

**Zeitschrift:** Macolin : revue mensuelle de l'École fédérale de sport de Macolin et Jeunesse + Sport  
**Herausgeber:** École fédérale de sport de Macolin  
**Band:** 49 (1992)  
**Heft:** 9

**Artikel:** Influence du niveau d'expertise lors d'une tâche d'escalade : approche biomécanique  
**Autor:** Rougier, Patrice  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-998069>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 16.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Influence du niveau d'expertise lors d'une tâche d'escalade: approche biomécanique

Patrice Rougier

Laboratoire RESACT SPORT – Université Joseph Fourier - Grenoble I



Si l'on analyse, par séquences, une progression de type quadrupédique en escalade, il apparaît généralement, surtout lorsque la difficulté devient particulièrement ardue, une succession de tâches élémentaires (des déplacements

mono-segmentaires) déclenchées à chaque fois sur une base posturale à peu près stable. Ce sont ces tâches élémentaires que nous avons entrepris de mieux connaître par le biais de l'un des instruments coutumiers de la biomécanique:

l'analyse des forces de réaction au niveau des appuis. Pour cela, il a fallu mettre en place un paradigme original, qui plus est, se prête remarquablement bien à une étude en laboratoire. Concrètement, l'idée de base du présent travail repose sur une comparaison entre deux groupes composés de grimpeurs de niveaux différents à travers leurs coordinations posturo-cinétiques. En d'autres termes, lorsque l'un des segments, manuel ou «podal», est déplacé, de quelle manière les différents sujets répartissent-ils leur poids de corps sur les trois appuis restants? Y a-t-il une stratégie optimale? Cette coordination, en fait, a été analysée à travers deux conditions expérimentales correspondant à deux types de mouvements (volontaires: MV et imposés: MI) de façon, en particulier, à disposer d'un maximum d'éléments de comparaison avec les travaux fondamentaux portant sur les aspects de posture et de mouvements observés chez l'homme et chez les quadrupèdes.

## L'ergomètre d'escalade

A cet effet, un dispositif artificiel d'escalade a donc été construit, ce qui permet de recréer en laboratoire un grand nombre de situations d'escalade pourvu que celles-ci se déroulent selon un plan vertical. Ce dispositif, baptisé ergomètre d'escalade, est en fait constitué de quatre supports verticaux sur lesquels un certain nombre de prises artificielles peuvent être fixées (Rougier et al., 1992). Ces supports peuvent coulisser verticalement sans frottement et sont reliés au bâti par quatre capteurs de forces. S'il doit être procédé à des mouvements imposés, quatre électroaimants sont alors insérés entre les capteurs et les supports: une coupure de l'alimentation de l'un de ces électroaimants occasionne alors la chute du support. C'est en choisissant des modèles de prises bien précis, générant à leur tour des préhensions bien particulières (forces s'exerçant de façon pré-



dominante selon la direction verticale), que nous pouvons nous dispenser de connaître les composantes horizontales de ces forces. Les prises que nous avons sélectionnées pour cette étude engendrent des préhensions de type croche-tage pour les mains et calage pour les pieds. Ce sont en fait des modèles commercialisés par la société «Entre-prises» que cette dernière a obligeamment adaptés pour rendre les préhensions parfaitement symétriques. Les prises sélectionnées présentent des surfaces de préhension différentes, de façon à être discriminantes lors des deux conditions expérimentales ( $7 \times 0,7$  cm pour MV et  $11 \times 1,1$  cm pour MI). Chacune des conditions expérimentales a nécessité la mise en place, pour MV, de 8 prises disposées selon 4 lignes horizontales et, pour MI, de 4 prises seulement selon 2 lignes horizontales. Pour MV, les prises les plus basses sur chacun des supports constituent les prises de départ et les plus hautes une des cibles possibles, quant au mouvement à effectuer. Pour MI, une seule prise est fixée par support puisque c'est cette dernière, par sa chute, qui est l'origine du mouvement. De manière à ce que la tâche soit identique pour tous les sujets, il est indispensable que les distances entre les prises, verticales et horizontales, soient réglables et calculées en fonction de l'anthropométrie des sujets. Ces distances sont en fait définies par la position des pieds et mains lorsque le sujet se positionne les avant-bras à la verticale, les bras alignés à l'horizontale et les jambes tendues.

Les signaux issus des quatre capteurs de force sont amplifiés et enregistrés sur un micro-ordinateur. Ceux-ci sont également visualisés sur un oscilloscope, ce qui permet de contrôler la posture des sujets. Un logiciel élaboré spécialement pour cette étude moyenne et traite, en temps différé, les données en termes de latences, de variations de force et de position du centre des pressions CP (point résultant correspondant au barycentre des composantes verticales des 4 forces d'appui). C'est ce dernier aspect auquel nous nous intéresserons ici particulièrement, les deux premiers ayant déjà fait l'objet de publications (Rougier et Blanchi, 1991).

## Le protocole expérimental

Vingt-neuf sujets masculins âgés de 17 à 35 ans ont été testés à travers les deux conditions expérimentales MV et MI précédemment définies. Pour MV, le groupe était constitué de 9 sujets qualifiés d'experts (EXP) possédant en moyenne un niveau d'expertise à vue (NE) de VIc, et de 8 sujets qualifiés d'occasionnels (OCC) ayant un NE de IV+.

### Adresse de l'auteur:

Patrice Rougier, Laboratoire RE-SACT SPORT – Université Joseph Fourier - Grenoble I - BP 53 X  
F-38041 Grenoble cedex

Pour MI, le groupe était constitué de 8 sujets EXP possédant en moyenne un NE de VIb et de 7 sujets OCC ayant un NE de IV+. Cinq sujets ont participé aux deux séries d'expérimentation.

Après réglage des distances interprises, le protocole consistait à enregistrer pour chaque condition expérimentale 40 déplacements segmentaires (10 pour chaque segment) exécutés à partir d'une posture quadrupédale stabilisée. Lorsque celle-ci était constatée, l'expérimentateur commandait le mouvement soit verbalement pour MV, soit en coupant l'alimentation de l'un des électro-aimants pour MI. Dans tous les cas, le choix du segment déplacé était effectué aléatoirement par l'expérimentateur de façon à éviter tout effet d'apprentissage ou d'anticipation. Pour MV, le déplacement devait s'effectuer sans décharge préalable et sans imprimer de rebond sur la prise quittée, de même que la préhension sur la prise cible se faire sans hésitation. Pour MI, il était demandé au sujet de résister au déséquilibre. L'essai ne pouvait être enregistré que si ces différentes conditions étaient remplies. Entre chacun des essais, les grimpeurs descendaient de l'ergomètre et disposaient d'une minute de récupération environ.

## Résultats et discussion

### 1) Position du centre des pressions lors des postures quadrupédiques initiales

Comme on peut le voir sur le *graphique*, dans tous les cas de figures, le maintien postural s'effectue principalement à l'aide des pieds. Cependant, pour le groupe OCC, la condition expérimentale (MV ou MI) induit des positionnements initiaux différents. Cela provient certainement plus des différences quant à la tâche qui s'en suit que de celles liées à la dimension des surfaces de contact. En effet, la préparation à un MI implique, chez ces sujets, un renforcement des appuis supérieurs dans le contrôle postural. A l'opposé, le groupe EXP ne présente pas de différence significative entre MV et MI. L'explication la plus rationnelle par rapport à cette différence se trouve très certainement dans la difficulté propre à chacune des deux tâches proposées. Pour MI, cette répartition est vraisemblablement adoptée pour parer à la tâche supposée la plus difficile: un déplacement

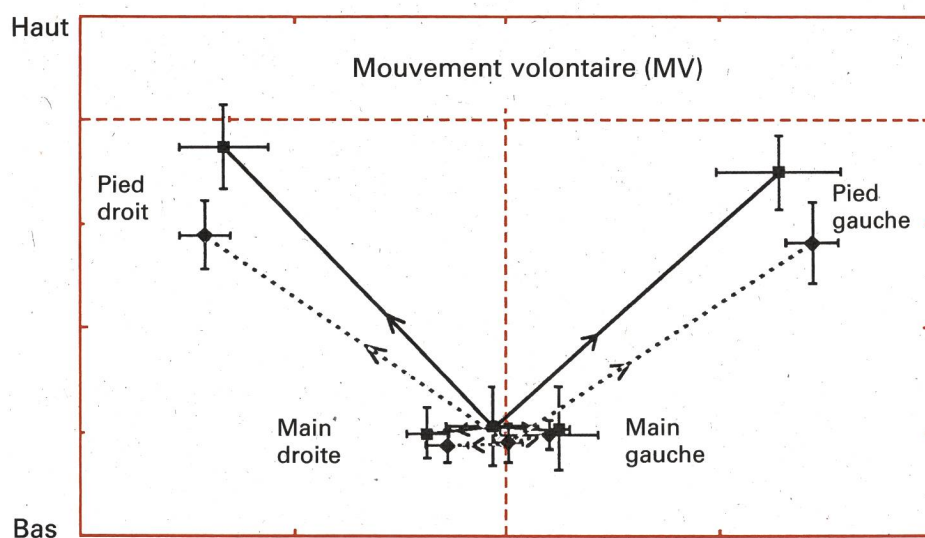
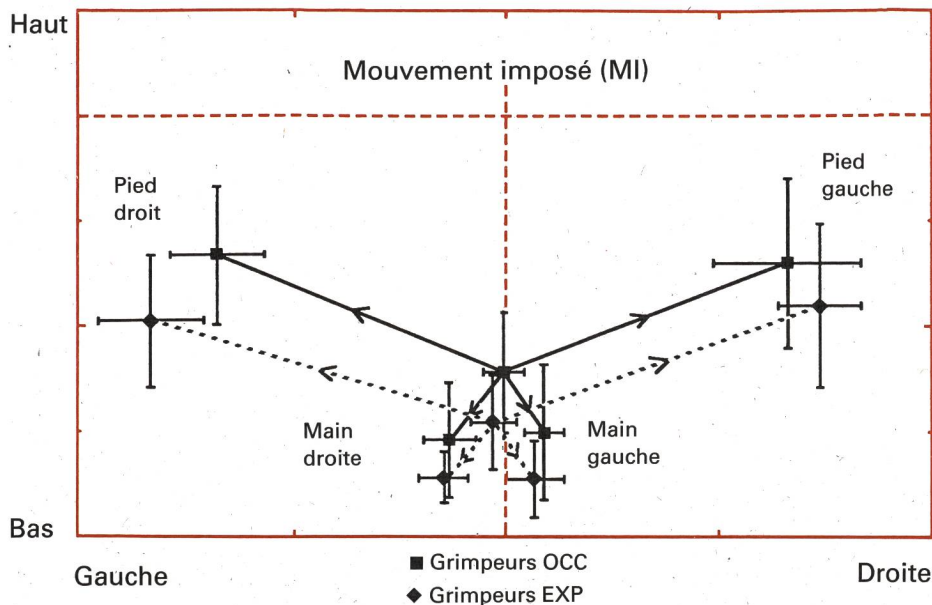
de pied. Ce résultat tendrait à démontrer que malgré nos précautions (changement des caractéristiques des prises entre MV et MI), les difficultés relatives de chacune des conditions expérimentales sont suffisamment différentes pour engendrer, au moins sur la population la moins experte, des postures initiales différentes.

### 2) Déplacement du centre des pressions lors de mouvements volontaires et imposés

Les stratégies apparaissent être singulièrement identiques lorsque l'on compare les deux groupes pour des déplacements de main. En effet, un déplacement volontaire de l'une des mains va s'accompagner d'un seul déplacement latéral du CP alors qu'un déplacement imposé verra s'y ajouter une composante verticale. Cette description est valable semble-t-il quel que soit le groupe testé. Cette similitude n'est plus cependant de mise dès lors qu'il est procédé à un déplacement de pied. Comme le montre le *graphique*, des différences apparaissent entre OCC et EXP. Elles résident essentiellement dans un déplacement latéral plus important du CP des grimpeurs OCC. Une autre particularité tout aussi intéressante caractérise cette même population, mais n'est constatée que dans la réalisation de mouvements volontaires: il s'agit d'un plus grand déplacement vertical du CP. En comparant les deux conditions expérimentales, on peut également s'apercevoir d'une dispersion nettement plus importante des résultats lors de MI.

Ces divers résultats montrent que les grimpeurs EXP utilisent moins leurs appuis de main, et par conséquent davantage leurs appuis de pied, dès lors que la tâche à réaliser requiert une stratégie plus précise. A première vue, la notion d'économie d'énergie, qui caractérise volontiers les meilleurs grimpeurs, pourrait être remise en cause à travers ces tests. Cependant, il est un élément important qu'il ne faut pas perdre de vue ici, c'est que la position du CP ne saurait rendre compte de celle du centre de gravité. En effet, la seule chose que l'on peut dire de ces deux points est que leur projection verticale s'effectue dans un même plan sagittal lorsque le système déformable qu'ils caractérisent est immobile. Un autre aspect à priori remarquable de ces résultats réside dans une possible analogie dans le comportement du grimpeur avec celui du quadrupède animal (chat) dans des tâches semblables mais exécutées selon un plan horizontal. Il a été montré en effet qu'avec l'apprentissage, le chat, lors de mouvements vo-





Graphique: Représentation par les moyennes et écart-types des déplacements du centre des pressions (CP) au cours de mouvements imposés MI (en haut) et de mouvements volontaires MV (en bas). Les déplacements en traits pointillés sont ceux des grimpeurs experts (EXP) et ceux en traits pleins des grimpeurs occasionnels (OCC). Les lignes horizontales et verticales en pointillés représentent les positions du CP dans le cas où les forces entre les appuis supérieurs et inférieurs d'une part et gauches et droites d'autre part s'équirépartissent. Les noms des appuis, eux, correspondent au segment déplacé.

lontaines, modifiait progressivement sa stratégie de conservation d'équilibre en renforçant le rôle joué par ses appuis contralatéraux (Dufossé et al., 1982). L'intérêt d'un tel changement résiderait, selon ces chercheurs, dans une meilleure stabilité et une relative économie d'énergie. Cependant, cette analogie entre l'homme et l'animal apparaît plutôt fortuite dans la mesure où elle tend à disparaître dès lors que l'on procède à des mouvements imposés (Rougier, 1992).

En réalité, il apparaîtrait que ces déplacements du CP ne traduisent en fait que des moindres déplacements du centre de gravité. Ces derniers en fait impliqueraient, pour les forces s'exerçant sur les appuis homolatéraux au mouvement, des bras de levier plus réduits et par suite des variations de force à exercer sur ces prises moindres.

## Conclusion

Ces résultats peuvent paraître à première vue rébarbatifs, mais ils témoignent que les stratégies adoptées par des grimpeurs, même pour une tâche élémentaire comme celle-ci, ne sont pas identiques pour tous les sujets. L'analyse temporelle de cette tâche réductionniste renforce également l'idée selon laquelle le contrôle postural se modifierait progressivement en fonction du niveau d'expertise des sujets. Ces aspects sont naturellement de la plus haute importance à la fois pour l'éducateur et pour l'entraîneur car une meilleure connaissance se traduira inévitablement par une meilleure compréhension de l'escalade en tant qu'activité physique et sportive. C'est dans ce but que d'ores et déjà des protocoles



expérimentaux visant à tester du matériel d'escalade, des programmes d'entraînement ou encore à étudier l'évolution du contrôle postural chez l'enfant sont mis en place.

## Références

- Dufossé M., Macpherson J.M. & Massion J. (1982) Biomechanical and electromyographical comparison of two postural supporting mechanisms in the cat. *Exp. Brain Res.* 45: 38-44.
- Rougier P. (1992) - Biomechanical analysis and influence of the expertise level in a climbing task: II. imposed movement (Soumis pour publication).
- Rougier P., Billat R., Merlin M. & Blanchi J.P. (1992) - An original device for the study of the interaction between equilibrium, posture and movement in vertical human quadrupedy: Application in climbing (Soumis pour publication).
- Rougier P. & Blanchi J.P. (1991) - Evaluation du niveau d'expertise en escalade par l'analyse de la relation posturo-cinétique. *Science et Motricité* 14: 3-12. ■

Solution:

Un jeu et on «spor't» mieux...

Le mot caché est: 3. HANDBALL

**Centre de sport  
et de détente**  
**berner oberland** **Frutigen** 800 m d'alt.



Information: Office du tourisme CH-Frutigen ☎ 033 71 14 21, Fax 033 71 54 21 - 180 lits, un grand nombre de dortoirs de douze et six personnes. Salles de séjour. Installations de sport: piscine couverte et piscine à ciel ouvert, terrain de football, court de tennis, salle de musculation et de fitness, minigolf. Sol synthétique pour: handball, basketball, volleyball et tennis. Pension complète à partir de Fr. 32.-. Idéal pour camp de sport et de marche, camp de ski.