

## 18 FORMATION CONTINUE

*Le countermovement jump (CMJ) est un exercice clé en sciences du sport et en rééducation. Il permet d'évaluer la puissance du bas du corps, la performance neuromusculaire et la fatigue. C'est une méthode rapide, fiable et non invasive pour mesurer la préparation athlétique et suivre les progrès. Les plateformes de force représentent la technologie la plus précise et la plus fiable pour analyser en détail les paramètres biomécaniques du CMJ. Elles sont la référence en matière de mesure de la fonction neuromusculaire.*

## COUNTERMOVEMENT JUMP (CMJ) COMPRENDRE, MESURER ET OPTIMISER LE SAUT VERTICAL

### Qu'est-ce qu'un countermovement jump (CMJ) ?

C'est un saut vertical qui commence par un mouvement rapide vers le bas, suivi d'une impulsion explosive vers le haut. Ce mouvement exploite le cycle étirement-raccourcissement pour produire une force maximale, contrairement au squat jump, qui débute de manière statique. Le CMJ consiste à partir d'une position debout, à abaisser rapidement le centre de gravité en fléchissant les hanches, les genoux et les chevilles, puis à se redresser immédiatement pour sauter verticalement et atterrir avec contrôle.

C'est la mesure la plus fiable de la puissance des membres inférieurs, corrélée aux performances en sprint, à la force maximale et à l'explosivité. C'est un test polyvalent, qui peut être réalisé avec ou sans balancement des bras (ce qui peut améliorer les performances de 10 à 30 %). Le CMJ évalue la façon dont le corps génère et applique la force, ce qui en fait un outil précieux pour analyser les capacités neuromusculaires, la fatigue et le risque de blessure. Son usage répandu s'explique par un bon équilibre entre simplicité et richesse des données : il nécessite peu de matériel, mais fournit des informations détaillées lorsqu'il est mesuré à l'aide d'outils comme les plateformes de force.

### Pourquoi utiliser le CMJ ?

Ce test permet d'évaluer l'efficacité du système neuromusculaire, la puissance et la coordination. Méthode rapide, non invasive et riche en données, il est largement utilisé dans le sport, la rééducation et la recherche pour analyser les capacités physiques.

### Évaluer la puissance du bas du corps

Le CMJ est un indicateur fiable de la force explosive du bas du corps, fortement corrélé à :

- la vitesse de sprint (notamment sur 10 à 30 mètres) ;

- la force maximale en 1RM (squat, soulevé de terre) ;  
- la force réactive/explosive spécifique à un sport.  
Les entraîneurs utilisent le CMJ pour suivre les adaptations à l'entraînement, évaluer l'état de préparation des athlètes et adapter les programmes de préparation physique.

### Surveiller la fatigue et l'état de préparation

Les indicateurs du CMJ permettent de détecter la fatigue neuromusculaire. De légers changements dans la hauteur du saut, la force ou le temps de vol signalent une fatigue ou une récupération insuffisante. Comme le CMJ est répétable sans induire de fatigue, il est idéal pour un suivi quotidien.

Les applications courantes incluent :

- des tests avant et après l'entraînement pour évaluer la fatigue aiguë ;
- des comparaisons des valeurs de référence dans le temps pour évaluer les adaptations chroniques ;
- un dépistage du risque de blessure en suivant les variations de la qualité ou de la symétrie du mouvement.

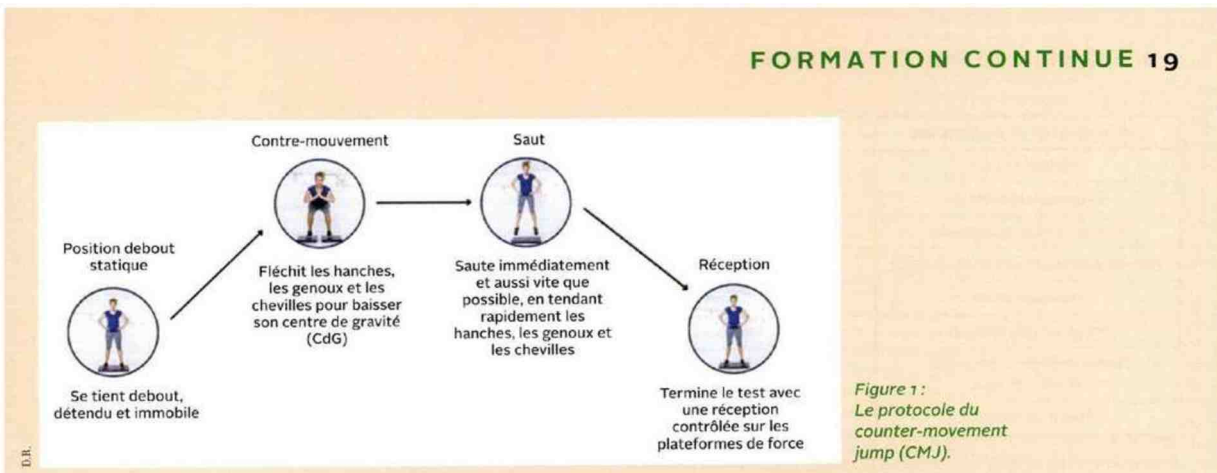
### Obtenir des données fiables et exploitables

Contrairement à certains tests physiques influencés par la motivation ou des facteurs externes, le CMJ fournit des données très répétables, surtout lorsqu'il est mesuré à l'aide de plateformes de force ou de capteurs validés. Des paramètres tels que la hauteur de saut, la puissance maximale et le taux de développement de la force (RFD) sont constants lors de tests répétés, à condition de suivre des protocoles standardisés.

Cela fait du CMJ un outil de référence pour suivre les progrès, définir des critères de retour au jeu ou comparer les performances interindividuelles entre athlètes ou patients.



**FORMATION CONTINUE 19**



**Intégration en rééducation et retour au sport**

Le CMJ est particulièrement utile en milieu clinique, notamment pour la rééducation et les décisions de retour au sport. L'analyse de la répartition bilatérale des forces, de la capacité de freinage excentrique et de la symétrie du mouvement permet de détecter des déficits subtils, essentiels pour réduire le risque de reblessure et garantir un retour à la compétition en toute sécurité. Cela est d'autant plus crucial après des blessures comme une reconstruction du LCA, où les tests de force traditionnels peuvent ne pas révéler certains déséquilibres sous-jacents.

**Comment réaliser un CMJ "comme un pro"**

Réaliser correctement ce test est essentiel pour garantir des données de performance fiables et valides, que ce soit pour évaluer la performance athlétique, le statut neuromusculaire ou les progrès en rééducation. De petites variations dans la technique peuvent entraîner d'importantes différences dans les mesures, surtout lorsqu'il s'agit de suivre les évolutions dans le temps.

**Préparation : échauffement standardisé**

Un bon échauffement prépare l'athlète à produire un effort maximal tout en minimisant le risque de blessure ou de variation de performance. Voici une séquence recommandée, à répéter systématiquement avant chaque test :

- 5 minutes d'activité cardio légère (course à pied, vélo) ;
- 5 minutes de mobilisation dynamique des membres inférieurs (cercles de hanches, fentes, *leg swings*) ;
- 10 squats poids du corps ;
- 10 élévations des mollets en position debout, suivies de 10 transitions entre le squat et l'élévation des mollets (mouvement combiné).

L'objectif est d'activer la chaîne postérieure et de stimuler le système neuromusculaire sans générer de fatigue.

**Avec ou sans les bras ?**

Le CMJ peut être effectué de 2 manières. Avec balancement des bras, cela permet une meilleure impulsion et une hauteur de saut plus élevée. Sans les bras (mains sur les hanches), cela permet d'isoler la puissance du bas du corps et améliore la fiabilité des données. Les deux méthodes sont valides, mais la régularité est essentielle. Une fois qu'un protocole est choisi, il doit être appliqué de manière cohérente à toutes les sessions et à tous les participants pour permettre des comparaisons pertinentes.

**Exécution du CMJ (fig. 1)**

Voici les étapes clés d'un CMJ bien réalisé :

- L'athlète se place debout, pieds écartés à la largeur des hanches, en position relâchée sur la plateforme de force.
- Il reste immobile pendant 3 secondes pour stabiliser la phase de pesée.
- Sur consigne, il effectue un contre-mouvement rapide : flexion des hanches, genoux et chevilles.
- Il enchaîne immédiatement avec une extension explosive des mêmes articulations, sans marquer de pause.
- Il saute verticalement aussi vite et haut que possible, en restant gainé (la notion de vitesse est déterminante dans la consigne).
- Il atterrit en douceur, idéalement sur le même emplacement, puis reste stable pendant 2 secondes.
- Il fait une pause pour retrouver l'équilibre avant la répétition suivante.

Conseil : laissez toujours à l'athlète quelques secondes pour se stabiliser avant de commencer le saut, surtout lorsqu'on utilise des plateformes de force qui nécessitent une phase de pesée stable.

Pour en savoir plus sur le protocole du CMJ proposé par Kinvent :



**Combien de répétitions ?**

Pour minimiser la variabilité et obtenir des données représentatives, il doit effectuer au moins 3 sauts valides. Il faut lui laisser 60 secondes de repos entre

## 20 FORMATION CONTINUE

Indicateurs clés de performance	Description
Hauteur de saut	Mesurée à partir de la durée du vol ou de la vitesse au décollage
Force maximale (Fmax)	Pic de force exercée, généralement au moment de la poussée
Puissance maximale (Pmax)	Résultat de la force multipliée par la vitesse : indicateur direct de l'explosivité
Taux de développement de force (RFD)	Vitesse à laquelle l'athlète est capable de produire de la force, particulièrement durant la phase de freinage
Impulsion totale	Intégrale de la force sur le temps entre le début du mouvement et le décollage
Impulsion concentrique	Mesures spécifiques aux phases de freinage (excentrique) et de poussée (concentrique)
Durées de phases excentrique et concentrique	Temps passé dans chaque phase, utile pour détecter les changements de stratégie de mouvements ou les compensations
Vitesse au décollage	Indicateur direct de la hauteur potentielle

Figure 2 : Les principaux indicateurs à surveiller dans l'analyse d'un countermovement jump (CMJ).

chaque essai et retenir le meilleur saut ou la moyenne selon l'objectif. Avant de commencer le test, il est préférable de laisser au participant quelques secondes sur la plateforme pour se préparer.

### Des conditions de test constantes

Utilisez le même sol, les mêmes chaussures, le même protocole d'échauffement. Notez toute variable extérieure pouvant influencer les résultats (fatigue, blessure, charge d'entraînement) et réalisez les tests au même moment de la journée.

### L'importance du CMJ et des plateformes de force dans l'entraînement et la rééducation

Quand il s'agit de mesurer un CMJ avec précision, le choix du matériel fait toute la différence. C'est pour cela que de plus en plus de coaches, de kinésithérapeutes et de chercheurs en sciences du sport font confiance aux K-Deltas de Kivent (photo p. 21) : des plateformes de force de nouvelle génération, conçues pour offrir des données haute résolution en temps réel.

Les K-Deltas permettent de capturer chaque détail du saut, de la phase de freinage à l'atterrissage, et d'identifier des asymétries, des déficits de force ou des changements de stratégie de mouvement. Associées à l'application de Kivent, elles transforment chaque saut en indicateurs exploitables pour l'optimisation de la performance ou le suivi clinique.

Avec ce dispositif, vous n'obtenez pas seulement des chiffres : vous obtenez de la clarté. Que ce soit pour suivre une rééducation, détecter des asymétries ou analyser les adaptations à l'entraînement, les K-Deltas offrent la précision nécessaire pour transformer le mouvement en progrès mesurable.

### Indicateurs de performance du CMJ

Un seul CMJ réalisé sur des plateformes de force fournit des données riches allant bien au-delà du saut lui-même, révélant la fonction neuromusculaire, la

production de force et la stratégie de mouvement. L'interprétation de ces métriques est essentielle pour l'évaluation des athlètes, le suivi de la rééducation et l'analyse des asymétries, mettant en lumière à la fois le potentiel et les dysfonctionnements.

### Plus que la hauteur de saut

La hauteur de saut est l'indicateur le plus visible, mais à elle seule, elle ne raconte qu'une partie de l'histoire. Deux individus peuvent atteindre la même hauteur en utilisant des stratégies complètement différentes : l'un grâce à une force explosive brute, l'autre grâce à une impulsion plus longue. C'est pourquoi il est indispensable d'analyser comment cette hauteur est produite, à travers d'autres variables clés (fig. 2).

### Interpréter les ICP : les bonnes questions à se poser

Analyser les indicateurs clés de performance (ICP) d'un CMJ permet de répondre à des questions fondamentales. L'athlète améliore-t-il sa vitesse de développement de la force ou se contente-t-il de sauter plus bas ? La stratégie de saut a-t-elle changé après la fatigue ou une blessure ? Existe-t-il une asymétrie gauche-droite dans la production de force ? Quelle est l'efficacité de la transition entre la phase de freinage et la propulsion ? La performance est-elle davantage liée à la force ou au timing ? Ces informations sont cruciales pour orienter l'entraînement, individualiser les séances, ou valider un retour au sport.

### Suivi longitudinal : créer un profil de performance

Pour tirer pleinement parti des ICP du CMJ, la régularité est essentielle. Des protocoles standardisés, des outils à haute résolution et un suivi longitudinal vous permettent de suivre les adaptations à l'entraînement semaine après semaine, identifier les signaux d'alerte dans les stratégies de mouvement après une blessure,

**FORMATION CONTINUE 21**

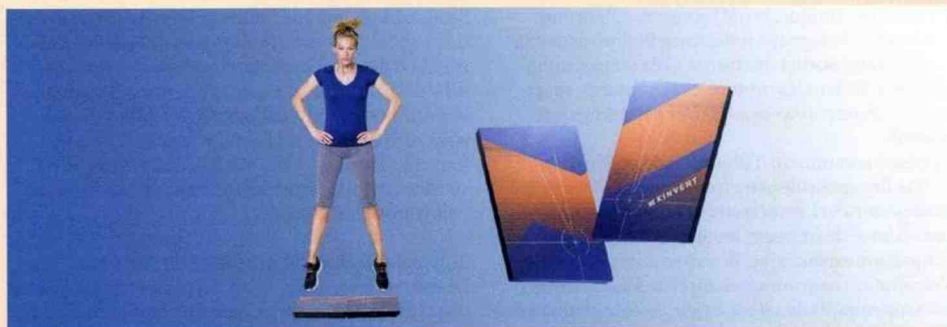


Figure 3 : Les K-Deltas de Kinvent.

évaluer l'efficacité des interventions sur la force, la puissance ou la coordination et construire des profils d'athlètes basés sur les caractéristiques neuromusculaires.

Les ICP transforment un simple saut en un outil de diagnostic complet du système neuromusculaire.

**Comment mesurer un CMJ avec précision**

Plusieurs dispositifs existent, qui varient en termes de précision, de fiabilité et de profondeur d'analyse :

- Tapis de contact : estiment la hauteur de saut à partir du temps de vol. Faciles à utiliser, mais ne permettent pas d'analyser la production de force ni les asymétries.
- Accéléromètres (*wearables*) : mesurent le mouvement global du corps, mais leur résolution est insuffisante pour extraire des données de force ou de stratégie de saut fines.
- Caméras haute vitesse : permettent d'analyser les angles articulaires et les timings, mais demandent une installation lourde et une analyse post-traitement longue.
- Systèmes infrarouges : précis sur le plan temporel, mais limités aux métriques verticales simples (pas de données de force).

Les plateformes de force sont aujourd'hui considérées comme la méthode de référence pour l'analyse complète du CMJ. Elles mesurent les forces de réaction verticales au sol à des fréquences d'échantillonnage élevées, ce qui permet d'obtenir :

- La hauteur de saut (calculée via l'impulsion ou la vitesse au décollage) ;
- Les courbes force-temps, vitesse-temps et déplacement-temps ;
- La puissance maximale, la force maximale et le taux de développement de force (RFD) ;
- Les impulsions excentrique et concentrique
- Les asymétries bilatérales et la répartition de la charge entre les membres ;
- Le temps de stabilisation à la réception.

**Applications cliniques et sportives du CMJ**

C'est l'un des rares tests qui s'intègre aussi bien dans les protocoles de performance de haut niveau que dans les programmes de rééducation. Sa polyvalence, sa sensibilité aux variations neuromusculaires et la richesse des données qu'il génère en font un outil de référence pour les entraîneurs, kinésithérapeutes, préparateurs physiques et chercheurs.

Que ce soit pour optimiser la puissance d'un athlète d'élite ou suivre le rétablissement neuromusculaire d'un patient, le CMJ fournit des données objectives, reproductibles et immédiatement exploitables, bien au-delà de la simple hauteur de saut.

**En performance sportive**

Dans le sport de haut niveau, les détails font la différence. Le CMJ permet au coach de prendre des décisions éclairées en suivant des indicateurs précis. Par exemple :

- Le développement de la puissance explosive : via des mesures comme la puissance maximale (Pmax), le taux de développement de force (RFD) ou la vitesse au décollage.
  - L'adaptation à l'entraînement : observer comment les valeurs de force et de puissance évoluent au fil d'un cycle ou d'une saison.
  - La fatigue et l'état de préparation : des tests CMJ réguliers (quotidiens ou hebdomadaires) permettent de repérer une fatigue neuromusculaire accumulée à travers une baisse de hauteur, une augmentation du temps de poussée ou une chute du RFD.
  - Les changements de stratégie motrice : des variations dans la durée des phases excentriques ou concentriques peuvent traduire une compensation ou une fatigue latente.
- Grâce à ces données, les coaches peuvent ajuster les charges d'entraînement, prévenir le surmenage, et adapter les contenus en fonction de l'état physiologique réel de l'athlète.



## 22 FORMATION CONTINUE

### En rééducation et retour au sport

En contexte clinique, le CMJ est un excellent outil pour évaluer la capacité fonctionnelle d'un patient à produire et absorber des forces. Cela est particulièrement utile dans les protocoles de retour au sport, où les décisions doivent s'appuyer sur des critères objectifs.

Il permet notamment d'identifier des asymétries résiduelles après blessure (par exemple : le ligament croisé antérieur), de détecter des déficits persistants dans la force de freinage, le contrôle à la réception ou l'impulsion excentrique, de suivre en temps réel la récupération neuromusculaire et de fournir des critères quantitatifs de retour au jeu, en complément des délais classiques ou des évaluations subjectives.

"Cet article nous a été proposé par Cédric Cassou, kinésithérapeute du sport et utilisateur de la solution Kinvent. Il a précédemment été publié dans une newsletter adressée aux clients de la marque.

### Évaluation de l'asymétrie et analyse unilatérale

Avec l'essor des plateformes de force bilatérales, les professionnels peuvent désormais analyser les asymétries entre les membres inférieurs avec une grande précision. C'est particulièrement utile dans les sports où les charges unilatérales sont fréquentes, comme le football, le basket ou le ski, et où les blessures unilatérales sont fréquentes également. Le CMJ peut ainsi révéler une asymétrie de force maximale ou d'impulsion concentrique, une différence dans la capacité de freinage excentrique entre

les jambes ou une variabilité dans le temps de stabilisation à la réception. Même de légères différences (>10-15 %) peuvent être cliniquement pertinentes et guider des interventions ciblées ou ajuster la planification du retour au sport. Plusieurs références scientifiques montrent l'intérêt du CMJ unipodal pour suivre et évaluer la bonne récupération suite à une blessure du genou, ainsi qu'en prévention de récurrence, comparativement aux autres tests fonctionnels comme les *hop tests*.

### Suivi longitudinal et profilage de l'athlète

Le suivi régulier des ICP du CMJ permet de construire un profil de performance individuel, utile en préparation physique comme en rééducation. Cela permet notamment de détecter précocement un plateau de performance ou une régression, évaluer l'efficacité d'un programme d'entraînement ou de réathlétisation, comparer un individu à une base de données normative ou à son propre historique, ou encore de définir des référentiels personnalisés pour le retour au sport ou la progression à long terme. Dans le sport de haut niveau, ces profils deviennent souvent de véritables empreintes motrices, qui aident à planifier les charges, sécuriser les retours à la compétition ou affiner les cycles de pré-saison.

CÉDRIC CASSOU'

### Bibliographie

- [1] Bishop, C., Turner, A., & Read, P. (2018). **Effects of inter-limb asymmetries on physical and sports performance: A systematic review.** *Journal of Sports Sciences*, 36(10), 1135-1144.
- [2] Bishop, C., Brashill, C., Abbott, W., Read, P., Lake, J., & Turner, A. (2021). **Jumping Asymmetries Are Associated With Speed, Change of Direction Speed, and Jump Performance in Elite Academy Soccer Players.** *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(8), 2241-2247.
- [3] Cohen, D. D., Taberner, M., Spiby, A., O'Boyle, A., Comfort, P., & Turner, A. (2020). **Single-Leg Force-Time Characteristics of Elite Soccer Players: Between-Leg Asymmetries in Strategy and Performance.** *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 15(9), 1277-1283.
- [4] Gonzalo-Skok, O., Tous-Fajardo, J., Suarez-Arrones, L., Arjol-Serrano, J. L., Casajús, J. A., & Mendez-Villanueva, A. (2017). **Single-Leg Power Output and Between-Limbs Imbalances in Team-Sport Players: Unilateral Versus Bilateral Combined Resistance Training.** *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(1), 106-114.
- [5] Jordan, M. J., Morris, N., Lane, M., Barnert, J., MacGregor, K., & Herzog, W. (2020). **Monitoring the Return to Sport Transition After ACL Reconstruction: An Alpine Ski Racing Case Study.** *Frontiers in Sports and Active Living*, 2, 12.
- [6] King, E., Richter, C., Franklyn-Miller, A., Daniels, K., Wade, R., Moran, R., & Strike, S. (2019). **Whole-body biomechanical differences between limbs exist 9 months after ACL reconstruction across jump/landing**

- tasks.** *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 29(12), 1989-2002.
- [7] Kotsifaki, A., Van Rossom, S., Whiteley, R., Korakakis, V., Bahr, R., Sideris, V., & Jonkers, I. (2022). **Symmetry in Triple Hop Distance Hides Asymmetries in Knee Function After ACL Reconstruction in Athletes at Return to Sports.** *The American Journal of Sports Medicine*, 50(2), 441-450.
- [8] Kyritsis, P., Bahr, R., Landreau, P., Miladi, R., & Witvrouw, E. (2016). **Likelihood of ACL graft rupture: Not meeting six clinical discharge criteria before return to sport is associated with a four times greater risk of rupture.** *British Journal of Sports Medicine*, 50(15), 946-951.
- [9] Markovic, G., Dizdarevic, D., Jukic, I., & Cardinale, M. (2004). **Reliability and factorial validity of squat and countermovement jump tests.** *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(3), 551-555.
- [10] Miles, J. J., Ford, K. R., & Myer, G. D. (2019). **Shortfalls of the Limb Symmetry Index for Decision Making After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction.** *Sports Health*, 11(2), 146-147.
- [11] O'Malley, E., Richter, C., King, E., Strike, S., & Moran, K. (2018). **Countermovement Jump and Isokinetic Dynamometry as Indicators of Rehabilitation Status After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction.** *Journal of Athletic Training*, 53(7), 687-694.
- [12] Read, P. J., Mc Auliffe, S., Wilson, M. G., & Myer, G. D. (2021). **Better Reporting Standards Are Needed to Enhance the Quality of Hop Testing in the Setting of ACL Return to Sport: A Narrative Review.** *International Journal of Sports Physical Therapy*, 16(6), 1634-1646.

Pour accéder à d'autres références bibliographiques :

