tous les résultats : étude EPF p. 14 – 28 / commentaire de l'EPF p. 28)

### A) Posture adoptée à la marche (cinématique) (étude EPF p. 15 – 19)

Il n'existe pas de différences majeures entre les chaussures. Dans toutes les chaussures, les angles de mouvement sont cependant supérieurs à ceux mesurés pieds nus (respectivement avec une chaussure ordinaire).

Au moment du premier contact du sol, le pied avec chaussure (particulièrement la Joya/Joyssy) fléchit davantage (angle plus grand de la flexion dorsale). Nous pensons que cela est dû à une contraction préalable plus forte du muscle du tibia, qui permet de supposer que la protection musculaire est plus grande à l'impact du pied.



**Figure 15 : Marche : évolution de l'angle de la cheville – pied nu (rouge), Joya (bleu), Joyssy (magenta), kyBoot (noir), MBT (cyan)**

## B) Forces exercées à la marche (cinématique) (étude EPF p. 20 – 21)

Diagramme du haut p. 20 : la force verticale montre que les chaussures de Karl Müller augmentent de 2 à 3 fois la durée jusqu'à ce que la moitié du poids du corps repose sur les articulations. Même par rapport à la MBT, la réduction des contraintes peut encore atteindre près de 30%. Nous en déduisons que cela réduit nettement les contraintes auxquelles les articulations sont exposées au moment de l'impact du pied.

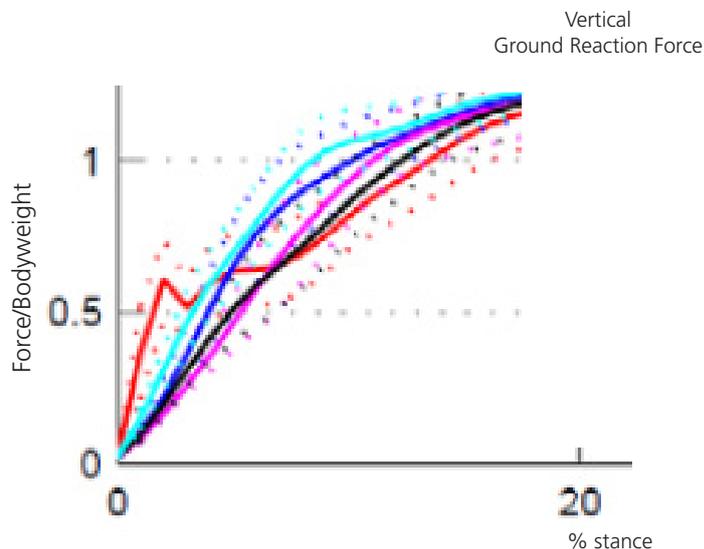


Diagramme du milieu p. 20 : pour la force de freinage, on remarque que les chaussures de Karl Müller lissent le mieux la courbe. Celle-ci est la plus harmonieuse et pourrait avoir une influence positive sur le tendon d'Achille et le tendon patellaire.

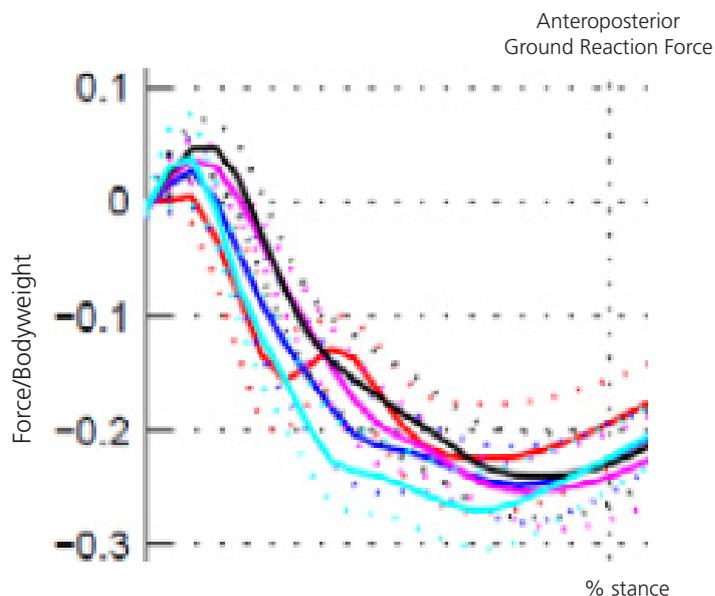
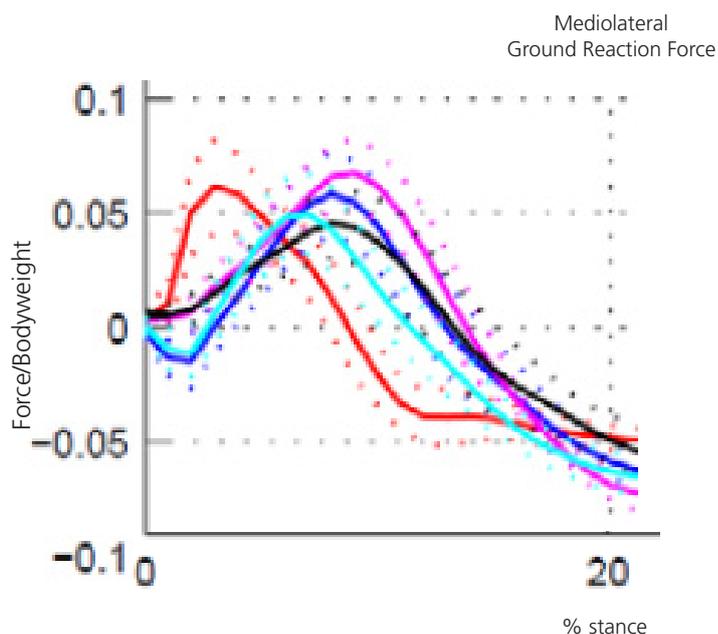


Diagramme du bas p. 20 : toutes les chaussures assurent une transition plus harmonieuse de la pronation à la supination et inversement sur sol dur que ce n'est le cas pieds nus, transition dont on sait qu'elle peut être à l'origine de problèmes aux tendons d'Achille et aux tendons patellaires.



**Figures : Force de réaction du sol à la marche – pied nu (rouge), Joya (bleu), Joyssy (magenta), kyBoot (noir), MBT (cyan)**

### C) Posture adoptée au jogging (cinématique) (étude EPF p. 22 – 26)

Les considérations sont les mêmes qu'au point A) Posture adoptée à la marche.

### D) Forces exercées au jogging (cinématique) (étude EPF p. 27 – 28)

Diagramme du haut p. 27 : la force verticale montre que les chaussures de Karl Müller augmentent de 2 à 3 fois la durée jusqu'à ce que tout le poids du corps repose sur les articulations. Même par rapport à la MBT, la réduction des contraintes (poids total du corps) peut encore atteindre près de 30%. Nous en déduisons que cela réduit nettement les contraintes auxquelles les articulations sont exposées au moment de l'impact du pied.

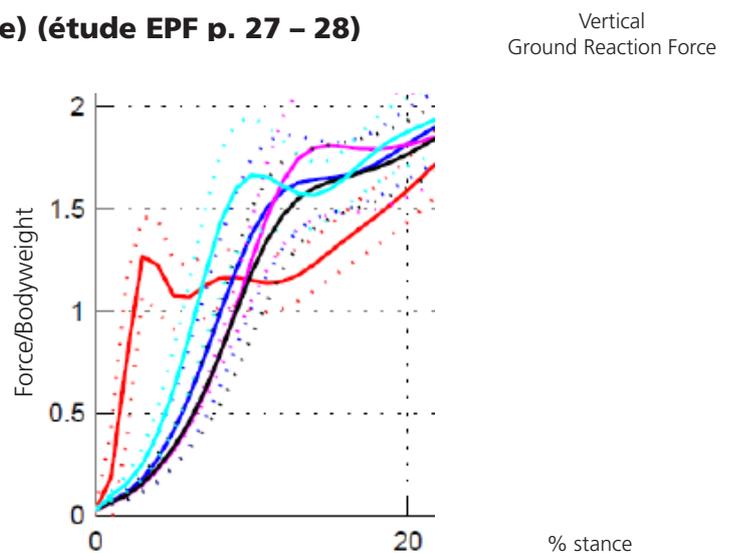


Diagramme du milieu p. 27 : les considérations sont les mêmes que pour le diagramme du milieu des forces exercées à la marche.

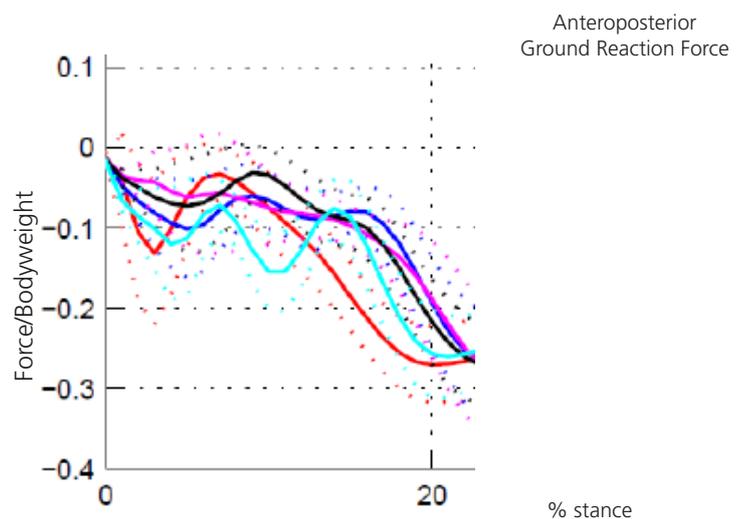
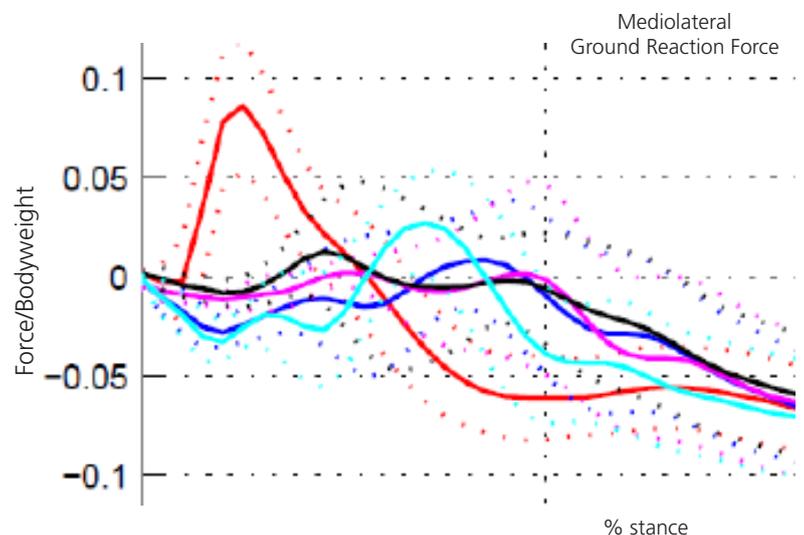


Diagramme du bas p. 27 : ici aussi, les considérations sont les mêmes que pour la marche.



**Figures : Forces de réaction du sol au jogging – pied nu (rouge), Joya (bleu), Joyssy (magenta), kyBoot (noir), MBT (cyan)**

### 3. Conclusions:

1. La kyBoot et la Joya créent des mouvements plus grands. Nous nous attendions à ce résultat, car la semelle aux propriétés molles et souples cède considérablement sous l'effet du poids. Lorsque nous marchons pieds nus sur un sol naturel et irrégulier, les angles de mouvement augmentent évidemment aussi (dans le sable, en montée, en descente, etc.). Les propriétés molles et souples permettent de supposer que l'effort et l'énergie consommée sont supérieurs et que l'entraînement de la musculature est plus intense.
2. D'une manière générale, les courbes de mouvement des chaussures de Karl Müller sont plus harmonieuses (moins d'à-coups).
3. Dans la première phase d'impact au sol, la force qui agit sur le corps est nettement plus faible (facteur de 2 à 5) dans les chaussures de Karl Müller dont la semelle amortit le choc que pieds nus, aussi bien à la marche qu'au jogging.
4. En ce qui concerne la posture du haut du corps, aucune différence n'a été constatée entre les chaussures de Karl Müller et la semelle ronde.

### Remarques du fabricant:

Les vidéos au ralenti et les courbes des forces exercées montrent et prouvent que la musculature du pied et de la jambe est trop lente pour pouvoir assurer la stabilisation musculaire des articulations. Cela nous pousse à nous demander quelle était l'intention du Créateur de l'homme lorsqu'il a autant ralenti la réactivité de la musculature humaine.

- Est-ce sans importance qu'une articulation devient incontrôlable pendant 20 millisecondes ?
- Ou est-ce plutôt que le pied n'est pas constitué pour marcher sur un sol plat et dur ?

Je pense que la deuxième hypothèse est la bonne, car la réactivité de la musculature est bien assez rapide tant que le sol sur lequel nous marchons n'est pas dur, mais cède sous l'effet du poids, autrement dit tant que le pied évolue sur un sol naturel et souple. Or le pied de l'homme civilisé n'a que rarement l'opportunité de jouir de la souplesse d'un sol naturel. Et c'est précisément pour remédier à ce manque qu'il existe les chaussures de Karl Müller. Leur semelle simule le sol naturel et souple et prolonge pour ainsi dire la phase d'impact de 20 à 60, voire 100 millisecondes, de telle sorte que la musculature gagne du temps pour stabiliser les articulations et les protéger de façon musculaire.

### Explication des mots étrangers:

Anterior	avant
Posterior	arrière
Dorsal	situé au dos
Plantar	côté de la plante du pied
Plantar Flexion	pied posé sur les orteils
Dorsal Flexion	pied posé sur le talon
Dorsal- Plantarflexion	flexion/extension de la cheville
Medio-lateral	extérieur-intérieur
Anteriposterior	avant-arrière
Cyan	bleu vert
Magenta purpur	bleu rouge