

R 19 - 991-2

École normale supérieure de Rennes

Sciences du sport et éducation physique
Concours d'admission en 1^{re} année

Session 2019

Composition écrite
de sciences de la vie et de la santé
appliquées aux activités physiques et sportives
(SVSAPS2)

Durée : **2 heures**

Aucun document n'est autorisé
L'usage de toute calculatrice est interdit
Aucun dictionnaire n'est autorisé

Ce sujet comporte 4 pages

Connaissances générales

1. Tracez les courbes force-vitesse et force-longueur du muscle isolé. Commentez-les et montrez en quoi leur détermination peut être utile pour un sportif.
2. Décrivez le modèle de représentation du muscle strié squelettique à trois composantes développé par Hill (1938, 1951). Faites un schéma et explicitez chacune des composantes.
3. Définissez vectoriellement le moment généré par un muscle mono-articulaire, connaissant le point d'insertion du muscle (noté A), la force musculaire (notée \vec{F}), et le centre de l'articulation (notée O) autour de laquelle s'effectue la rotation. Vous considérerez le cas du muscle biceps brachial et reporterez sur un schéma le bras de levier de ce muscle par rapport au coude.

Exercice

Analyse de la course d'un athlète

On réalise l'analyse de la course d'un athlète ($m=80\text{kg}$) de niveau national (meilleure performance sur 100m : 10.6s) selon deux phases : la phase de départ, puis la phase de course. Pour ce faire, un système d'analyse vidéographique est utilisé et des plates-formes de forces sont disposées sous les starting-blocks (phase de départ), puis à intervalles réguliers sous la piste (phase de course) (figure 1).

Données du problème :

$g=10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ (accélération de la pesanteur).

$\text{Arctan}(2) \approx 63.4^\circ$; $\sqrt{3000000} \approx 1732$; $\sqrt{6000000} \approx 2450$; $\sqrt{5000000} \approx 2236$; $350/80 \approx 4.375$.
 $24000 \times (0.5^3/3 - 0.5^3/2 + 0.0625 \times 0.5) = 250$.

Rappel : $\int x^n dx = \frac{x^{n+1}}{n+1} + C$ avec C une constante arbitraire ($n \neq -1$).

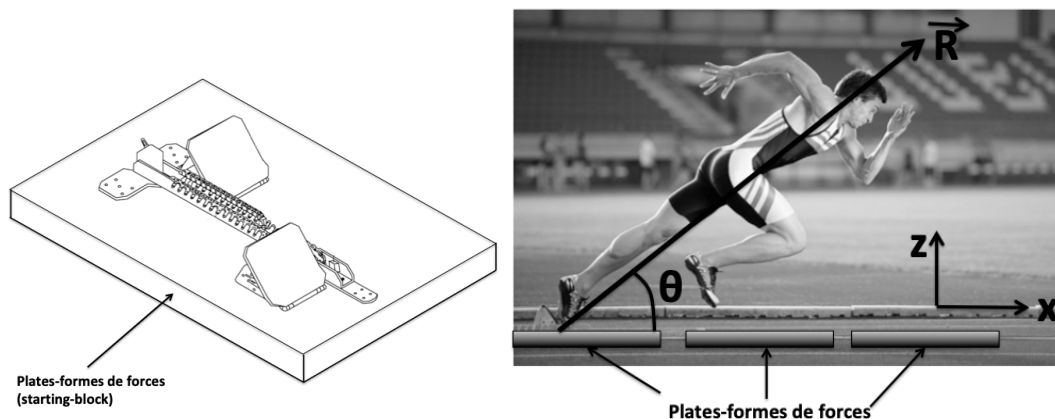


Figure 1 : dispositif de mesure pour l'analyse dynamique du départ dans les starting-blocks et lors des premiers appuis en course.

A. Analyse de la phase de départ

On considère que durant l'impulsion au départ, la résultante de la force de réaction passe par le centre de gravité de l'athlète. L'angle d'inclinaison de cette force avec l'horizontale est noté θ (figure 1). Dans cette partie de l'exercice, par souci de simplification, on fait l'hypothèse que les composantes horizontale et verticale de la force de réaction suivent l'évolution temporelle représentée à la figure 2 selon les équations suivantes : $R_x(t) = 1000\text{N}$ et $R_z(t) = 2000 - 24000 \times (t-0.25)^2$. Durant cette phase, les frottements de l'air seront négligés.

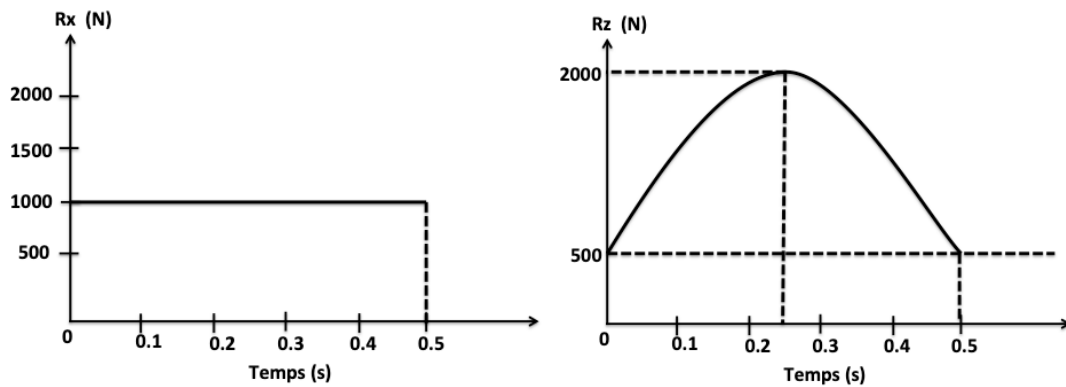


Figure 2 : évolution des composantes horizontale et verticale de la force de réaction lors du départ dans les starting-blocks.

1. Faites le bilan des forces externes appliquées à l'athlète pour la posture représentée à la figure 1.
2. Faites un schéma représentant les composantes de la force de réaction. Quelle est la valeur de l'angle θ à l'instant $t = 0.25$ s ? Donnez une valeur approchée de la résultante de la force de réaction à l'instant $t = 0.25$ s.
3. La résultante de la force de réaction a-t-elle un effet sur la rotation du corps du sprinteur ? Justifiez votre réponse.
4. On considère que la vitesse de l'athlète est nulle en début de poussée. Écrivez d'un point de vue littéral la relation permettant d'exprimer les vitesses horizontale et verticale en sortie des starting-blocks. Donnez une valeur approchée de ces vitesses.

B. Analyse de la phase de course

On effectue maintenant l'analyse de la phase de course en considérant tout d'abord la vitesse de déplacement du sprinteur lors des 6 premières secondes de son 100m. On compare les résultats obtenus à ceux d'un coureur de niveau mondial dont la meilleure performance est de 9.95s au 100m (figure 3). Le tableau associé à cette figure reporte les valeurs de vitesses instantanées obtenues par le système d'analyse vidéographique autour des instants $t=1$ s et $t=3$ s.

5. Définissez mathématiquement l'accélération instantanée et montrez qu'elle peut s'exprimer sous la forme d'une limite. Déterminez l'accélération du sprinteur pour $t=1$ s et pour $t=3$ s, selon une méthode de votre choix que vous préciserez. D'un point de vue graphique, à quoi correspond l'accélération instantanée ? Illustrez par un schéma.
6. Quelle est la fréquence d'échantillonnage du système d'analyse vidéographique utilisé ? De manière générale, quel est l'impact de la fréquence d'échantillonnage sur l'estimation de l'accélération du sprinteur ? Justifiez votre réponse.
7. Donnez l'allure attendue de la courbe d'accélération pour ces deux sprinteurs sur les 6 premières secondes de course. Pourquoi ne peut-on pas négliger les forces de frottement de l'air pour l'analyse de la phase de course ? Explicitiez cette force de frottement et justifiez votre réponse d'un point de vue mécanique.

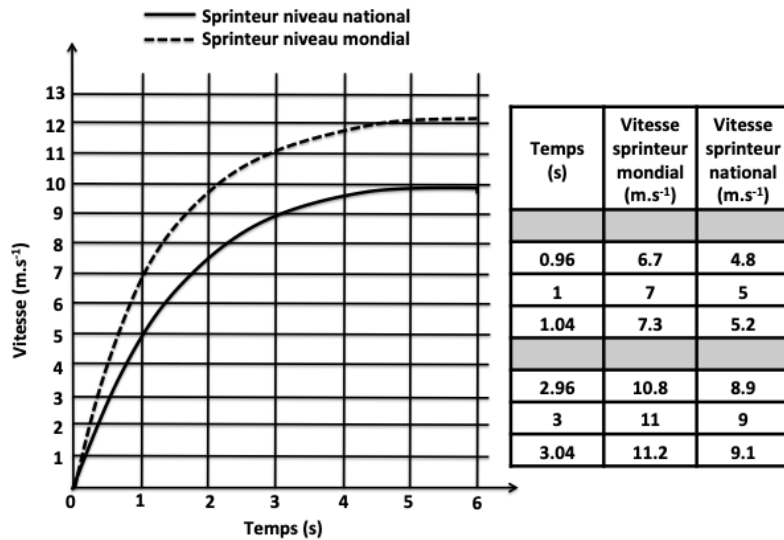


Figure 3 : évolution de la vitesse des sprinteurs lors des 6 premières secondes de course.

On effectue désormais l'analyse dynamique des 11 premiers appuis de l'athlète à l'aide du système de plates-formes de forces (figure 1). Il est ainsi possible de comparer l'évolution temporelle de la composante horizontale (R_x) de la force de réaction obtenue pour cet athlète à celle obtenue pour l'athlète de niveau mondial (figure 4).

8. A quelles phases de l'appui associez-vous les valeurs négatives et positives de R_x ?
9. Commentez et comparez les forces de réaction obtenues pour les deux athlètes. Quels éléments relatifs à la qualité de l'appui peuvent ressortir de cette comparaison ? En quoi ces éléments peuvent orienter l'entraînement du sprinteur ? (15 lignes maximum)

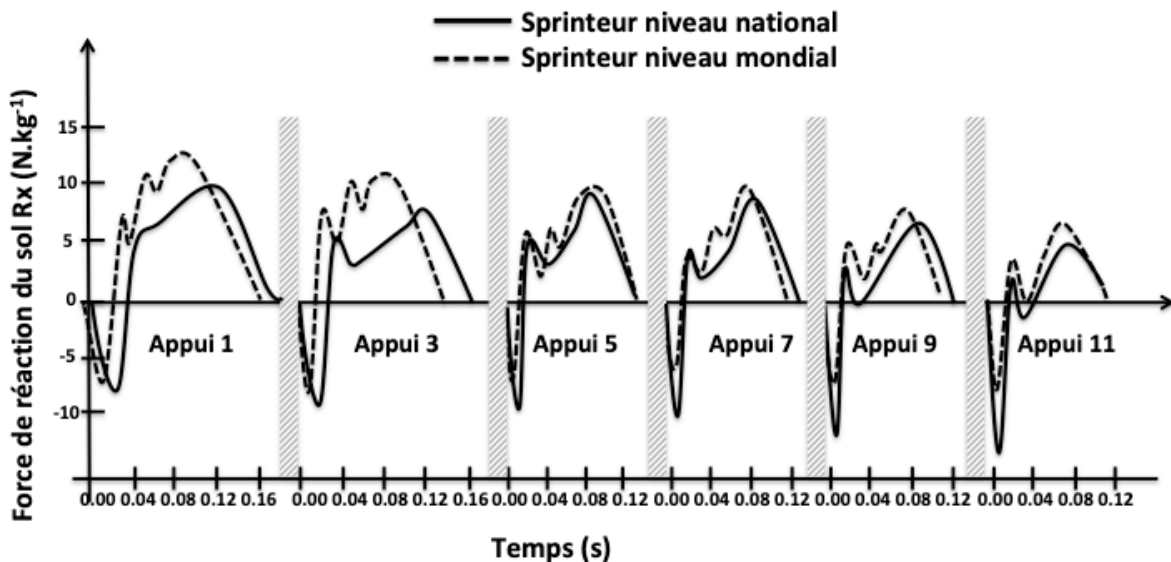


Figure 4 : comparaison des composantes horizontales de la force de réaction du sol lors des premiers appuis d'un sprint.