

Étude de l'influence de la chaussure sur la foulée

David LEURION, Pédicure-podologue DE, Podologie du Sport DU, Thérapie manuelle du pied
www.monpododuspport.fr

Objectif de l'étude

Nombreux sont les coureurs à pied qui ont déjà eu l'impression d'avoir une foulée différente en changeant de modèle de running. Chaque constructeur, chaque modèle, offre un choix de technologies proposant soit amorti, soit dynamisme, soit maintien, soit stabilité latérale ou même une combinaison de plusieurs d'entre elles. Ces technologies sont ajoutées à une base qui ne change pas dans une chaussure : une semelle première et la tige de la chaussure (le tissu qui entoure le pied).

L'intégration de ces technologies prend de la place (du volume chaussant) et alourdit la chaussure. On les retrouve maintenant partout autour du pied, augmentant ainsi la hauteur du talon (et donc du dénivelé arrière/avant pied), sous la chaussure en la rigidifiant, au niveau des points de frottement pour éviter les désagréments, ...

L'étude présentée ici a pour finalité de montrer l'impact des chaussures de course (classiques, minimalistes, pieds nus) sur la foulée. Celle-ci dans le but de valider ou d'invalider, sur un échantillon test de 3 pratiquants de course à pied, l'action que peut avoir une chaussure sur la foulée et principalement au moment de l'attaque du pied au sol. Cette étude compare les séquences d'acquisition vidéo (vue de profil et de derrière) par rapport à la foulée des coureurs lors de l'utilisation de chaussures classiques, minimalistes et pieds nus. Cette étude a été réalisée auprès de 3 coureurs de gabarits, techniques et niveaux différents.

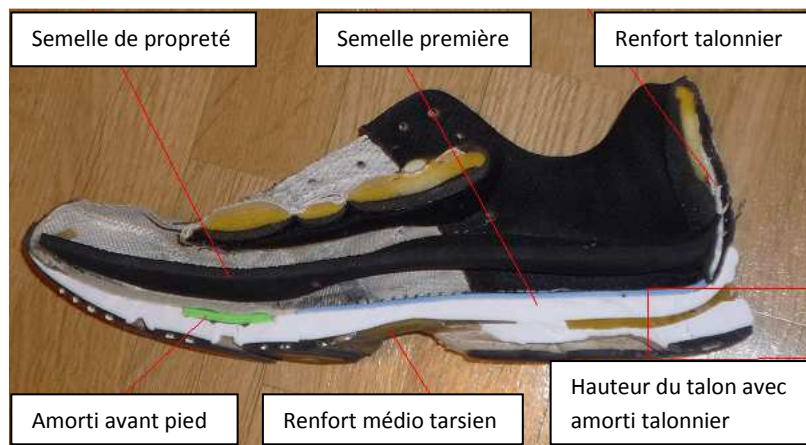
Le problème posé ici est de savoir si la foulée du coureur à pied est influencée par le chaussant.

On ne cherchera pas à essayer de comprendre les mécanismes biomécaniques, neurophysiologiques et sensitifs de la foulée puisque cette étude vise seulement à comparer et à montrer les éventuelles différences des foulées observées.

Introduction

- Le chaussant

La chaussure de running est une chaussure conçue pour la pratique de la course à pied. Elle possède certaines spécificités qui lui permettent de s'adapter aux contraintes et aux besoins de la course à pied.



Anatomie de la chaussure

Une chaussure de type *classique* comporte en général la plupart des éléments décrits ci-dessus afin de permettre confort, soutien et protection du pied. Son poids se situe entre 280g et 400g pour une pointure généralement de 42.

Une chaussure de type *minimaliste* est comme son nom l'indique plus minimale. Sa structure permet que le pied soit le plus libre possible, dans « le moins de matériaux possible ». La semelle première est simple et la semelle d'usure est uniquement présente sur les zones de frictions. Le tissu qui compose la tige est basique. Le but d'une chaussure minimaliste étant de diminuer le poids au maximum, ce dernier peut aller en dessous des 180g.

Dans ces chaussures, les renforts sont quasi inexistant, permettant ainsi au pied de se mouvoir à sa guise et de bénéficier des effets naturels du pied à l'amorti, la stabilité et au dynamisme. Très souvent, un autre critère change, c'est celui du dénivelé entre l'arrière et l'avant pied (qui se mesure entre l'épaisseur de la semelle sous l'appui du talon et celui sous les têtes des métatarsiens).

Les chaussures minimalistes sont nombreuses et on se permet de classer dans cette catégorie les chaussures *racers* [1].



Schéma descriptif de la chaussure minimaliste de type *racer* [1]



- La foulée

Il y a autant de foulées que de coureurs, on les classe en 2 catégories pour faciliter l'étude : on parlera de foulées **postérieure** et **antérieure**.

Foulée postérieure ou cycle arrière :

L'attaque du pied commence par le talon, légèrement en avant de l'aplomb du bassin. Le bassin est en antéversion, le genou en flexion et la cheville en position neutre (90° par rapport à la jambe) voire fermée.

Le membre qui oscille passe la majorité de sa course en arrière du bassin. L'attaque se fait en avant de l'aplomb du bassin entraînant une action **frénatrice** et **amortissante**.

Foulée antérieure, ou cycle avant :

Elle est plutôt réservée au sprint (griffé), mais on la retrouve de manière modifiée en course de fond à des vitesses moindres.

Dans cette foulée, l'attaque du pied peut se faire sur l'avant du pied (métatarsiens) ou sur le milieu du pied (pied plus ou moins à plat).

Le pied se posant au niveau de l'aplomb du bassin, celui-ci est axé. Le membre oscillant va monter vers le torse, genou fléchi, avant de se tendre. Le membre passe plus vite vers l'avant du bassin et il y évolue plus longtemps, ceci juste avant de poser le pied à l'aplomb.

Le pied dans tout ça [2] :

Dans la biomécanique théorique, le pas est divisé en plusieurs phases : amorti, déroulé du pas et propulsion.

Lors de la 1^{ère} phase, dite *taligrade*, le pied touche le sol par son bord postéro-externe. Cette attitude vient de la compilation d'un ensemble de facteurs tels que l'avancée homolatérale du bassin, la rotation du fémur et du tibia, la flexion du genou...

Lors de la seconde phase, dite *plantigrade*, le pied est à plat au sol, l'appui se fait sur le talon, sur l'avant pied et sur son bord externe du pied (isthme). C'est une phase importante où le pied nécessite une stabilité latérale. Le membre portant sert de pivot afin de permettre au membre oscillant de se déplacer vers l'avant et de préparer son pas.

Enfin, la dernière phase, *digitigrade*, correspond à la propulsion. Les appuis se concentrent alors vers l'avant du pied. La ligne des pressions décrit un trajet vers la seconde tête métatarsienne et vers le gros orteil qui va terminer cette phase.

En course à pied, à aucun moment les deux pieds sont en contact avec le sol en même temps, ce qui la différencie de la marche.

Cette vision biomécanique reste théorique, elle ne correspond pas exactement à la course. En pratique, beaucoup de facteurs entrent en jeu, ce qui induit que de nombreuses modifications de la foulée existent.

Matériel & Méthodes

- Echantillon test

Pour l'échantillon, 3 coureurs ont réalisé un même protocole sachant que pour le dernier, on a également fait varier les vitesses. À noter qu'aucune étude du morphotype ou examen de la foulée n'a été réalisée avant l'étude.

- ✓ **Virginie** : marathonienne (4h40) mais vise moins de 4h15 avec un entrainement sérieux (occasionnellement en minimalistes)
 - Chaussures *classiques* : New Balance WR 759 CS®
 - Chaussures *minimalistes* : Terra Plana®
 - Pieds nus
- ✓ **Christian** : vrai coureur minimaliste et barefooteur
 - Chaussures *classiques* : New Balance®
 - Chaussures *minimalistes* : Kigo Edge® et Merrell trail Glove®
 - Pieds nus
- ✓ **David** : marathonien (3h12), coureur minimaliste depuis avril 2010
 - Chaussures *classiques* : Saucony Pro Grid Triumph 6®
 - Chaussures *minimalistes* : Vibram Five Fingers® et Asics Hyper Speed 4®
 - Pieds nus

- Protocole de test

Le protocole consiste à faire courir chaque coureur sur un tapis de course (BH F3 LTD), à 10km/h, avec différentes chaussures (classiques, minimalistes) et pied nus.

Après chaque changement de chaussure et avant chaque prise vidéo, un temps d'adaptation de 2 à 3 minutes est laissé au coureur pour qu'il s'acclimate au tapis.

Pour le test, nous avons donc comparé les foulées pour chaque coureur avec différentes chaussures (au moins une paire de classiques et une de minimalistes). Nous avons utilisé 3 caméras (Kodak Zi8®, Canon 550D®, Sanyo VPC-CA100®) capables d'enregistrer 50 à 60 images par secondes pour pouvoir effectuer des ralentis et analyser les vidéos (logiciel d'analyse vidéo, Kinovéa [3]).

Toutes les caméras ont filmé d'une manière fixe : 1 de profil et 2 de derrière. Ces caméras avaient pour cadre les pieds et les jambes en s'arrêtant au niveau des genoux. Les synthèses des différentes images, avec analyse du ralenti, permettront de faire l'étude de la foulée.

Pour **David**, nous avons fait varier la vitesse de 10 à 14km/h puis de 14 à 16km/h. Ceci dans le but de voir si la vitesse avait une influence sur sa foulée.

Discussion

Les angles mesurés correspondent à la moyenne des calculs d'angles réalisés sur 3 foulées différentes et ne sont que des appréciations visuelles. Elles sont à prendre comme un ordre de grandeur.

Les angles mesurés sont ceux de l'articulation talo-crurale (entre le tibia et le talus/astragale). En position neutre (position debout), l'angle formé entre le pied et la jambe est de 90° (angle droit).

Le mouvement de flexion dorsale consiste à rapprocher le pied de la partie avant du tibia, soit en pratique de faire remonter le pied vers soi. On mesure l'angle lorsque l'attaque se fait au talon, dans le cas inverse, le mouvement semble plus inverse avec une flexion plantaire (vers le sol). Cette dernière reste minime et très difficilement calculable.

- Virginie

Chez Virginie, en New Balance®, on remarque une attaque du talon avec une flexion dorsale de 8°. Celle-ci est légèrement plus importante à gauche. Le pied avant, lors de l'attaque est très en avant du corps.

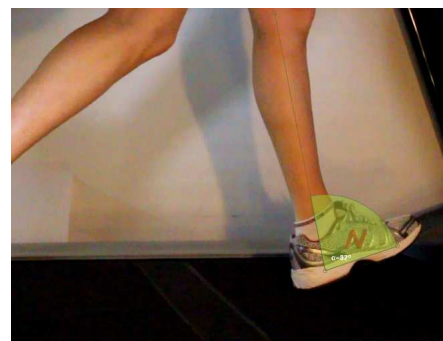
Au passage en Terra Plana®, on remarque une attaque sur l'avant pied à droite et à gauche une attaque au niveau du talon et de la plante. Le pied se ramène, le talon en premier et au dernier moment il bascule. Le mouvement très rapide montre une attaque talon-plante.

Pieds nus, la foulée reste assez semblable à celle avec les Terra Plana®, à la différence que le pied gauche attaque par la plante.

⇒ Pieds nus et en Terra Plana®, le pied se pose sur le sol plus à l'aplomb du bassin.



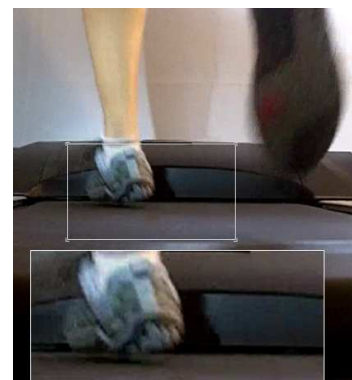
Foulée de Virginie - Terra Plana®



Foulée de Virginie – New Balance®



Foulée de Virginie pieds nus (à gauche) et en Terra Plana®, vue de derrière (à droite)



- Christian

En New Balance®, l'attaque est sur le talon avec une talo-crutale en position neutre.

En Kigo Edge®, la foulée change, le pied droit se pose par le milieu du pied (plante, bande externe), alors que le gauche, comme Virginie attaque par la partie arrière de la plante.

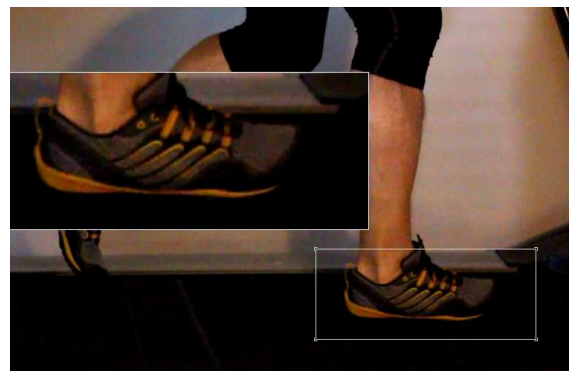
En Merrell trail Glove®, la foulée est semblable avec la Kigo Edge®, sauf à gauche où on a l'impression que l'attaque se fait plutôt sur le talon (là aussi c'est sur un très court laps de temps), pour ensuite passer sur la plante.

Pieds nus, la foulée est en accord des deux côtés vers une attaque au milieu du pied.

⇒ Du fait de la foulée très courte de Christian, le pied se pose toujours vers l'aplomb du corps.



Foulée de Christian - New Balance®



Foulée de Christian – Merrell trail Glove®



Foulée de Christian - Kigo Edge®



Foulée de Christian – Pieds Nus

- David

A 10km/h :

En Vibram Five Fingers® et pieds nus, la foulée est semblable, une attaque vers l'aplomb du bassin avec un contact du pied au sol au niveau de l'avant pied.

En Asics Hyper Speed 4®, la foulée est dissymétrique ; à droite on attaque par l'avant pied contrairement au côté gauche où cela se passe sur le milieu du pied.

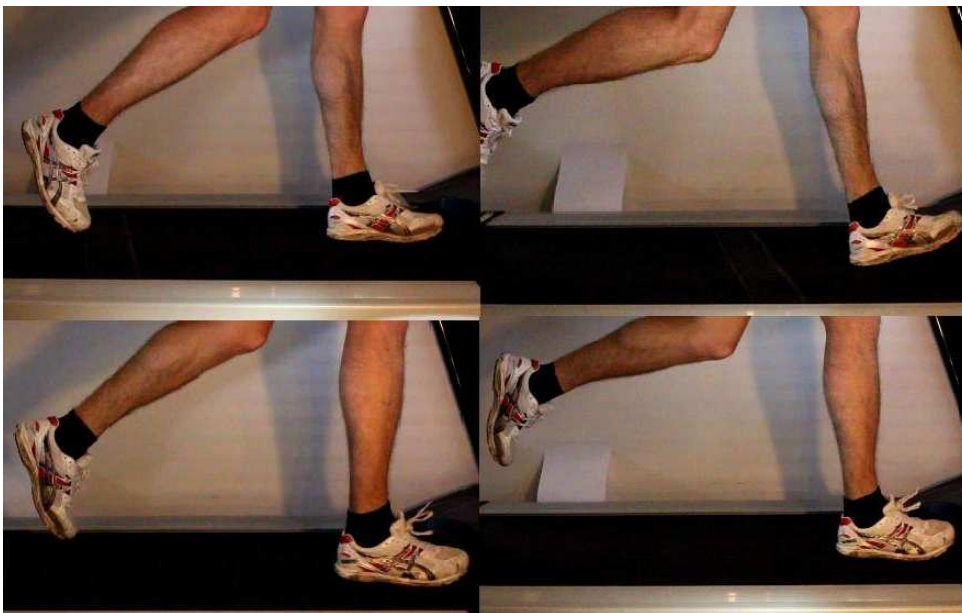
En Saucony Pro Grid triumph 6®, la foulée est dissymétrique. À droite l'attaque est sur l'avant du pied et à gauche c'est au niveau du talon avec une talo-crutale en position neutre.

Lorsqu'on augmente la vitesse, pieds nus et en Vibram Five Fingers®, la foulée s'agrandit. À gauche l'attaque est visible sur l'avant pied, à droite on remarque que l'attaque se réalise sur le milieu et sur l'avant pied. On observe qu'au moment où le pied touche le sol, le membre oscillant est beaucoup plus haut (flexion de genou très rapide, le talon va vers les fesses).

Avec les Saucony®, plus on augmente de vitesse plus l'angle de la talo-crutale augmente. L'attaque au talon apparaît aussi au pied droit.

Avec les Asics®, à 14km/h, la foulée évolue peu par rapport à celle à 10km/h. La différence est visible à 16km/h où le talon du pied gauche se pose en premier sur le sol, rendant une foulée totalement dissymétrique. A droite, on reste sur l'avant pied.

Remarque : Pour les 3, la cadence des foulées augmente lorsqu'on passe en minimaliste et pieds nus. On ne note pas de différence au niveau de la longueur de la foulée.

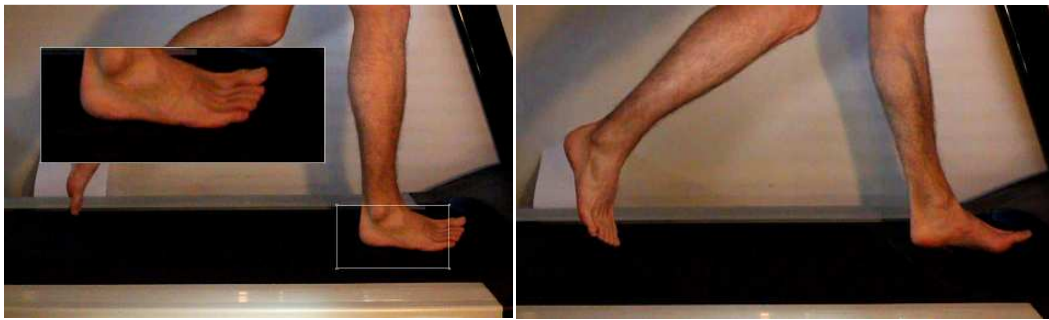


Foulée de David en Asics Hyper speed 4® - à 10km/h à gauche et 16km/h à droite



Foulée de David en Saucony® - à 16 km/h en haut et 10km/h en bas





Foulée de David - à 10km/h pieds nus



Foulée de David en Vibram Five Fingers® - à 10km/h en haut et 16km/h en bas

Conclusion

Aux vues des résultats de l'étude, on remarque que les 3 sujets (100%) ont une modification de leur foulée. Dans la réalisation de l'étude, cette modification ne peut être imputable qu'à la chaussure. Le coureur n'a pas pu, ni eu le temps de travailler sa foulée entre les prises de vue. Par ailleurs, dans le cas de David, il est clair que la vitesse influe aussi sur sa foulée. On a donc validé l'hypothèse de départ qui cherchait à savoir si le chaussant influe sur la foulée.

Dans un autre contexte indépendant de l'étude, on remarque qu'une modification de la foulée est apportée par le fait de courir en minimalistes ou pieds nus par rapport à une chaussure classique. Cette modification est visible chez les 3 coureurs de manière différente mais allant plutôt dans le même sens. On note une pose du pied plus en dessous de l'aplomb bassin, avec une attaque

du pied qui passe du talon (avec déformation de l'arrière de la chaussure à l'impact corroborant l'attaque du talon) vers le milieu et avant du pied. La foulée est dite plus naturelle, plus dynamique.

On remarque que lors du mouvement du pied vers le sol, celui-ci se place parallèlement au sol et marque comme un temps d'arrêt avant de se poser.

On peut alors se demander si le fait d'utiliser une chaussure avec un fort dénivelé arrière/avant pied et un amorti, ne pourrait pas anticiper la réaction du sol. Elle viendrait diminuer la phase de rabattement du pied vers le sol. Cela mériterait une nouvelle étude pour le vérifier et peut-être voir si c'est la conséquence de l'un ou l'autre de ces 2 éléments ou de sa combinaison.

Attention :

Courir en minimaliste/racer, est fortement déconseillé pour les marathoniens en plus de 3h30, au risque de se blesser fortement.

Toute modification de foulée, nécessite beaucoup de temps d'adaptation et une progressivité dans la transformation. Comme lors d'un changement de chaussure, il est toujours conseillé, au début, d'alterner les vieilles avec les nouvelles et ne pas attendre que ces dernières soient complètement usées avant d'en changer.

En aucun cas je ne conseille de courir sur l'avant pied, pied nus ou en minimaliste. L'étude est portée sur 3 coureurs et n'est pas représentative de toute une population de coureur. L'étude nécessiterait d'observer un nombre bien plus important de coureurs avec le plus de caractéristiques différentes.

Remerciements :

Les trois coureurs : Virginie Batoche (<http://couriradeux.blogspot.com/>), Christian Harberts (<http://www.courirpiedsnus.com/>) et David Verriere (<http://www.runmygeek.com/>) pour avoir couru et apporté le matériel nécessaire pour l'acquisition des vidéos.

Merci à Clara Lamireau (<http://runningnewb.wordpress.com/>) de nous avoir mis en relation tous ensemble et ainsi permettre la coordination de ce projet.

Références

[1] <http://www.trimes.org/2010/12/26/le-retour-de-la-lunaracer-2011/>

[2] Biomécanique fonctionnelle : Membres-Tête-Tronc. Auteur : Michel Dufour et Michel Pillu. Edition MASSON. 2006

[3] Logiciel Kinovéa : <http://www.kinovea.org/fr/>