

# **LOCOMOTION AVANT & ARRIERE COMPRENDRE LES BIENFAITS**

**Par les Professeurs Barry Bates & Janet Dufek**

**Barry T. Bates, B.S.E., Ph.D.**

President, Human Performance & Wellness, Inc.  
Professor Emeritus, University of Oregon.  
Adjunct Professor, University of Nevada Las Vegas.

**Janet S. Dufek, Ph.D., FACSM**

Research Scientist, Human Performance & Wellness, Inc.  
Adjunct Associate Professor, University of Nevada.  
Courtesy Associate Professor, University of Oregon.

## **Introduction**

Les humains apprennent à marcher et courir vers l'avant avec peu de difficultés. C'est par nature logique puisque notre champ de vision est dirigé vers l'avant. Qu'en est-il du déplacement dans la direction opposée, c'est à dire, marcher ou courir à l'arrière ? Quel(s) bienfait(s), s'il y en a peut offrir la locomotion arrière ?

Dans notre laboratoire à l'université d'Oregon, nous avons commencé à étudier la marche et la course arrière au milieu des années 80. Nous étions intrigués par les témoignages anecdotiques suggérant que la course et/ou la marche arrière offraient un entraînement exceptionnel et/ou des bienfaits ré-éducatifs. Depuis, nous avons étudié ces différents modes de locomotion en biomécanique et nous pouvons partager les résultats de nos différentes expériences, associées aux résultats de recherche d'autres confrères.

## **Comparaisons Biomécaniques**

Lorsqu'on compare les efforts physiques de la course arrière et avant, les coureurs perçoivent typiquement les mêmes efforts pendant la course arrière à des vitesses d'environ 80% de celles en course avant. On ne peut pas courir aussi vite à l'arrière qu'à l'avant en raison de certaines contraintes anatomiques qui limitent les mouvements de flexion/extension des membres inférieurs. Ceci peut être compris en observant que la cheville, le genou et l'articulation du genou ne sont pas du point de vue de la structure, des images miroir des faces antérieures et postérieures des articulations. De plus, à des vitesses égales de course, la foulée est généralement plus longue en course avant bien que la fréquence de foulée est plus élevée en course arrière (Arata, 1999). Ces faits influent également sur les différences cinématiques communes observées quand on compare la locomotion avant et arrière.

D'une perspective de contrôle moteur/structure, Grasso et ses confrères (1998) ont classé la locomotion dans la famille « mouvements réversibles ». Ceci signifie que si l'on attribue la notion que les Central Pattern Generators (CPGs) contrôlent le mouvement à chaque articulation pour une tâche, alors la marche arrière peut être accomplie en inversant le signe de la phase d'accouplement (en inversant le CPG) pour chaque articulation.

Bates, et al. (1986a, 1986b) ont montré que bien que des positions cinétiques similaires résultent entre l'atterrissage en course avant et le décollage en course arrière (et vice versa), les demandes sur le corps ne résultent pas en un mode directionnel simplement en étant l'inverse de l'autre. Lorsqu'on compare les différences mesurées entre les modes de locomotion, des résultats empiriques (Arata, 1999 ; Bates, et al, 1986a, 1986b ; Devita & Stribling, 1991 ; Sveistrup & Bates, 1991) montrent qu'il y a de nombreuses différences de résultat. Par exemple, en comparant la course avant et arrière, on voit qu'en course arrière, il s'ensuit :

- Une position plus droite (moins d'inclinaison du tronc) qu'en course avant ;
- Une augmentation en fréquence de foulée, diminution en longueur de foulée et augmentation du temps d'appui ;
- Un contact orteil-talon par rapport à la configuration talon-orteil ;
- Une gamme de mouvement globalement réduite à l'articulation de la hanche (plus grande flexion et plus faible extension).
- Une augmentation de la gamme du mouvement fonctionnel actif à l'articulation du genou ;
- Une élimination de flexion excentrique de l'articulation du genou et des stresses communs associés (l'articulation du genou expose une plus grande flexion à l'atterrissage suivi par une position presque isométrique/fixée pendant la phase de posture initiale) ;
- Une extension maximum du genou conjuguée avec la flexion de hanche (plus grande activation des muscles postérieurs avec flexion de la hanche) ;
- Un rôle inversé des structures musculaires supportant la hanche et les articulations du genou (l'articulation du genou produit principalement la puissance, tandis que l'articulation du genou absorbe principalement le choc) ;
- Des modifications de l'activité musculaire des membres inférieurs.

Il en va de même pour beaucoup de ces différences cinématiques en comparant la marche avant et arrière. Notez les différences biomécaniques supplémentaires (Grasso, et al., 1998) entre les directions de marche :

- La direction de l'articulation du genou est inversée (initialement arrière pendant la marche avant tandis que dirigée initialement à l'avant pendant la marche arrière) ;
- La force de contact verticale est plus grande par rapport à la poussée en marche arrière où les forces verticales à des phases similaires de marche avant sont presque équivalentes.
- L'activité électromyographique (du muscle) des membres inférieurs est plus grande en marche arrière qu'en marche avant, suggérant une plus grande dépense d'énergie ;
- Les schémas d'activité musculaire sont unique pour chaque direction de marche.

En complément aux différences biomécaniques entre les directions de marche et de course, une augmentation des demandes physiologiques en marche et en course arrière a été décrite. Par exemple, Flynn, et al.(1994) ont indiqué que pendant la marche arrière, le VO<sub>2</sub> et la fréquence cardiaque étaient respectivement 78 et 47% plus élevés qu'en marche avant à vitesse identique. Ces mêmes comparaisons variables étaient 31 et 15 % plus élevées en course arrière par rapport à la course avant. Ces données indiquent clairement que le déplacement arrière est plus stimulant pour le système cardiovasculaire que la course avant à la même vitesse.

### **Bienfaits dérivés**

L'augmentation des demandes physiologiques sur le corps humain peut être considérée comme un bienfait pour l'athlète de haut niveau intéressé par les méthodes d'entraînement alternatif à son programme d'entraînement spécifique ou pour l'athlète amateur ou pour l'individu intéressé à brûler plus de calories en un temps moindre.

Un autre bienfait du déplacement arrière comprend la pratique et l'entraînement d'aptitudes pour des sports

spécifiques. Beaucoup d'institutions et domaines sportifs, tel que le basket-ball, le football américain et le football incorporent tous la course arrière en compétition. Pratiquer la course arrière en entraînement permettrait de progresser en performance et/ou de réduire les blessures éventuelles.

La variabilité pendant l'exercice pour l'athlète de haut niveau ou l'athlète amateur peut être un moyen de réduire les blessures éventuelles (Dufek 2002). Une telle « variabilité d'exercice » peut être accomplie en incorporant le déplacement arrière (marche ou course) dans un programme d'exercice classique de marche ou de course avant. Les différences cinématiques entre les directions de déplacements identifiées ci-dessus mènent à des applications de force légèrement différentes sur le corps. Ces légers changements d'application de force peuvent nous permettre d'éviter quelques blessures chroniques d'excès éprouvées par beaucoup d'athlètes et de passionnés d'exercice.

### **Les bienfaits de l'entraînement en déplacement arrière peuvent se résumer ainsi :**

- Procure un entraînement d'activité sportive/spécifique ;
- Améliore la fonction cardiovasculaire ;
- Procure une base musculo/squelettique plus solide ;
- Améliore l'équilibre musculaire ;
- Prévient les blessures ;
- Facilite la fonction neuromusculaire ;
- Facilite l'équilibre et la proprioception.

### **Rétro pour la Rééducation**

La rééducation est un autre domaine où le déplacement arrière peut être bénéfique. La marche et/ou la course arrière pourrait procurer des bienfaits unique à l'individu en rééducation d'une blessure aussi bien qu'au passionné d'exercice qui est confronté aux inévitables effets de l'âge. Quelques états qui ont été observés pour répondre positivement au déplacement arrière sont énoncés ci-dessous :

- Froissements musculaire comprenant le bas du dos, de la hanche, de l'aine et des muscles postérieurs ;
- Entorse de cheville ;
- Rééducation post chirurgicale de l'articulation du genou ;
- Syndrome de l'inflammation du tibia ;
- Froissement du tendon d'Achille ;

La marche arrière, comme la marche avant est une activité dans laquelle on maintient toujours un contact avec le sol (au contraire de la course, qui a une phase de décollage). Par conséquent, la force transmise au corps à l'impact est moindre en marche comparée au jogging ou à la course qui procure un point de départ pour une rééducation ou un programme traitant. A elle seule, la marche arrière peut être un bienfait si on souffre d'une blessure d'impact type comme un mal de genou, une fracture de fatigue, ou un problème similaire ou si on n'a pas pris part à un programme d'exercice actif récemment. A cette fin, marcher à l'avant et à l'arrière pourrait être un moyen d'acquérir ou de maintenir la santé cardiovasculaire (Rappelez-vous des bienfaits physio-

logiques énoncées précédemment) et créer ou améliorer l'équilibre musculaire tout en minimisant la force se rattachant aux traumatismes des membres inférieurs.

Un tapis roulant muni de barres d'appui peut aider grandement dans un programme de rééducation avant et/ou arrière. Compte tenu qu'une blessure du membre inférieur occasionne souvent une perte de force et/ou fait souffrir le membre affecté, un appui partiel du corps à l'aide de barres de support peut être utile. La marche sur tapis roulant aide également au développement d'une démarche symétrique qui est souvent un souci suite à une blessure ou une opération chirurgicale. Ceci peut s'accomplir en marchant à l'avant et à l'arrière.

Si on préfère marcher sur le sol, nous suggérons un mode de déplacement particulier qui incorpore ensemble la marche avant et arrière tout en exigeant le contrôle d'équilibre statique et dynamique des membres inférieurs droit et gauche. Ce programme est simple en description et en action – complexe en bienfaits potentiels. Nous nommons cet exercice, Marche « 5-4 » et il s'accomplit ainsi :

- 1) Marcher 5 pas à l'avant ;
- 2) S'équilibrer brièvement sur la jambe d'appui pendant que l'autre jambe oscille en direction opposée ;
- 3) Marcher 4 pas à l'arrière ;
- 4) S'équilibrer brièvement sur la jambe d'appui pendant que l'autre jambe oscille en direction opposée ;
- 5) Répéter l'exercice ainsi de suite.

Note: La phase d'équilibre pendant chaque changement de direction devrait être de 3 à 5 secondes.

Pendant cette marche « 5-4 » et ce cycle d'équilibre, on peut faire travailler considérablement le système neuromusculaire en adoptant une allure dynamique (avant et arrière) ainsi qu'un contrôle postural statique sur l'alternance des jambes. La maîtrise de cet exercice peut être utile en prévention des chutes, spécialement pour les personnes âgées. L'exercice peut être effectué sur le sol, initialement avec l'aide de supports (rails d'appui ou mur) et finalement sans support externe à mesure que l'on apprend à maîtriser pleinement le corps et les changements de direction. Une autre variante est de faire cet exercice avec un partenaire servant d'appui et vous donnant « des yeux derrière la tête ». Travailler avec un partenaire est en fait une manière sûre et plaisante d'expérimenter les déplacements arrière.

## **Résumé :**

**Les différences biomécaniques, physiologiques et neuromusculaires décrites entre locomotion avant et arrière ont été examinées brièvement. Ces différences ont été commentées respectivement en vue de l'utilisation du déplacement arrière pour améliorer les régimes d'entraînement et améliorer/accroître les programmes de rééducation et de prévention des blessures.**

## **References:**

1. Arata, A.W. *Kinematic and kinetic evaluation of high speed backward running*. Unpublished doctoral dissertation, University of Oregon Microform Publications, 1999.
2. Bates, B.T. & McCaw, S.T. *A comparison between forward and backward locomotion*. Human Locomotion IV, Proceedings of the Biennial Conference of the Canadian Society for Biomechanics, Montreal, Quebec, Canada:307-308, 1986.

3. Bates, B.T., Morrison, E. & Hamill, J. *Differences between forward and backward running*. M. Adrian and H. Deutsch (Eds.). Proceedings of the 1984 Olympic Scientific Congress, Eugene, Oregon: University of Oregon Microform Publications:127-135, 1986.
4. Devita, P. & Stribling, J. *Lower extremity joint kinetics and energetics during backward running*. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 23:602-610, 1991.
5. Dufek, J.S. *Exercise variability: A prescription for overuse injury prevention*. *Health and Fitness Journal*, 6(4):18-23, 2002.
6. Flynn, T.W., Connery, S.M., Smutok, M.A. Zeballos, R.J & Weisman, I.M. *Comparison of cardiopulmonary responses to forward and backward walking and running*. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 26(1):89-94, 1994.
7. Grasso, R., Bianchi, L. & Lacquaniti, F. *Motor patterns for human gait: Backward versus forward locomotion*. *Journal of Human Physiology*, 80:1868-1885, 1998.
8. Sveistrup, H. & Bates, B.T. *Have you considered going backwards?* E. Zemper, G. Steigleman and S. James (Eds.). Proceedings of the VIIIth World Veterans' Championships Sport Science Symposium, Eugene, Oregon: University of Oregon Printing Services:23-28, 1991.