

TD 4 : Dynamique & quantité de mouvement

Exercice 1 : Estimation de la force associée à un service au tennis

En 2014 au tournoi de Stanford (Californie), la joueuse de tennis allemande Sabine Lisicki a battu le record du service le plus rapide dans un tournoi féminin, avec une première balle enregistrée à 210 km/h. La masse d'une balle de tennis est de 58g.

1. Calculer la variation de quantité de mouvement de la balle de tennis entre avant et après l'impact de la raquette. On fera l'hypothèse que la vitesse est purement horizontale et que la vitesse de la balle avant l'impact est négligeable.
2. En utilisant le théorème de la résultante dynamique écrit avec la quantité de mouvement, déterminer la force moyenne exercée par la raquette de Sabine Lisicki sur la balle durant l'impact. On fera l'hypothèse que la raquette est restée en contact avec la balle pendant une durée de 5 millisecondes.

Exercice 2 : Etude de la marche – forces, impulsion, centre de masse

Au cours d'un cycle de marche, on mesure à l'aide de plateformes de force les composantes des forces réaction du sol suivant l'axe antéro-postérieur et l'axe vertical de la jambe d'appui d'une personne de 1,85 m et 70 kg.

1. Analyser les allures des courbes de la figure 1, en expliquant les différentes phases de l'appui associées.
2. Rappeler la définition mécanique d'une impulsion.
On cherche ici à calculer l'impulsion verticale de la jambe d'appui au cours du cycle de marche. Comment ce calcul serait effectué si la force R_y était constante au cours du cycle de marche ? Faire une représentation graphique.
3. A l'aide de la figure 2, déterminer géométriquement (et de manière approximative) l'impulsion verticale de la jambe d'appui au cours du cycle de marche.
4. En déduire la valeur moyenne $\overline{R_y}$ de la force verticale au cours du cycle de marche.
5. Ecrire l'expression du théorème de la résultante dynamique (TRD) appliquée au centre de masse de la personne, suivant l'axe vertical.
En faisant l'hypothèse que la vitesse du centre de masse de la personne est nulle au début de l'impulsion, donner l'expression de la vitesse du centre de masse à la

fin de l'impulsion.

Indication : il faudra « intégrer » l'équation issue du TRD entre le début et la fin de l'impulsion.

6. Calculer la valeur numérique de la vitesse du centre de masse de la personne à la fin de l'impulsion. Commenter en particulier son signe.
Pour une même durée d'appui, quelle valeur moyenne de force verticale serait nécessaire pour que la personne « décolle » (transition marche-course) ?

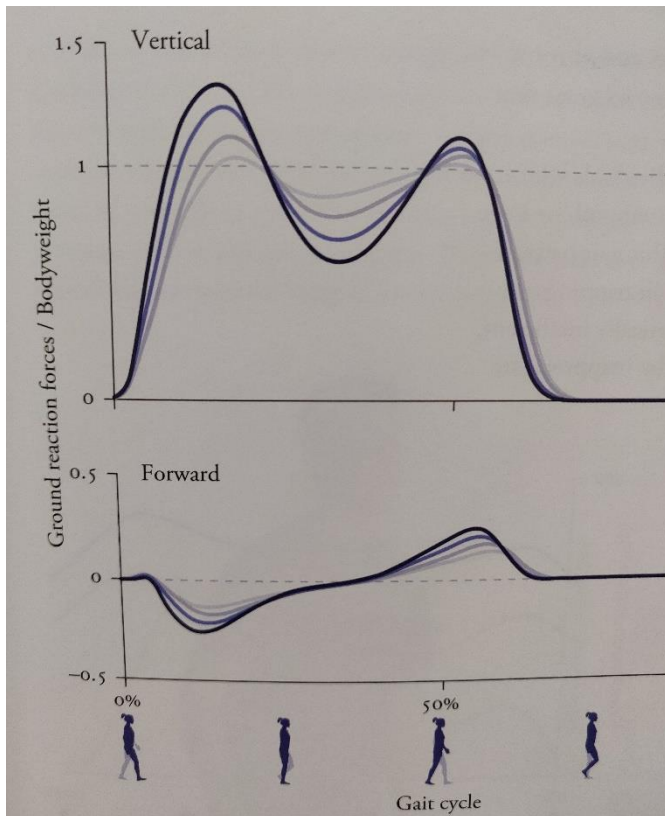


Figure 1. Forces de réaction au sol durant la marche, normalisées par le poids du sujet. Composante verticale (en haut) et antéropostérieure (en bas)

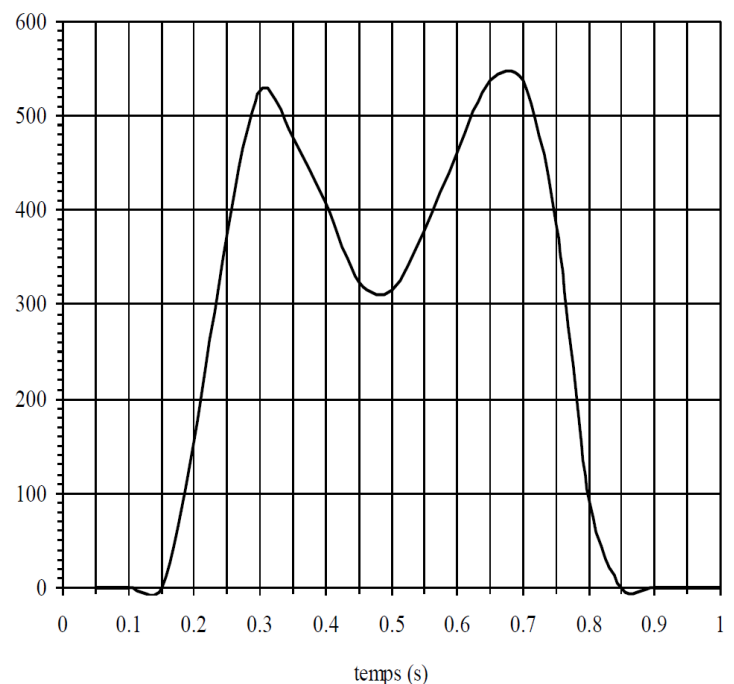


Figure 2. Force de réaction verticale sous le pied d'appui lors d'un cycle de marche.

Sources :

Figure 1 : Biomechanics of human movement – The science of Sports, Robotics and Rehabilitation. T.K. Uchida, S. L. Delp. MIT Press. Chap. 3, p. 49

Figure 2 : Cours de Biomécanique du mouvement de Jérôme Bastien (L2 – UFR STAPS, Université Claude Bernard Lyon 1)