

BIOMÉCANIQUE DE LA MARCHÉ :

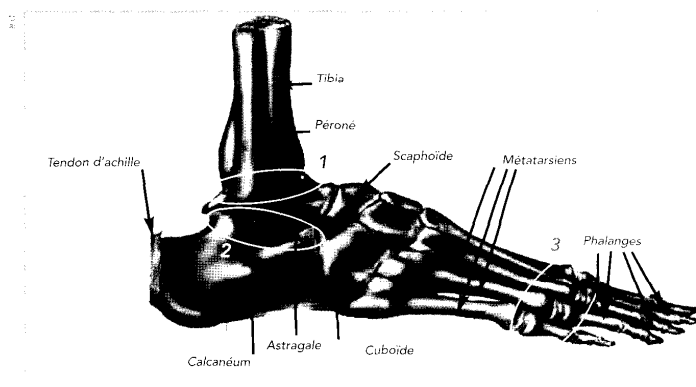
de Rémi BARBÉ - CTC

Par Rémi BARBÉ - CTCTM

Cet article est le premier d'une série de trois articles réalisés dans le cadre d'une thèse menée par Rémi Barbé à CTCTM. Il se consacre au comportement du pied pendant la marche, pied nu, chez l'adulte sain, en présentant les trois fonctions essentielles du pied.

Le second article sera dédié au comportement du pied chaussé. Il permettra d'appréhender l'influence du chaussage sur le comportement du pied et ainsi de définir les critères auxquels une chaussure doit répondre.

Le troisième volet traitera des populations dites "à pieds sensibles". Ces personnes en nombre croissant ont des besoins importants en terme de chaussage. Or, il manque sur le marché de modèles répondant à leurs spécificités. Nous présenterons les caractéristiques spécifiques de ces personnes et nous pourrons ainsi définir leurs besoins en terme de chaussage. Enfin, les besoins étant précisés, nous évoquerons les moyens que nous pourrions utiliser afin de tester les modèles de chaussures censés être adaptés à ces populations dites "à pieds sensibles".



Anatomie du pied :
articulations talo-crurale (1),
sous-talienne (2) et
métatarso-phalangienne (3).

Dans cette première partie, nous vous présentons des connaissances de base sur le pied, cette partie si complexe du corps et si souvent négligée par "M. Tout le monde".

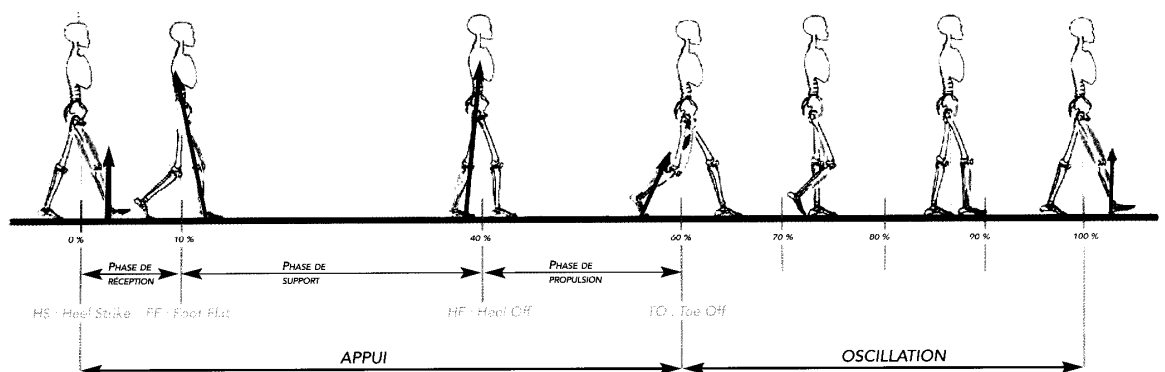
Après cet article, vous comprendrez à quel point le pied est savamment construit. Vous pourrez consulter un glossaire des principaux termes utilisés à la fin de cet article.

Chaque jour, le pied est soumis à des contraintes aussi diverses qu'assurer l'équilibre en position statique, assurer le déplacement sur des terrains divers, plats ou accidentés, montées/descentes d'escaliers, répondre à des accélérations spontanées le tout dans des chaussures qui

correspondent plus à un choix esthétique ou de mode, qu'à un choix de confort.

Le pied est constitué de 28 os, 57 articulations enlacées par de nombreux ligaments, 29 muscles et plus de 1.700 récepteurs sensoriels. Cette structure a priori très complexe peut être abordée de façon simple comme répondant parfaitement au schéma "la fonction crée l'organe".

Il s'agit d'un ensemble mécanique intelligemment construit, répondant à de très nombreuses fonctions, parfois contradictoires. Le pied est un compromis mécanique entre une armature rigide (les os, indéformables), soutenue par les ligaments qui unissent les os les uns aux autres en formant les



D'après Instituto de Biomecánica de Valencia

Figure 1 : décomposition d'une foulée pendant la marche

articulations, et une structure musculo-tendineuse qui renforce le maintien des articulations et assure la dynamique. Ce premier article présente le fonctionnement du pied lors de la position debout (statique) et lors de la marche et a pour objet de mettre en lumière et d'expliquer les liens entre la structure, les muscles et les ligaments.

1 - LE PIED EN MOUVEMENT

Lors de la marche à vitesse normale, le pied est en contact avec le sol pendant 60 % de la durée du pas et est en phase de retour (ou phase de vol ou encore phase de suspension) pendant 40 % du pas. Classiquement, l'appui est divisé en trois phases distinctes, présentées dans la figure 1.

> 1.1 PHASE D'AMORTISSEMENT OU DE RÉCEPTION

Il s'agit de la phase allant de la pose du talon au sol à la pose à plat du pied. Elle débute le cycle de la marche de 0 à 10 %. Cette phase de double appui est également appelée phase taligrade.

Lors du contact au sol, le pied forme un angle d'approximativement 90° avec le tibia; le genou est tourné vers l'intérieur. La contraction du Tibialis Anterior (TA) fait pivoter le pied autour de l'axe de rotation de Henke (cf. figure 2) et place l'articulation sous-talienne en supination (estimée à 6-7° en course). Ainsi, l'attaque au sol s'effectue normalement par l'extérieur du talon.

Les muscles releveurs du pied, le Tibialis Anterior (TA) assisté par le Long Extenseur de l'Hallux (LFH) et le Long Extenseur des Orteils (LFO), freinent le rabattement du pied au sol. Tous travaillent en contraction excentrique.

L'application du poids du corps a pour effet d'écarter l'arrière-pied (calcaneum) de l'avant-pied (métatarses) donc de tendre l'aponévrose plantaire ("windlass mechanism" ou mécanisme du treuil). Le court extenseur des orteils doublé de l'aponévrose plantaire se tend et rigidifie l'arche interne.

Le pied peut alors être assimilé à un levier rigide qui combine flexion plantaire, assurée par l'articulation talocrurale (l'avant-pied se rapproche du sol), faible adduction (rapprochement de la pointe vers l'axe de déplacement) et supination (le pied regarde vers l'intérieur) assurées

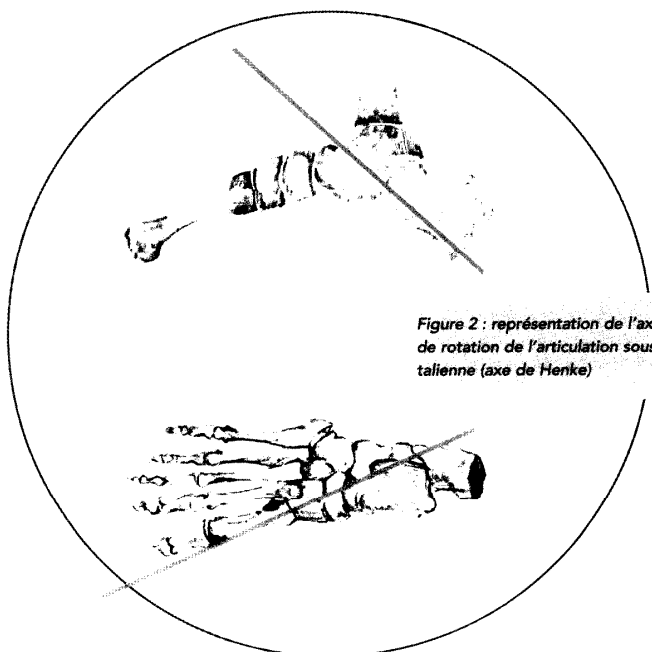


Figure 2 : représentation de l'axe de rotation de l'articulation sous-talienne (axe de Henke)

D'après S. Salinger / G. Gabry

essentiellement par un mouvement d'inversion dans l'articulation sous-talienne (talo-calcanéenne) autour de l'axe de Henke. L'association de ces trois mouvements (flexion plantaire, faible adduction et supination) est nommée mouvement d'inversion du pied.

Les forces s'appliquant sur le talon à l'impact sont élevées (1,2*BW, le poids du corps) ainsi que les pressions (360 kPa).

Le bord extérieur du calcaneum étant en appui sur le sol, un mouvement de pronation s'amorce sur l'arrière-pied entre le talus et le calcaneum (11° de pronation en course à pied). C'est-à-dire que le calcaneum "verse" (le talon) vers l'intérieur pour venir poser son bord interne sur le sol et ainsi répartir la force d'impact. La contraction du Tibialis Posterior (muscle inverseur) intervient dès le contact du talon pour stabiliser le pied latéralement en exécutant une contraction dynamique anti-valgus. Le ligament interne de l'arrière-pied renforce la stabilisation latérale. Presque

→ 29197

DES PIEDS POUR LA VIE - EST-CE QUE LA CHAUSSURE FAVORISE OU ENTRAVE LA SANTÉ DES PIEDS D'ENFANTS ?

Feet for life - does footwear help or hinder child foot health?

World Footwear, GBR

19, n° 5, 2005, 28-30, en anglais

Une étude anglaise montre un état de santé déplorable des pieds d'enfants, qui laisse présager des problèmes de pied et de posture, sur le long terme. En développement, le pied d'enfant est donc plus susceptible de se déformer, en particulier en cas d'hypermobilité, de pieds trop fins par rapport à leur longueur, ou de pied triangulaire (talon trop étroit par rapport à l'avant du pied). Ce risque est aggravé si la chaussure est d'une fabrication inadéquate (talon haut et étroit à la base, manque d'absorption des chocs, matériaux synthétiques, etc.) ou mal adaptée à la taille du pied. 📄

→ 29247

DES BRUITS DE PAS SUR LE GREEN

Footfalls on the fairway

World Sports Activewear, GBR

11, n° 4, 2005, 29-31, en anglais

Le PGA Merchandise Show d'Orlando, qui est le plus important rassemblement pour les professionnels du golf, a mis à l'honneur cette année les chaussures, avec des styles et couleurs percutants et des avancées biomécaniques, en particulier pour les chaussures de femmes. 📄

→ 29271

INFLUENCE DES DÉVIATIONS RACHIDIENNES SUR L'EMPREINTE PLANTAIRE

PANSIOT(P.)

Podologue, FRA

n° 9, 2005, 26-30, en français

Une empreinte plantaire numérisée par podomètre électronique en dit plus long que le simple podoscope. Elle renseigne immédiatement sur les déviations pelviennes et rachidiennes dans les trois plans de l'espace. Après un bref rappel du matériel utilisé et des différentes empreintes classiques, sont décrites les aberrations de l'empreinte plantaire dans le cas des troubles statiques du rachis tels que la scoliose et ainsi la liaison étroite entre position du haut du corps et position des pieds. - 3 réf. - 📄

→ 29678

LA PRESCRIPTION DE CHAUSSURES DE COURSE. AJUSTEMENT POUR L'EXÉCUTION

The Running Shoe Prescription. Fit for Performance

ASPLUND(C.A.) / BROWN(D.L.)

Phys. Sportmed., USA

33, n° 1, 2005, 10 p., en anglais

Les problèmes rencontrés lors de la course à pied sont parmi les raisons les plus fréquentes des premières visites de soin. Utilisant l'information sur les différents types de pied, des modèles de démarche, et de la conception de chaussure courante, les fournisseurs de soins de santé peuvent exécuter une évaluation simple qui donne les meilleurs conseils aux patients concernant l'ajustement et les dispositifs de leurs chaussures courantes. - 23 réf. -

→ 29590

DE NOUVEAUX OBJECTIFS POUR VOTRE "AMIE SEMELLE"

New goals for your "sole mate"

World Sports Activewear, GBR

12, n° 2, 2006, 27-29, en anglais

Le marché de niche des chaussures de football pour femmes se développe, dans la mesure où, aux Etats-Unis, 40 % des joueurs sont des joueuses. Cependant, il faut tenir compte des différences anatomiques et biomécaniques entre le pied masculin et le pied féminin, ainsi que des différences de poids.

→ 29622

RECHERCHE : MESURE DE LA GLISSE LATÉRALE

ISSARTEL(J.)

CTC Entreprise, FRA

n° 3, 2006, 6-8, en français

La résistance à la glisse est complexe dans le cas de la chaussure. Les nombreux paramètres à prendre en compte sont souvent interdépendants. Aussi, après avoir participé activement à l'élaboration de la norme européenne EN 13287 sur la résistance à la glisse des chaussures pour un usage professionnel, CTC étudie ce phénomène dans le sport. Particularité de l'étude : elle porte sur la glisse latérale, avec reprise d'appui, comme pour la pratique du tennis.