

# INCIDENCE DES PARAMETRES LIES AUX PRISES SUR LES POSTURES MANUELLES EN ESCALADE: COMPARAISON NOVICES-EXPERTS

N. Le Gal, N. Rezzoug et P. Gorce

*Laboratoire d'Ergonomie Sportive et Performance – EA 3162, Université du Sud Toulon – Var, France*

## INTRODUCTION

Depuis les années 1990, l'approche biomécanique de l'escalade a principalement porté sur les mécanismes d'équilibration du grimpeur en posture statique ou dans la préparation d'un geste (Quaine et al., 1997 ; Testa et al., 1998). Les connaissances sur la préhension en escalade sont relativement pauvres et les travaux répertoriés se focalisent sur les caractéristiques cinématiques du membre supérieur lors du mouvement vers une cible (Bourdin et al., 1996 ; Bursnall et Messenger, 2000). Aussi, aucune étude n'a encore porté sur la formation de la pince manuelle lors de la saisie d'une prise d'escalade. L'objet de ce travail est de mieux connaître la relation entre les propriétés de la prise et les postures des doigts, notamment grâce à l'étude comparative des réponses expertes et novices.

## METHODE

16 grimpeurs ( $23 \pm 4$  ans,  $172 \pm 3$  cm,  $62 \pm 4$  kg) participent à l'étude dont 8 étudiants en STAPS en option escalade d'un niveau moyen 6b et 8 experts ayant déjà réalisé une voie d'un niveau 8a. Les participants ne présentent aucune pathologie particulière des membres supérieurs et de la main pouvant influer sur la préhension et la biométrie des sujets est de  $2,35 \pm 0,3$  cm pour la phalange distale (DIP), de  $2,9 \pm 0,4$  cm pour la phalange proximale (PIP) et de  $4,9 \pm 0,6$  cm pour la phalange métacarpienne (MCP).

L'épreuve se déroule sur une structure artificielle d'escalade de 5m de large sur 4m de haut équipée de prises de main en bois. Au total, 6 prises de main dont la face d'agrippement varie en taille – 5 et 7cm – et en pente – 0, 45 et  $90^\circ$  / structure, sont testées par les grimpeurs dans cinq directions particulières de  $+90^\circ$  à  $-90^\circ$  par incrément de  $45^\circ$ . Chaque test consiste à se positionner en posture dite « de repos », c'est-à-dire à placer son corps et ses doigts de manière à minimiser l'effort de préhension. Le choix des prises de pied est libre. L'ensemble des variables articulaires des doigts sont mesurées pendant 2s à une fréquence de 70Hz au moyen du

Cyberglove (Virtual Technologies, Palo Alto, CA) (Figure n° 1).

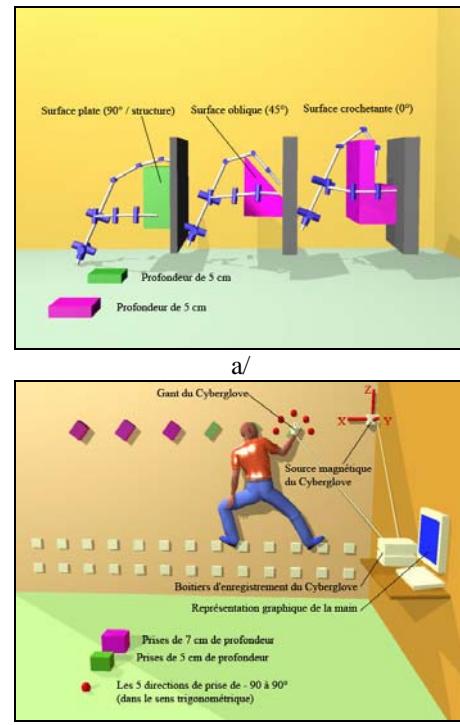


Figure n°1 : a/ Géométrie des prises b/ dispositif expérimental.

Le formalisme d'Iberall (1986) est adopté afin de regrouper les doigts agissant de manière synergique dans une même unité fonctionnelle appelée doigt virtuel (Virtual Finger, VF). Cette opération est effectuée en pratiquant un test de corrélation de Pearson sur les variables articulaires des doigts. Il apparaît que les doigts longs sont bien corrélés entre eux ( $r = 0.77$ ,  $p < 0.05$ ), à l'exception de l'auriculaire dont la relation est moins forte ( $r = 0.24$ ,  $p < 0.05$ ). De ce fait, ceux-ci sont regroupés dans un doigt virtuel unique (noté  $VF_2$ ) en opposition avec le pouce qui définit le doigt virtuel ( $VF_1$ ) (Figure n°2). Une analyse de variance est effectuée avec pour variables dépendantes les variables articulaires associées aux doigts virtuels et pour variables indépendantes : la forme, la taille, l'orientation de la prise ainsi que le niveau d'expertise.

## RESULTATS

Les résultats indiquent qu'à l'exception des articulations d'Abduction<sub>VF1/VF2</sub> et IP<sub>VF1</sub>, les postures articulaires de la pince virtuelle sont significativement différentes avec l'expertise. Chez les experts, la posture de VF<sub>2</sub> se caractérise par une flexion inférieure des articulations MCP<sub>VF2</sub> et PIP<sub>VF2</sub>, et une extension supérieure de l'articulation DIP<sub>VF2</sub>, tandis que pour VF<sub>1</sub>, on note une flexion inférieure de l'articulation MCP<sub>VF1</sub> et supérieure de l'articulation CMC<sub>VF1</sub>. Les effets de l'expertise les plus significatifs sont trouvés pour les articulations IPP<sub>VF2</sub> ( $F(1,420)=91,20$ ,  $p<0,001$ ) et MCP<sub>VF1</sub> ( $F(1,420)=18,89$ ,  $p<0,001$ ), avec des écarts de postures respectivement de  $9,60 \pm 0,71^\circ$  et  $12,66 \pm 2,05^\circ$ .

Globalement, quel que soit l'expertise, les effets les plus significatifs de la taille et de la forme de la prise sur la posture des doigts sont respectivement trouvés pour les articulations MCP<sub>VF2</sub> et PIP<sub>VF2</sub>. Toutefois, chez les grimpeurs novices, toutes les articulations de VF<sub>2</sub> sont strictement dépendantes de la géométrie (forme et taille) de la prise, tandis l'articulation MCP<sub>VF2</sub> des experts varie aussi en fonction de la direction ( $F(4,210)=3,10$ ,  $p<0,05$ ). Concernant VF<sub>1</sub>, quelle que soit l'expertise, l'articulation IP<sub>VF1</sub> est strictement dépendante à la géométrie de la prise. Les effets les plus significatifs de la direction sont trouvés pour l'articulation MCP<sub>VF1</sub> ( $F(1,210)=2,53$ ,  $p<0,05$ ) des novices, et pour l'articulation CMC<sub>VF1</sub> des experts ( $F(4,210)=6,53$ ,  $p<0,001$ ) aussi affectée par la taille de la prise ( $F(1,210)=4,75$ ,  $p<0,05$ ).

## DISCUSSION

Cette approche inédite de la préhension dans le domaine de l'escalade apporte des résultats en concordance avec ceux précédemment trouvés dans le domaine de la manipulation d'objet, à savoir un effet des propriétés intrinsèques (géométrie) sur la posture des doigts. Toutefois, dans ce contexte original de préhension, une dichotomie fonctionnelle très marquée est apparue entre les différents niveaux articulaires du second doigt virtuel, et entre les doigts eux-

mêmes, avec le pouce qui joue un rôle essentiel dans la régulation de la posture de la main lors d'une modification extrinsèque (direction) des propriétés de la prise. Avec l'expertise, la posture des doigts est plus dépendante à la direction de la prise grâce à l'extension de cette sensibilité au second doigt virtuel, qui plus est, au même niveau articulaire correspondant à l'articulation charnière entre le carpe et les doigts (CMC<sub>VF1</sub> et MCP<sub>VF2</sub>).

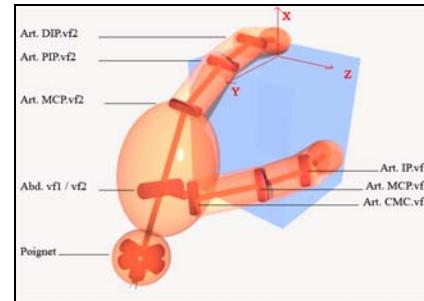


Figure n°2 : Représentation de la main par la notion de doigts virtuels.

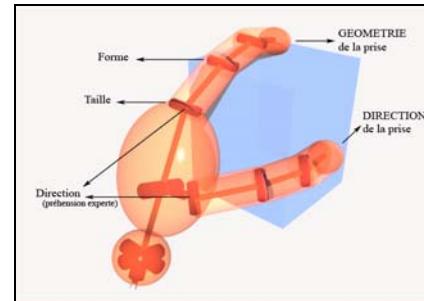


Figure n°3 : Paramètres considérés.

## RÉFÉRENCES

- Bourdin C., Teasdale N., Nougier V., Bard C. et Fleury M., (1999), Postural constraints modify the kinetic and kinematic organization of grasping movements, *Human Movement Science*, 18, 87-102.
- Burnsall J. et Messenger N. (2000), Analysis of climbing technique using the ProReflex 3d motion analysis system. In Messenger N, Patterson W, Brook D (eds) The science of climbing mountaineering. Gannampaign II:Human Kinetics.
- Quaine F., Martin L. et Blanchi J.P. (1997), The effect of body position and number of supports on wall reaction forces in rock climbing, *Journal of Applied Biomechanics*, 13, 14-23
- Testa M., Martin L. et Debu B., (1999) Effects of the types of holds and movement amplitude on the postural control in a climbing task, *Gait and Posture*, 9, 57-64.