

Ecole normale supérieure de Rennes

Sciences du sport et éducation physique

Concours d'admission en 1^{re} année

Session 2015

Epreuve de sciences de la vie et activité physique

Durée : 4 heures

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

Cette épreuve comporte **2 sujets** à traiter obligatoirement sur **2 copies séparées**.

Le candidat veillera à rappeler le sujet traité sur chaque copie. Il rappellera son n° de candidat sur l'annexe 1 qu'il détachera et rendra avec sa copie.

Sujet 1

« Le marathon de Paris s'est couru le 15 avril 2012 par une température idéale de 10°C : il a vu son nouveau record établi par Stanley Biwott en 2 h 05 min et 10 s. A l'inverse, huit jours plus tard, le marathon de Boston se courait par 30°C : cette chaleur considérable a augmenté de 10 minutes le temps des meilleurs performers, impact majeur (+8%) par rapport aux vainqueurs de 2011, mais elle a aussi multiplié par 4 le nombre d'interventions médicales. »

Après avoir décrit les principaux mécanismes de la thermorégulation en environnement chaud, vous expliquerez plus précisément de quelle(s) façon(s) ils interagissent avec les adaptations physiologiques à l'exercice physique et expliquent les observations ci-dessus.

(Fin du sujet 1)

Sujet 2

Questions de connaissance

1. Définissez les conditions d'équilibre mécanique d'un système.
2. Définissez le moment cinétique d'un système et énoncez le théorème du moment cinétique. Quels sont leurs équivalents pour le mouvement en translation ? Dans quelles situations le moment cinétique d'un sportif est constant ?
3. Définissez le travail mécanique d'une force \vec{F} constante sur un déplacement rectiligne \overline{AB} . Définissez la puissance mécanique moyenne de cette force \vec{F} . Donnez deux systèmes de mesure permettant de quantifier la puissance mécanique développée par un sportif.

Exercice : Evaluation de la détente verticale - Analyse biomécanique d'un saut de contre haut

Lors d'une expérimentation, un sportif effectue des sauts de contre haut (drop jump, DJ) tels que représentés sur la figure 1. Le sportif a pour consigne de conserver les mains positionnées à la taille et de fléchir le genou à une valeur θ imposée lors de l'impulsion (figure 1). L'étude du mouvement du sportif est réalisée à l'aide d'une plate-forme de force et d'un caméscope numérique placé dans un plan sagittal au sportif. La plate-forme de force permet d'obtenir l'évolution de la composante verticale ($R_z(t)$) de la force de réaction du sol, selon la figure 2.

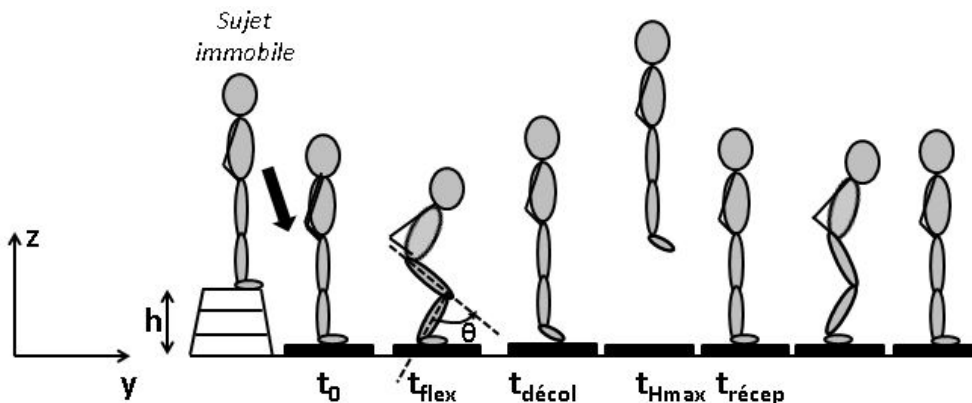


Figure 1 : Drop jump et phases du mouvement. t_0 : instant d'impact sur la plate-forme de forces, t_{flex} : instant de flexion maximale, $t_{décol}$: instant de décollage, t_{Hmax} : instant d'atteinte de la hauteur maximale, $t_{récep}$: instant de réception.

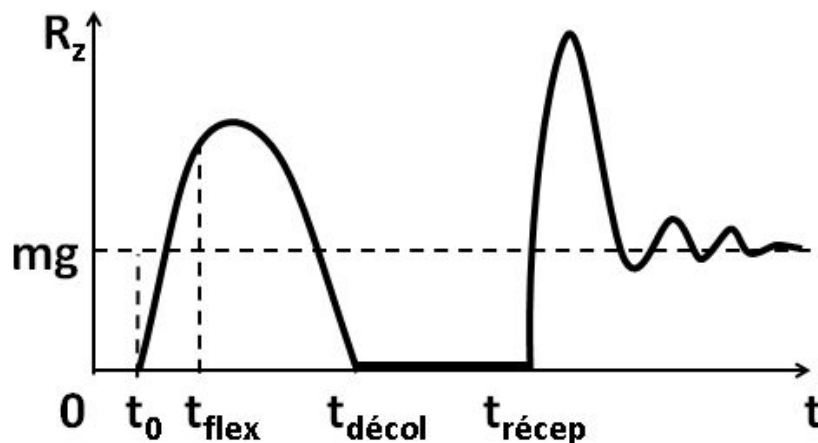


Figure 2 : Evolution de la composante verticale $R_z(t)$ de la force de réaction du sol lors du drop jump.

1. Rappelez les modalités d'exécution d'un squat jump (SJ). Décrire les principales actions musculaires (muscles et types de contraction) mises en jeu lors du DJ ainsi que les mécanismes permettant d'expliquer une performance supérieure en DJ en comparaison à un SJ.
2. L'expérimentateur souhaite vérifier le niveau de flexion du genou (θ , cf. figure 1). Détaillez la méthodologie et les calculs nécessaires pour estimer le plus précisément possible cet angle θ .
3. Rappelez le principe de mesure d'une plate-forme de force. D'où provient la valeur « mg » enregistrée par la plate-forme (figure 2, page 2) ? Comment peut-on l'obtenir ? Faites le bilan des forces externes appliquées au sportif lors de la phase d'impulsion.
4. En partant de la 2^e loi de Newton, déduisez l'expression générale de la position verticale du centre de gravité du sportif ($Z_G(t)$). On suppose les frottements de l'air négligés.
5. Montrez que la vitesse verticale du centre de gravité à l'impact sur la plate-forme dépend de la hauteur (h) du contre haut selon l'expression : $V_z(t_0) = -\sqrt{2gh}$.
6. Tracez sur la figure 3 (annexe 1, en page 4, que vous détacherez et joindrez à votre copie) l'allure de la courbe de la vitesse verticale du centre de gravité ($V_z(t)$) et de la position verticale du centre de gravité ($Z_G(t)$) entre les instants t_0 et $t_{\text{récep}}$. Justifiez mathématiquement ces tracés.
7. Quel peut être l'intérêt d'augmenter la fréquence d'échantillonnage de la plate-forme de force par rapport à l'estimation de $Z_G(t)$? Justifiez.
8. On assimile le corps du sujet à un système de type « masse-ressort » (ressort supposé linéaire dont la variation de longueur Δl est proportionnelle à la force F de traction/compression : $F = k \cdot \Delta l$). Décrivez la méthodologie permettant de déduire la raideur k du système. En quoi ce paramètre peut être utile pour une évaluation biomécanique du sportif ?
9. En quoi l'utilisation libre des bras durant l'impulsion peut affecter les résultats de détente verticale? Justifiez.

Annexe 1

(à détacher du sujet et à rendre avec la copie, après avoir rappelé votre numéro de candidat)

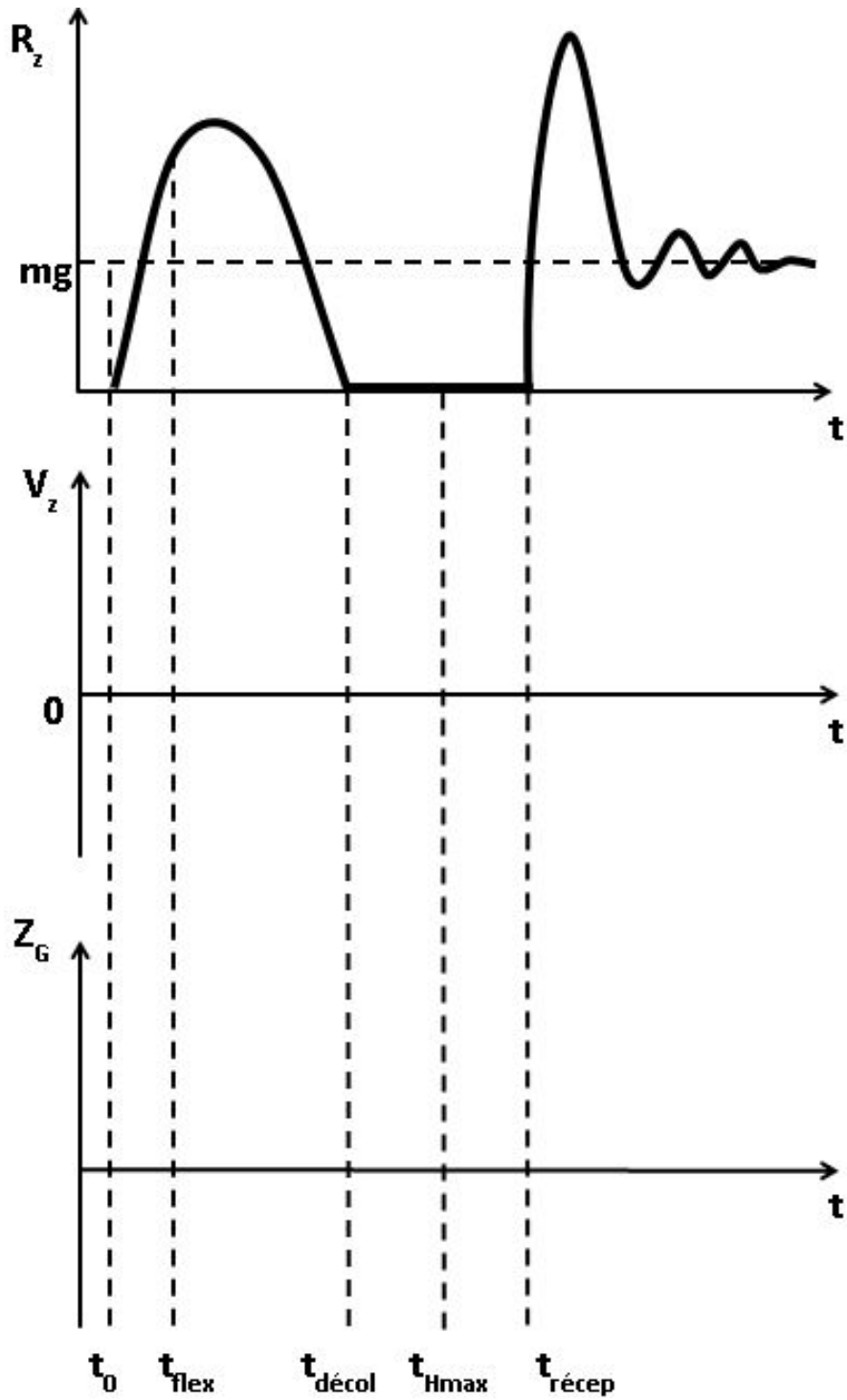


Figure 3: Correspondance temporelle entre $R_z(t)$, $V_z(t)$ et $Z_G(t)$.

(Fin du sujet 2)