

## MILLET INNOVATION

### Sujet de thèse

## Effets mécano-biologiques des picots de semelle sur la peau de la plante des pieds des personnes âgées, interrelation avec la stabilité.

Laboratoire de Tribologie et Dynamique des Systèmes. UMR CNRS 5513  
ECL-ENISE-ENTPE. Ecole Centrale de Lyon



La prévention des problèmes d'équilibre chez les personnes âgées constitue aujourd'hui un objectif prioritaire en matière de santé publique. Bien que les mécanismes associés au vieillissement soient complexes et variables selon les individus, la détérioration des fonctions sensorielles semble être un des facteurs majeurs de la dégradation du contrôle postural. Cette diminution des performances posturales augmente la probabilité de chute. L'altération de la sensibilité cutanée qui apparaît avec l'âge est, en particulier, à l'origine de problèmes d'équilibre. Compte tenu de leur localisation à l'interface du corps et du support podal, les capteurs tactiles plantaires fournissent des informations très pertinentes sur les oscillations du corps par rapport à la verticale. Dans le cadre de ce travail de thèse, on s'intéresse

aux effets d'une stimulation mécanique de la sole plantaire par le port de semelles à picots.

L'objectif est de mettre en évidence que la stimulation mécanique par le contact et frottement, améliore dans certaines conditions la stabilité posturale chez les jeunes, chez les personnes âgées saines ou à risque de chutes.

L'enrichissement du contexte sensoriel apporté par les picots pourrait constituer une méthode de stimulation originale, efficace et particulièrement appropriée pour les personnes qui présentent des problèmes d'équilibre. Elle permettrait de reproduire dans une certaine mesure les effets bénéfiques d'un massage de la sole plantaire et de son fascia, ce qui éviterait ainsi l'intervention systématique d'un thérapeute.

Les perspectives de ce travail sont nombreuses et permettront de déterminer la cartographie de la peau du pied d'une population jeune et d'une population senior. Ce qui permettra ensuite de définir le meilleur compromis en termes de formes, densité, propriétés mécaniques et profondeur d'action de picots en fonction des zones du pied et de l'âge des personnes, afin de pouvoir identifier plus précisément la stimulation optimale tout en restant confortable. Enfin, il permettra également de mettre en perspective la durée et la fréquence de stimulation les plus adaptées. L'hypothèse générale de ce travail est que la stimulation mécanique du fascia et des mécanorécepteurs de la sole plantaire par le port de semelles à picots, devrait avoir des effets bénéfiques sur le maintien postural et la sensibilité cutanée plantaire de la personne âgée. D'après certains résultats mentionnés dans la littérature (Watanabe & Okubo, 1981), son efficacité devrait dépendre des caractéristiques structurelles et géométriques des picots et plus généralement des caractéristiques de la stimulation (durée, zones stimulées).

**Profil du candidat :** Le candidat doit avoir une bonne formation en mécanique des matériaux viscoélastiques, en mécanique du contact et en simulation numérique. Il/elle doit justifier d'une bonne maîtrise des outils de simulation numérique (Éléments Finis, Mat lab, Comsol...) et de pouvoir mener des expérimentations impliquant le vivant.

**Contact :** Prof Hassan Zahouani. Adresse mail : [hassan.zahouani@ec-lyon.fr](mailto:hassan.zahouani@ec-lyon.fr)

## MILLET INNOVATION

### Thesis Topic

## Mechano-biological effects of insole studs on the skin of the soles of the feet in elderly people, interrelation with stability

*Laboratoire de Tribologie et Dynamique des Systèmes. UMR CNRS 5513  
ECL-ENISE-ENTPE. Ecole Centrale de Lyon*



Preventing balance issues in the elderly is now a top priority in public health. Although the mechanisms associated with aging are complex and vary among individuals, the deterioration of sensory functions appears to be a major factor in the degradation of postural control. This decline in postural performance increases the likelihood of falls. Particularly, the impairment of cutaneous sensitivity that occurs with age is the origin of balance problems. Given their location at the interface of the body and the foot support, the plantar tactile sensors provide very relevant information about the body's oscillations relative to the vertical axis. In the context of this doctoral thesis, we are interested in the effects of mechanical stimulation of the plantar sole by wearing studded insoles. The goal is to demonstrate that mechanical stimulation through contact and friction improves postural stability under certain conditions in young people, in

healthy elderly people, or those at risk of falls. The sensory enrichment provided by the studs could constitute an original, effective stimulation method, particularly suitable for people with balance problems. It could replicate to some extent the beneficial effects of a massage of the plantar sole and its fascia, thus avoiding the systematic intervention of a therapist. The perspectives of this work are numerous and will allow us to determine the skin mapping of the foot of a young population and a senior population. This will then enable us to define the best compromise in terms of shapes, density, mechanical properties, and depth of action of the studs according to the foot zones and the age of the individuals, in order to more precisely identify the optimal stimulation while remaining comfortable. Finally, it will also help to put into perspective the most suitable duration and frequency of stimulation. The general hypothesis of this work is that the mechanical stimulation of the fascia and mechanoreceptors of the plantar sole by wearing studded insoles should have beneficial effects on postural maintenance and plantar cutaneous sensitivity in the elderly. According to some results mentioned in the literature (Watanabe & Okubo, 1981), its effectiveness should depend on the structural and geometric characteristics of the studs and more generally on the characteristics of the stimulation (duration, stimulated areas).

**Candidate Profile :** The candidate must have a good background in the mechanics of viscoelastic materials, contact mechanics, and numerical simulation. He/she must demonstrate a good command of numerical simulation tools (Finite Elements, MATLAB, Comsol...) and be able to conduct experiments involving living beings.

**Contact:** Prof Hassan Zahouani. Email address: [hassan.zahouani@ec-lyon.fr](mailto:hassan.zahouani@ec-lyon.fr)"