

Saut avec contre-mouvement (CMJ) avec plateformes de force

Document du protocole de test

1. Introduction	2
1.1 Objectif / Justification	2
1.2 Traçabilité	2
2. Équipement	3
2.1 Recommandations d'équipement	3
2.2 Configuration de l'équipement	3
3. Instructions préalables au test	4
4. Échauffement	5
5. Procédure de test	5
5.1 Instructions clés / Règlements de test	5
5.2 Administrer le test (environ 3-5 minutes par athlète)	5
6. Considérations techniques	7
6.1 Considérations reliées à la courbe de force	7
6.2 Violations techniques (essais invalidés)	8
7. Considérations d'analyse et de production de rapport	9
7.1 Sélection du meilleur ou de la moyenne des essais	9
8. Annexe A	11
9. Annexe B	12
10. Références	12

1. Introduction

1.1 Objectif / Justification

1. **Mesurer l'expression de la force dynamique maximale (rapide) du bas du corps**
 - Tests de performance / profilage (données transversales / entrée et sortie)
 - Suivi longitudinal de l'adaptation à la performance
2. **Surveillance des variations aiguës et transitoires de l'expression de la force**
 - Évaluation continue (longitudinale à haute fréquence)
 - Par exemple ; Surveillance de la fatigue, surveillance d'état de préparation
3. **Surveillance des variables de retour au jeu en cas de blessure au bas du corps**
 - Surveillance récurrente (continue, longitudinale)

1.2 Traçabilité

Nom du protocole	Date (aaaa-mm)	Changements effectués	Changements faits par
Force Plate Countermovement Jump Test SOP	2025-04	Version 1 - Création de la PSO (anglais)	Nicolas Bourrel, Andrew Cochran, Amarah Epp-Stobbe, Mary Claire Geneau, Scott Willgress, Bryan Yu
Force Plate Countermovement Jump Test SOP	2025-09	Révisions par:	Lachlan James, Matt Jordan
Force Plate Countermovement Jump Test SOP	2026-01	Corrections faites selon les suggestions des réviseurs	Nicolas Bourrel, Andrew Cochran, Mary Claire Geneau, Scott Willgress, Bryan Yu
Saut avec contre-mouvement (CMJ) avec plateformes de force	2026-01	Traduction française	Nicolas Bourrel, Jérémie Chase

2. Équipement

2.1 Recommandations d'équipement

- **Système à plateforme de force double**
 - Recommandé pour tous les tests.
 - **Obligatoire** pour l'évaluation de l'asymétrie.
- **Fréquence d'échantillonnage : 500-1200Hz**

<i>Type</i>	<i>Qualité</i>	<i>Avantages</i>	<i>Inconvénients</i>
Plateforme de force montées au sol AMTI	Or	- Qualité recherche - Le plus précis, fiable - Permet le traitement et l'analyse personnalisée	- Nécessite un logiciel personnalisé pour le traitement, la visualisation et l'analyse - Pas portable - Cher
ForceDecks de VALD Performance	Argent	- Portable - Logiciel accessible - Service à la clientèle accessible - Très populaire en sciences du sport à l'échelle mondiale - Plus abordable	- La performance peut être affectée par le sol ou l'installation (lorsqu'elle est portable) - Le traitement et l'analyse des données ne peuvent pas être ajustés dans le logiciel
Plateforme de force Hawkin Dynamics	Argent	- Portable - Logiciel accessible - Service à la clientèle accessible - Très populaire en sciences du sport à l'échelle mondiale - Plus abordable	- La performance matérielle peut être affectée par le sol ou l'installation (lorsqu'elle est portable) - Le traitement et l'analyse des données ne peuvent pas être ajustés dans le logiciel
Autres (par exemple, Pasco)	S/O	Le plus abordable	Faible en précision et fiabilité

2.2 Configuration de l'équipement

1. **Étalonnage/Vérification (Annexe 1).**
 - **Effectuez une vérification trimestrielle.**
 - Effectuer une évaluation de charge statique jusqu'à 300 kg par plateforme pour assurer la précision.
2. **Exigences de surface**
 - Une surface plane et dure (par exemple, en béton) est idéale.
 - Visez un type **de surface cohérent** pour chaque collection de données.

3. Positionnement de la plateforme de force

- Assurez-vous que les deux plateformes de force soient connectées entre elles.
- Assurez-vous **qu'aucun objet** (par exemple, un entourage protecteur) n'est en contact avec les plateformes.
- Mettez les plateformes à zéro avant chaque utilisation, **sans que rien ne les touche**.
- Confirmez que l'orientation gauche/droite de la plateforme soit correcte.
- Gardez un **écart d'au moins 1 cm** entre les plateformes et gardez un espace constant.
- Assurez-vous que les plateformes sont à niveau les unes par rapport aux autres et individuellement.
- Appuyez manuellement sur les coins de chaque plateforme pour vérifier qu'elles sont solides et de niveau.

4. Échauffement de la plateforme de force

Suivez les recommandations du fabricant pour le temps de réchauffement du matériel (par exemple, 1 heure pour les plateformes AMTI).



Figure 1. Configuration des plateformes de force. Assurez-vous que rien n'est en contact avec les plateformes, et que les plateformes soient nivelées individuellement et entre elles.

3. Instructions préalables au test

1. **Autorisation médicale et consentement éclairé**
 - Confirmez que l'athlète est médicalement apte à effectuer un CMJ maximal et qu'il/elle peut le faire de façon compétente.
 - L'athlète a consenti à participer aux tests et au partage des données.
2. **Vérification de l'installation de l'équipement**
 - Voir la section 2.2.
 - Si les plateformes de force ont été déplacées, répétez la procédure d'étalonnage et vérification.

4. Échauffement

1. **Échauffement habituel avant la séance de l'athlète (environ 10 minutes)**
 - L'athlète effectue sa routine d'échauffement régulière.
2. **CMJ avant le test (environ 5 minutes)**
 - Effectuer 3 CMJ maximaux.
 - Repos pendant 2 minutes.
 - Effectuer 3 autres CMJ maximaux.
 - Repos 2 minutes avant l'essai officiel des tests.

5. Procédure de test

5.1 Instructions clés / Règlements de test

- **Placement des mains** : Mains sur les hanches pour la durée du test.
- **Emphase sur le saut** : Sauter vite et haut. Si demandé, la hauteur maximale du saut est la priorité.
- **Position des pieds** : Libre
- **Profondeur du contre-mouvement** : Libre
- **Chaussures constantes** : Garder les mêmes chaussures lors des essais ultérieurs.
- **Signaux minimaux** : Aucun signal ou coaching supplémentaire au-delà des instructions du test.

5.2 Administrer le test (environ 3-5 minutes par athlète)

1. **Préparation avant l'examen**
 - Réglez les plateformes, en vous assurant que rien n'est sur les plateformes ni ne touche les plateformes
 - Sélectionnez l'athlète et test (par exemple, CMJ) dans le logiciel.

2. Pesage du système (selon le logiciel)

- Demandez à l'athlète de rester immobile sur les plateformes, les mains sur les hanches, pendant 5 à 10 secondes (debout stationnaire et stable). **Une petite erreur (même de 1 N) ici peut entraîner une grosse erreur avec les résultats.**
- Vérifiez que le poids enregistré du système est dans la gamme de données attendues.

3. Instructions du test

- Faites une démonstration tout en expliquant les attentes.
- Utilisez un **ton clair et direct** :
 1. « Mets tes mains sur tes hanches et reste aussi immobile que possible. »
 2. « Je vais compter à rebours à partir de trois, et quand je dirai 'saute', tu es libre de sauter. Saute vite, et aussi haut que possible tout en gardant les mains sur les hanches. »
 - Indice externe optionnel : « Essaie de passer ta tête à travers le plafond. »
 - Si on te demande des priorités : **1) Hauteur, 2) Vitesse.**
 3. « Veuillez rester aussi immobile que possible pendant le compte à rebours et atterrir doucement dans une position stable et athlétique à environ 1/4 de profondeur de squat. »
 - Mettez l'accent sur l'atterrissage correct (surtout si vous utilisez des métriques d'atterrissage).
 4. « **Prêt — reste bien tranquille — 3-2-1-Saute.** »
- S'il y a du mouvement pendant le compte à rebours, recommencez le compte à rebours.

4. Répétitions et repos

- Effectuez **3 à 5 répétitions** (minimum 3).
- Repos **de 10 à 15 secondes** entre chaque saut (minimum 10s).
 1. Immobilité***
- Répétez les instructions pour chaque saut : « **Prêt — reste bien tranquille — 3-2-1-Saute.** »

5. Fin du test

- Appuyez sur « Arrêter l'enregistrement » une fois la série d'essais terminée, après une période stationnaire et stable adéquate
- Inspecter le traçage des forces pour détecter des infractions techniques
- **Les essais invalides** doivent être répétés et exclus de l'analyse finale (voir section 6.2).
- Si elle est valide, assurez-vous que la collecte des données est sauvegardée

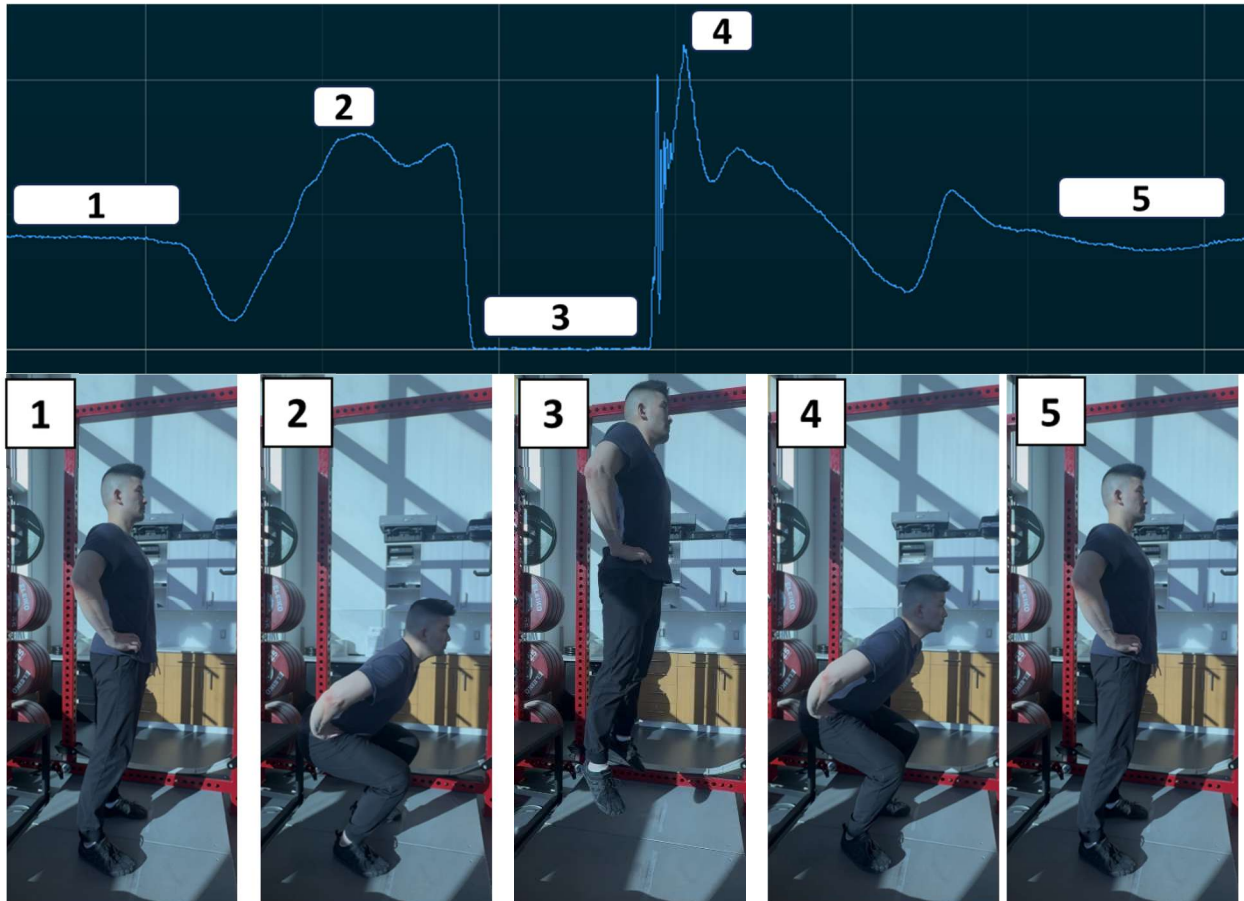


Figure 2. Trace de Force d'un saut avec contre-mouvement typique. 1) Phase stationnaire stable. 2) Fin de la phase excentrique. 3) Phase de vol. 4) Phase d'atterrissage. 5) Retour à la phase stationnaire stable.

6. Considérations techniques

6.1 Considérations reliées à la courbe de force

- **Phase stationnaire stable invalide** : L'athlète doit rester immobile avant le saut. **Toutes les métriques ne seront pas valides sans une bonne phase stationnaire stable.**
- **Mouvement avant l'initiation du saut** : Tout changement notable de force avant l'initiation du saut peut entraîner des inexactitudes dans les données.

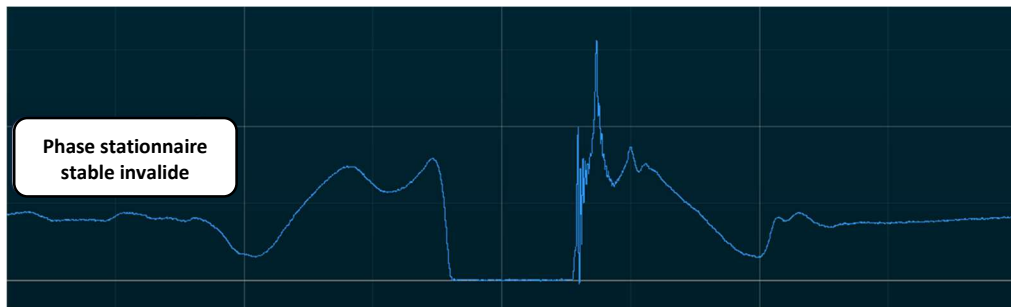


Figure 3. Mouvement excessif pendant la phase stationnaire stable.

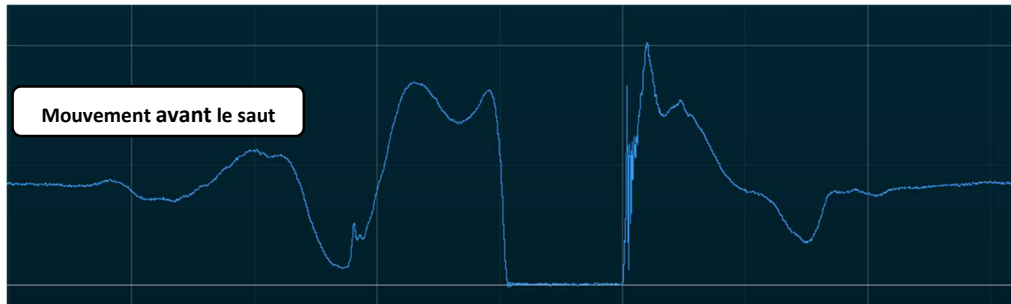


Figure 4. Mouvement vers le haut avant l'initiation du saut.

6.2 Violations techniques (essais invalidés)

Les violations suivantes **invalident** l'essai :

- Les mains quittant les hanches.
- Mouvement vers le haut avant le signal officiel de « saute ».
- Atterrir avec une flexion **excessive** du genou ou de la hanche au premier contact (très accroupis, comme un saut groupé).
- Atterrissant partiellement ou complètement hors des plateformes.



Figure 5. Infractions techniques. Gauche) Les mains quittant les hanches (même subtilement) pendant le saut. Centre) Mouvement vers le haut avant l'initiation du saut. À droite) Talons qui quittent le sol pendant le saut.

Si l'un de ces cas se produit, **répétez l'essai** et excluez l'essai invalide de l'ensemble de données.

Procédez avec prudence si les cas suivants se produisent :

- Les talons se lèvent prématurément pendant le contre-mouvement (cela peut indiquer des problèmes de mobilité).
- Plier les genoux ou les hanches en plein vol (replier ou piquer) si le temps de vol est utilisé pour les calculs.

Fin du protocole

Note : Documentez toujours toute déviation par rapport à ce protocole et assurez-vous de la cohérence dans la collecte des données afin de maintenir la fiabilité et la validité des résultats.

7. Considérations d'analyse et de production de rapport

7.1 Sélection du meilleur ou de la moyenne des essais

- Dans la plupart des cas, il est préférable d'utiliser la **moyenne de tous les essais complétés** pour représenter la performance. Lors de l'affichage visuel des données, utiliser **la moyenne $\pm$ l'écart-type** aide à illustrer la variabilité quotidienne (voir Figure 6).
 - En cas de variation exceptionnellement grande ($>10\%$ par rapport à la moyenne), considérez rejeter l'essai aberrant.

- Cependant, si vous effectuez **des tests d'entrée/sortie** ou que vous utilisez une **approche transversale**, il peut être plus approprié d'utiliser la **meilleure valeur (valeur pic)**. Dans ce cas, sélectionnez la sortie la plus élevée (par exemple, la hauteur de saut) ainsi que toutes les métriques associées de cet essai spécifique.
 - Gardez en tête que les erreurs de mesure et biologique deviennent plus problématiques avec le meilleur effort.

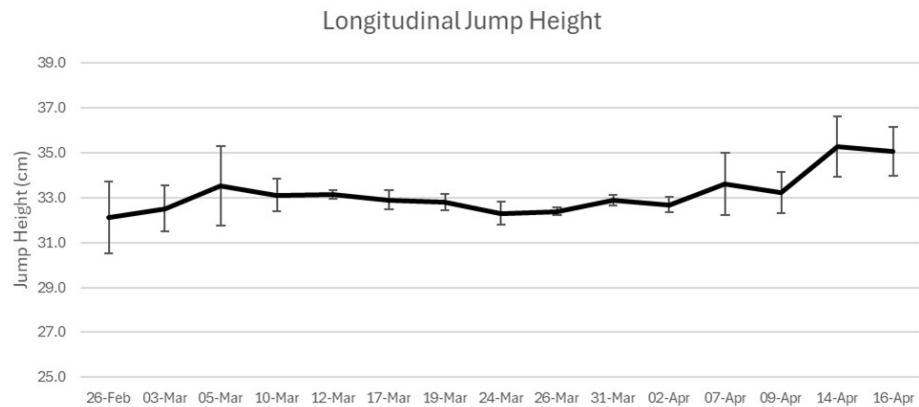


Figure 6. Rapport quotidien de la hauteur de saut (cm), incluant des barres d'écart-type.

8. Annexe A

Calibration/Vérification.

- Effectuez une vérification trimestrielle.
- Effectuer une évaluation charge statique allant jusqu'à 300 kg pour assurer la précision.

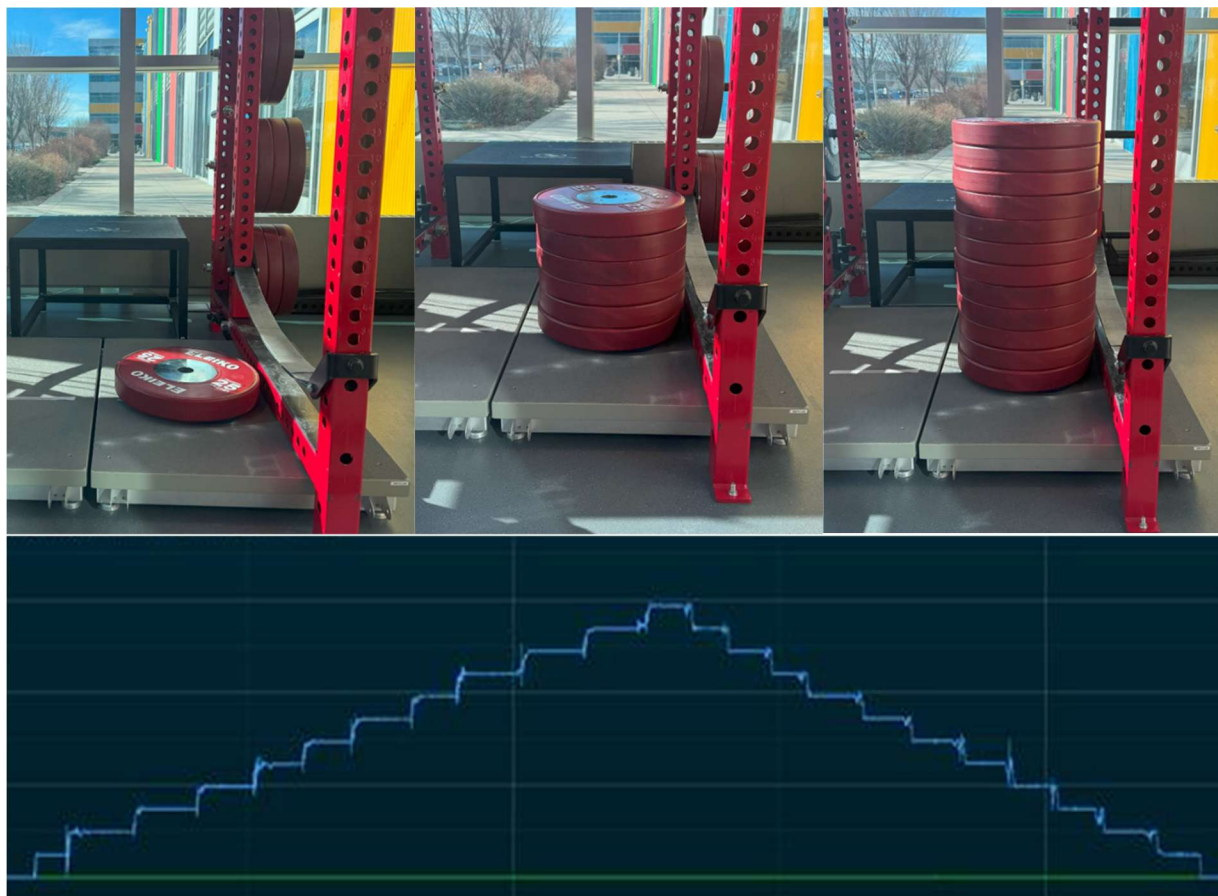


Figure 7. Vérification de la plateforme de force. Un exemple de la façon d'effectuer une vérification trimestrielle de la force avec sa trace de force correspondante.

9. Appendix B

Identification de la phase

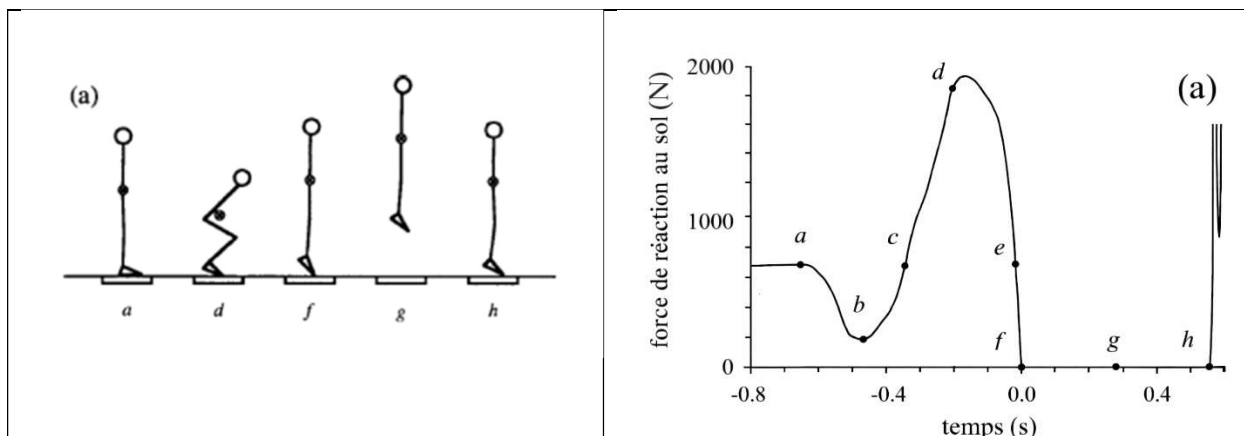


Figure 1. Caractéristiques force-temps d'un saut de contre-mouvement (CMJ). La séquence du saut commence à partir d'une position stationnaire stable (a), suivie d'une phase de décharge (a–c) où le sauteur décontracte la musculature agoniste pour accélérer le centre de masse vers le bas. Le point b représente l'instant d'accélération maximale vers le bas. À mesure que l'activation musculaire augmente, la vitesse descendante s'atténue jusqu'à atteindre son maximum au point c. Pendant la phase de freinage (c–d), la force de réaction au sol dépasse le poids corporel jusqu'à ce que le centre de masse atteigne son déplacement vertical le plus bas au point d (vitesse nulle). La phase de propulsion suivante (d–f) implique une augmentation rapide de la vitesse ascendante; La vitesse maximale vers le haut se produit au point E, où la force revient au poids du corps. Le décollage est défini au point f, où les pieds quittent la plateforme de force et l'athlète devient un projectile. La phase de vol consiste en une montée (f–g) jusqu'au sommet de saut (apex, g) et une descente (g–h) jusqu'au contact initial (h), caractérisée par un pic de force d'impact brusque.

Adapté de: Linthorne, N. P. (2001). Analysis of standing vertical jumps using a force platform. *American Journal of Physics*, 69(11), 1198–1204.

10. Références

Bishop, C., Jordan, M., Torres-Ronda, L., Loturco, I., Harry, J., Virgile, A., Mundy, P., Turner, A., & Comfort, P. (2023). Selecting metrics that matter: Comparing the use of the countermovement jump for performance profiling, neuromuscular fatigue monitoring, and injury rehabilitation testing. *Strength & Conditioning Journal*, 45 (5), 545–553.

Bishop, C., Turner, A., & Read, P. (2018). Training methods to ameliorate vertical and horizontal jump performance: A systematic review. *Strength & Conditioning Journal*, 40(4), 1–11.

Claudino, J. G., Cronin, J., Mezêncio, B., McMaster, D. T., McGuigan, M., Gaido, V., Little, W. H., Condessa, L. A., Amadio, A. C., & Serrão, J. C. (2017). The countermovement jump to monitor the athlete: A systematic review. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 20(4), 397–402.

Cormack, S. J., Newton, R. U., McGuigan, M. R., & Cormie, P. (2008). Neuromuscular determinants of sprint activities in Australian Rules Football. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(2), 358–363.

Gathercole, R. J., Sporer, B. C., Stellingwerff, T., & Sleivert, G. G. (2015). Comparison of the capacity of different jump and sprint field tests to detect neuromuscular fatigue. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(9), 2522–2531.

Geneau, M. C., Carey, D. L., Gustin, P. B., Robertson, S., & James, L. P. (2024). Classification of force-time metrics into lower-body strength domains. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 38(9), 1561–1567.

Geneau, M. C., Carey, D. L., Gustin, P. B., Robertson, S., & James, L. P. (2024). Replicability of strength domains in Australian rules football athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*.

Haff, G. G., Ruben, R. P., Lider, J., Twine, C., & Cormie, P. (2015). A comparison of methods for determining the vertical jump height. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(12), 3460–3465.

Heishman, A., Curtis, M., Saliba, E., Hornett, R. J., Malin, S. K., & Weltman, A. L. (2020). Comparing countermovement jump log-transformed and raw jump height responses to training in NCAA Division I basketball players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 15(1), 126–130.

Hughes, G., Watkins, J., & Owen, N. (2010). Gender differences in lower limb kinematics during landing from a jump. *Journal of Sports Science & Medicine*, 9(3), 469–477.

Kratky, S., & Müller, E. (2013). Methods for monitoring training load and fatigue in elite athletes. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 8(3), 221–230.

Linthorne, N. P. (2001). Analysis of standing vertical jumps using a force platform. *American Journal of Physics*, 69(11), 1198–1204.

McGuigan, M. R., Cormack, S. J., & Gill, N. D. (2013). Strength and power profiling of elite 20-20 cricket players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(1), 222–227.

McMahon, J. J., Suchomel, T. J., Lake, J. P., & Comfort, P. (2018). Understanding the key phases of the countermovement jump force-time curve. *Strength & Conditioning Journal*, 40(4), 96–106.

Merrigan, J. J., Rentz, L. E., Hornsby, W. G., Wagle, J. P., Stone, J. D., Smith, H. T., Galster, S. M., Joseph, M., & Hagen, J. A. (2022). Comparisons of countermovement jump force-time characteristics among National Collegiate Athletic Association Division I American football athletes: Use of principal component analysis. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 36(2), 411–419.

Merrigan, J. J., Stone, J. D., Hornsby, W. G., & Hagen, J. A. (2021). Identifying reliable and reliable force–time metrics in athletes—Considerations for the isometric mid-thigh pull and countermovement jump. *Sports*, 9(1), 4.

Meylan, C. M., Cronin, J. B., Oliver, J. L., & Hughes, M. G. (2010). Reviews: The reliability of jump tests in children and adolescents. *Physical Therapy in Sport*, 11(2), 64–69.

Nimphius, S., Callaghan, S. J., Bezodis, N. E., & Lockie, R. G. (2018). Change of direction and agility tests: Challenging our current measures of performance. *Strength & Conditioning Journal*, 40(1), 26–38.

Pérez-Castilla, A., García-Ramos, A., Padial, P., Morales-Artacho, A. J., & Feriche, B. (2019). Load-velocity relationship in variations of the pull from the floor exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(9), 2312–2319.

Souza, A. A., Bottaro, M., Rocha Junior, V. A., Lage, V., Tufano, J. J., & Vieira, A. (2020). Reliability and test-retest agreement of mechanical variables obtained during countermovement jump. *International Journal of Exercise Science*, 13(4), 6–17.

Suchomel, T. J., Sole, C. J., & Stone, M. H. (2016). The assessment of athletic power: A primer on vertical jump mechanics. *Strength & Conditioning Journal*, 38(1), 47–60.

Taylor, J. B., Wright, A. A., Dischiavi, S. L., Townsend, M. A., & Zuleger, T. M. (2017). Activity-specific training with a weighted vest in recreational athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(10), 2872–2878.

Thorpe, R. T., Strudwick, A. J., Buchheit, M., Atkinson, G., Drust, B., & Gregson, W. (2015). Monitoring fatigue during the in-season competitive phase in elite soccer players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10(8), 958–964.

Wagle, J. P., Taber, C. B., Cunanan, A. J., Bingham, G. E., Carroll, K. M., DeWeese, B. H., Sato, K., & Stone, M. H. (2017). Accentuated eccentric loading for training and performance: A review. *Sports Medicine*, 47(12), 2473–2495.