

**INFLUENCE DE LA PRÉSENCE DE POINTS DE REVIREMENT  
SUR LE COUPLAGE DES SYSTÈMES OSCILLANTS**

Lauriot B., Deschamps, T., Caillou, N., Nourrit, D. & Delignières, D.  
Faculté des Sciences du Sport, Université Montpellier I

**Résumé**

Le but de cette étude est d'analyser l'influence de la présence de points de revirement sur une coordination faisant intervenir simultanément les membres supérieurs (manœuvre d'une manivelle) et inférieurs (marche à différentes vitesses). Nous comparons deux groupes de sujets, qui se différencient par la présence ou non de points de revirement dans la manœuvre de la manivelle. D'un point de vue qualitatif, il apparaît que l'introduction de points de revirement facilite l'émergence d'une coordination basée sur le rapport de fréquence 1:1 entre les deux systèmes oscillants. Les points de revirements semblent agir comme des attracteurs intermittents, renforçant le couplage entre membres supérieurs et membres inférieurs. Au sein du groupe avec points de revirement, on observe des comportements plus stables et durables chez les sujets qui se fixent sur ce type de rapport. L' " accrochage " de cette coordination 1:1 semble déterminée par la proximité du rapport des fréquences propres (non couplées) de l'unité.

**Mots clés:** points de revirement, force de couplage, coordination.

Communication orale

Laboratoire "Sport, Performance, Santé", Faculté des Sciences du Sport, Université de Montpellier I, 700 avenue du Pic Saint Loup, 34090 Montpellier, E-Mail : brice.lauriot@wanadoo.fr, delignieres@sc.univ-montpl1.fr

## INFLUENCE DE LA PRESENCE DE POINTS DE REVIREMENT SUR LE COUPLAGE DES SYSTEMES OSCILLANTS

Lauriot B., Deschamps, T., Caillou, N., Nourrit, D. & Delignières, D.  
Faculté des Sciences du Sport, Université Montpellier I

### **Introduction**

Certains travaux récents suggèrent l'importance, dans le contrôle des coordinations multisegmentaires, des points de revirement des divers oscillateurs impliqués c'est-à-dire des moments où la vitesse d'un oscillateur s'annule, puis s'inverse. Swinnen, Dounskaia, Walter et Serein (1997) ont montré que des sujets effectuant une coordination bimanuelle de rapport 2:1 ne parvenaient pas à maintenir ce rythme de manière continue. Il semble que la coordination requise ne soit réalisée qu'à l'approche de régions privilégiées du mouvement: les points de revirement. Selon les auteurs, ces points de revirement servent d'attracteurs intermittents permettant d'exécuter la tâche avec une relative stabilité. Par ailleurs, plusieurs études sur des coordinations rythmiques bimanuelles (Kelso & Jeka, 1992; Beek, Turvey & Schmidt, 1992) ont montré que les performances les plus stables étaient réalisées lorsque le signal du test était synchronisé avec des points de revirement, renforçant ainsi le couplage.

Dans le cadre d'une coordination multisegmentaire faisant intervenir simultanément les membres inférieurs et supérieurs on fait l'hypothèse que l'introduction de points de revirement entraîne un renforcement du couplage entre les 2 systèmes oscillants. De ce fait, les coordinations adoptées devraient être caractérisées par des rapports de fréquence simples résistant à l'augmentation de la vitesse.

### **Méthode**

La tâche consiste à manœuvrer une manivelle tout en marchant sur un tapis roulant motorisé. Les rapports de fréquence entre la marche et la manivelle représentent la variable collective résumant la coordination. 16 sujets masculins et droitiers ont participé à cette expérimentation. La tâche revêt un caractère insolite pour l'ensemble des participants. Les sujets sont répartis aléatoirement en deux groupes de 8. Un groupe sans point de revirement (SPR) manœuvre la manivelle en effectuant des rotations complètes. L'autre groupe (APR) effectue des mouvements pendulaires d'avant en arrière, par conséquent avec points de revirement. Les passations se font sur deux jours (J1 et J2), chaque passation étant constituée de 5 réalisations. Les trois premières ont une durée de trente secondes. Elles visent à déterminer les fréquences propres et les coordinations non couplées des deux oscillateurs: manœuvre de la manivelle seule, marche seule à 4 et 6 km/h. Les deux dernières réalisations ont une durée de 2 minutes et consistent à marcher et manœuvrer la manivelle simultanément, aux deux allures testées (V4 et V6). L'ordre de passation des vitesses est contrebalancé entre les sujets. Les sujets sont équipés d'un goniomètre au niveau de l'articulation de la hanche gauche et la manivelle est muni d'un potentiomètre. Les données sont recueillies à une fréquence de 100Hz. On procède à une analyse de variance de la stabilité et de la moyenne des rapports de fréquence produits.

### **Résultats**

Une première approche montre des différences qualitatives entre les coordinations adoptées dans les conditions SPR et APR. L'analyse des sujets du groupe SPR révèle que seulement deux sujets se fixent sur un rapport 1:1 du début à la fin de l'expérimentation. Deux autres sujets semblent attirés par le rapport 1:2, mais de manière moins évidente (en moyenne durant 33 % de la durée totale de la réalisation). Dans le groupe APR, la moitié des sujets réalisent une coordination de rapport 1:1. On peut noter également que les 2 sujets SPR maintiennent cette coordination 1:1 en moyenne pendant 81,7 % de la durée totale, contre 98,9% pour les 4 sujets APR. Enfin, pour les sujets réalisant cette coordination 1:1, la stabilité du rapport de fréquence

est plus élevée dans le groupe APR que dans le groupe SPR (groupe APR : 0.045, groupe SPR : 0.077).

Des analyses effectuées au sein du groupe APR montrent que lorsque les sujets adoptent un rapport 1:1, cette coordination résiste aux modifications de la vitesse de défilement du tapis roulant. Par contre, pour les autres sujets l'accroissement de la vitesse détermine une augmentation du rapport de fréquence, révélant la faiblesse du couplage entre les deux systèmes oscillants (figure 1 ; effet d'interaction :  $F_{1,6}=30.090$ ,  $p<.01$ ). Ce résultat est confirmé par les analyses concernant la variabilité des rapports de fréquence, qui apparaît plus faible chez les sujets adoptant un rapport 1:1 ( $F_{1,6}=11.517$ ,  $p<.02$ ), et indépendante de la vitesse (figure 2). Par contre, les quatre autres sujets présentent des variabilités plus importantes, et ce d'autant plus que la vitesse de défilement du tapis est élevée (effet d'interaction :  $F_{1,6}=21.942$ ,  $p<.01$ ).

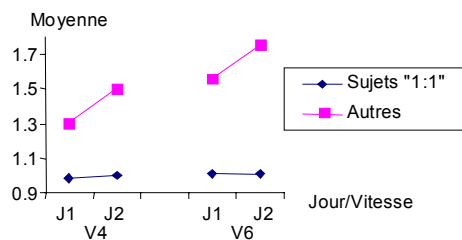


Figure 1: Moyenne des rapports de fréquence en fonction du jour de la vitesse et du type de coordination adoptée

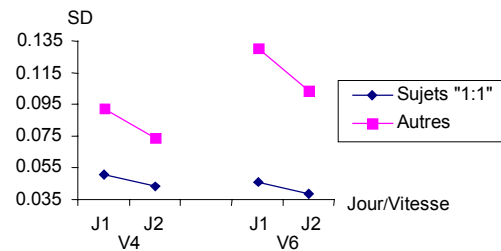


Figure 2: Variabilité des rapports de fréquence en fonction du jour, de la vitesse et du type de coordination adoptée.

## Discussion

Les résultats présentés confirment que les points de revirement agissent sur la force du couplage entre les membres supérieurs et les membres inférieurs. Le groupe APR est caractérisé par une fréquence d'occurrence plus importante de la coordination 1:1, et une plus grande stabilité de ce rapport lorsqu'il est adopté.

Néanmoins, 50% des sujets du groupe APR ne produisent pas de manière consistante des rapports simples rationnels. L'analyse des fréquences propres (non couplées) montre que lorsque le rapport entre les fréquences propres de la marche et de la manivelle est proche de 1:1, les sujets "accrochent" rapidement ce rapport et le comportement tend à se stabiliser durablement à ce niveau. C'est le cas pour nos quatre sujets "1:1" (rapport de fréquences propres moyen : 0.96), qui ne s'écartent de ce rapport que pour de rares et brèves excursions. Ce phénomène est assimilable à l'effet magnétique de Von Holst (1973) : lorsque deux oscillateurs fonctionnent ensemble, une tendance à la synchronisation s'opère et la coordination adoptée au départ est abandonnée. Pour les 4 autres sujets il s'avère que ce rapport de fréquences propres est relativement éloigné du rapport 1:1 (rapport de fréquences propres moyen : 1.41).

## REFERENCES

- BEEK PJ, TURVEY MT, SCHMIDT RC.(1992) Autonomous and nonautonomous dynamics of coordinated rhythmic. *Ecological Psychology* 4: 65-95.
- KELSO JAS, JEKA JJ (1992) Symmetry breaking dynamics of human interlimb coordination. *Journal of Experiment Psychology : Human Perception and Performance* 85: 645-668.
- SWINNEN SP, DOUNSKAIA N, WALTER CB, SEREIN DJ (1997) Preferred and induced coordination modes during the acquisition of bimanual movements with a 2 :1 frequency ratio. *Journal of Experiment Psychology : Human Perception and Performance* 4: 1087-1110.
- VON HOLST E (1973) The behavioural physiology of animals and man : in *The collected papers of Erich Von Holst Vol 1.*(R. Martin, trans.). London : Mthuen. (Original work published 1937).