



# La raideur dans la performance sportive

## Energie de mouvement

Pour se mettre en mouvement le corps a besoin d'énergie. Celle-ci est prélevée dans l'environnement par le biais de l'alimentation, puis est transformée en énergie mécanique. Cette transformation a un prix : elle nécessite l'utilisation de réserves énergétiques, le transport d'oxygène, ainsi que d'autres actions permettant le maintien de l'équilibre physiologique de l'organisme. Ce passage d'énergie chimique en énergie mécanique coûte cher. Cependant, certaines structures corporelles peuvent assurer la récupération d'énergie cinétique transmise au corps et fournir de l'énergie gratuite (Gindre, 2013). Cette énergie gratuite provient de la tendance naturelle de la structure déformée à revenir à sa position initiale en restituant l'énergie emmagasinée.

## Concept de raideur

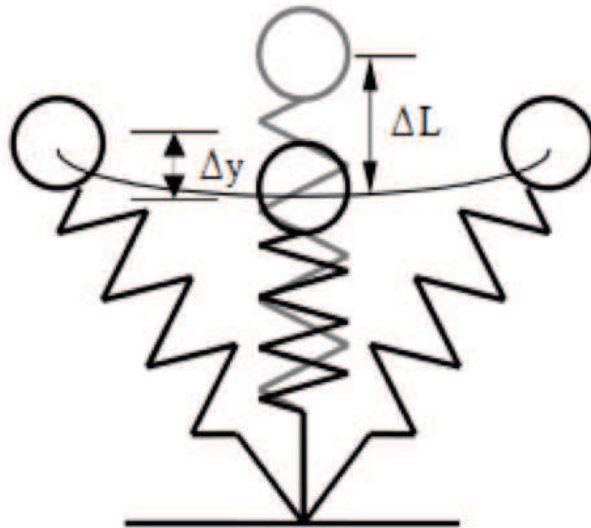
Le concept de raideur représente la résistance d'un corps à la déformation. Plus un corps est raide, plus il est nécessaire d'appliquer un effort (force) élevé pour avoir une déformation. Une forte corrélation existe entre la raideur et la performance, par exemple, l'application de la force et sa réaction au sol sont des points déterminants de la vitesse de course (Brughelli & Cronin, 2008).

Pendant la course l'appareil musculo-squelettique au niveau des membres inférieurs emmagasine de l'énergie en phase excentrique pour la restituer lors de la phase concentrique (Wilson & Flanagan, 2008). Ce mécanisme a été comparé au modèle de masse-ressort et illustre bien l'effet bénéfique de la raideur pour la course à pied. Le modèle masse-ressort explique l'amélioration du travail concentrique consécutif au travail excentrique par l'emmagasinement d'une énergie potentielle ou élastique.

## Modèle masse-ressort

Ce modèle commun aux chercheurs est le fondement de nombreuses recherches ayant la raideur pour thématique (Alexander, 1992). Il s'agit de prendre en compte la masse corporelle du sujet qui va se déplacer sur ses jambes faisant office de ressort. Ce modèle permet de comprendre le mécanisme de course et celui du saut.

On peut décrire le membre inférieur comme un ressort chargé par la masse du corps du coureur (représentation du coureur comme un point de masse supporté par une seule jambe ressort linéaire) (Morin, 2005).



Modèle masse-ressort (McMahon & Cheng, 1990)

Adapté au corps humain (ou à ses segments), le concept de raideur décrit sa capacité à résister au déplacement quand la réaction du sol ou un moment de force lui est appliqué. Dans ce contexte, la raideur considère la capacité d'un ensemble constitué de structures anatomiques, telles que les tendons, ligaments, muscles, articulations, cartilage et les os à résister aux changements (Brughelli & Cronin, 2008).

## Performance

En terme de performance, un certain niveau de raideur est nécessaire pour une utilisation optimale du cycle d'étirement-raccourcissement. Une raideur mécanique de jambe importante est un prérequis pour atteindre une meilleure performance durant des activités sportives (Hobara et al., 2011). La raideur améliore la capacité à emmagasiner et restituer de l'énergie élastique. Ainsi une raideur élevée optimise le processus de stockage restitution d'énergie élastique et diminue le coût énergétique. La raideur influence ainsi la vitesse lors d'un saut vertical, la puissance mécanique pendant la phase positive de saut (Arampatzis et al., 2001), la hauteur de saut et l'économie (Butler et al., 2003). La raideur semble influencer davantage sur la performance de mouvement explosif bref, tel que le contremouvement jump (Struzik & Zawadski, 2013), que dans le cadre d'une activité complexe comme la course-à-pied. Il existerait une raideur optimale, trop ou trop peu de raideur pouvant conduire à des blessures (Butler et al., 2003).

## Evaluation

La raideur peut-être quantifiée notamment à l'aide de variables telles que la force de réaction au sol, le déplacement vertical du centre de masse et le temps de contact au sol. Ces mesures sont effectuées sur une plate-forme de force (Morin et al, 2005). Une autre méthode permet de mesurer cette raideur en prenant en compte la force maximale et le déplacement du centre de masse. Ainsi des accéléromètres permettent d'effectuer ces mesures et de calculer directement la raideur (Laffaye & Jidovtseff, 2015).

## Entraînement

La raideur de la jambe se modifie automatiquement en réponse à des raideurs de surfaces différentes (Smith & Watanatada, 2002). Cependant, la raideur peut être modifiée consciemment notamment lors de réceptions de sauts (en douceur, normale ou dure) (Arampatzis et al., 2002). Hewett et al. (1999) ont observé une modification de la raideur chez des sportifs après avoir suivi un programme de formation au saut. Il semblerait que ces programmes d'enseignement et d'entraînement aux sauts optimisent la raideur d'une part, et protègent les athlètes contre les blessures d'autre part, en ayant un impact notamment sur le temps de contact au sol (Wilson et al., 2008).



## Bibliographie

- Alexander, R. McN. « A Model of Bipedal Locomotion on Compliant Legs ». *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences* 338.1284 (1992): 189-198. [rsta.royalsocietypublishing.org](http://rsta.royalsocietypublishing.org). Web. 15 mai 2015.
- Arampatzis, Adamantios, Gert-Peter Brüggemann, et Gaspar Morey Klapsing. « A Three-dimensional Shank-foot Model to Determine the Foot Motion During Landings: » *Medicine & Science in Sports & Exercise* 34.1 (2002): 130-138. *CrossRef*. Web. 15 mai 2015.
- « Leg Stiffness and Mechanical Energetic Processes During Jumping on a Sprung Surface: » *Medicine and Science in Sports and Exercise* 33.6 (2001): 923-931. *CrossRef*. Web. 15 mai 2015.
- Brughelli, Matt, et John Cronin. « Influence of Running Velocity on Vertical, Leg and Joint Stiffness ». *Sports Medicine* 38.8 (2012): 647-657. [link.springer.com](http://link.springer.com). Web. 15 mai 2015.
- Butler, Robert J., Harrison P. Crowell, et Irene McClay Davis. « Lower extremity stiffness: implications for performance and injury ». *Clinical Biomechanics* 18.6 (2003): 511-517. [www.clinbiomech.com](http://www.clinbiomech.com). Web. 15 mai 2015.
- Gindre Cyrille. *Courir en harmonie*. 2e édition. Mezière, France: Editions Volodalen, 2013. Print.
- Hewett, T. E. et al. « The effect of neuromuscular training on the incidence of knee injury in female athletes. A prospective study ». *The American Journal of Sports Medicine* 27.6 (1999): 699-706. Print.
- Hobara, Hiroaki et al. « Acute effects of static stretching on leg-spring behavior during hopping ». *European Journal of Applied Physiology* 111.9 (2011): 2115-2121. *PubMed*. Web.
- Laffaye, Guillaume, et Boris Jidovtseff. *Analyse des sauts et de la course à pied par accélérométrie*. Lavoisier, 2015. [orbi.ulg.be](http://orbi.ulg.be). Web. 15 mai 2015.
- Morin Jean Benoît, Dalleau Georges. « A simple method for measuring stiffness during running. » *Journal of applied biomechanics* 21.2 (2005): 167-80. Print.
- Smith, G, et P Watanatada. « Adjustment to vertical displacement and stiffness with changes to running footwear stiffness ». *Med. Sci. Sports* 34:S179 (2002): n. pag. Print.
- Struzik, Artur, et Jerzy Zawadzki. « Leg stiffness during phases of countermovement and take-off in vertical jump ». *Acta of Bioengineering and Biomechanics / Wrocław University of Technology* 15.2 (2013): 113-118. Print.
- Wilson, Jacob M, et Eamonn P Flanagan. « The Role of Elastic Energy in Activities with High Force and Power Requirements: A Brief Review: » *Journal of Strength and Conditioning Research* 22.5 (2008): 1705-1715. *CrossRef*. Web. 15 mai 2015.