

Rebond d'une balle de Tennis

Pratiquant de tennis, je me suis intéressé aux rebonds d'une balle selon les revêtements : terre battue, gazon et dur ; le jeu étant modifié par ces surfaces. La volonté d'expliquer par la physique les causes modifiant la trajectoire de la balle après rebond m'a poussé à choisir ce sujet.

Ce sujet se rattache au thème annuel puisque l'interaction de la balle avec le revêtement engendre des rebonds différents. La qualité du rebond dépend alors des différentes interfaces rencontrées et les principes physiques les expliquant sont mis en jeu avant la rupture du contact entre la balle et la surface.

Positionnement thématique (phase 2)

PHYSIQUE (Mécanique), PHYSIQUE (Physique de la Matière).

Mots-clés (phase 2)

Mots-Clés (en français)	Mots-Clés (en anglais)
<i>Balle</i>	<i>Ball</i>
<i>Mécanique</i>	<i>Mechanical</i>
<i>Coefficients de frottements</i>	<i>Coefficients of friction</i>
<i>Coefficients de restitution</i>	<i>Coefficients of restitution</i>
<i>Mesure</i>	<i>Measures</i>

Bibliographie commentée

La question du choix du revêtement est une question très importante lors de la pratique du tennis car elle est propre à chaque surface et modifie le style de jeu du pratiquant. Le développement de ce sport au cours du 20ème siècle a amené les clubs et la fédération à diversifier les surfaces de jeu. Tout d'abord joué sur gazon, le tennis se pratique ensuite sur terre battue puis sur dur, surface moins coûteuse à l'entretien et plus résistante aux intempéries [SOURCE]. Aujourd'hui, les trois principaux revêtements sur le circuit ATP/WTA sont la terre battue, le gazon et le dur pouvant être de l'acrylique (intérieur) ou de l'asphalte (utilisé en extérieur). Le jeu devient « rapide » sur dur, « lent » sur terre battue avec un rebond assez haut, le gazon offre le jeu le plus rapide avec un rebond beaucoup plus bas que sur dur. [3]

Plusieurs paramètres peuvent expliquer la variation du rebond en fonction de la surface. Tout d'abord la restitution de l'énergie fournie à la balle est définie par le coefficient de restitution propre à chaque surface. Ensuite l'adhérence balle/surface dépendant du coefficient de friction lui a u s s i c a r a c t é r i s t i q u e d e l a s u r f a c e . [2]

Chaque tournoi possède sa propre particularité de surface. Les tournois sur herbe sont relativement similaires, les variétés d'herbes semées étant très proche [3]. Pour la terre battue, la surface est composée de brique pilée, la vitesse de jeu dépendra de la volonté de chaque tournoi d'effectuer une répartition plus ou moins importante de ce composé sur le court. Les tournois sur surface dure présentent la plus grande diversité de surfaces. En effet, cette surface est composée d'une plaque en béton sur laquelle est coulée et tapissée d'une matière élastique plus ou moins épaisse fait en caoutchoucs, on la recouvre ensuite généralement d'une ou plusieurs couches d'une peinture acrylique à base de sable. C est le type de sable et sa quantité qui déterminera les propriétés de la surface : plus il y en a, plus la surface est ralentie [5]. De plus, le type de sable qui compose la peinture influence la réaction plus ou moins importante de la surface aux rebonds. Les courts peints avec un enduit contenant du sable rond permettront moins de friction, les courts peints avec une peinture faite à base de sable anguleux permettront davantage de friction et d'effet.

En 2008, la fédération internationale décide de classer les différentes surfaces de tennis en fonction de la vitesse du cours. Elle instaure un indice appelé indice IFT ou CPR (Court Pace Rating) qui varie de 0 pour les surfaces les plus lentes à 100 pour les plus rapides. Pour obtenir cet indice, une machine envoie la balle sur la surface voulue avec un angle de 16° et une vitesse de 30 m/s, on détermine ensuite le CPR qui est proportionnel au coefficient de restitution et de friction propre à la surface utilisée. [1]

Enfin, le rebond peut varier en fonction de l'élasticité de la balle utilisée, qui lors du contact avec le sol, impose un degré de déformation à la balle. De ce fait, le contact n'est plus ponctuel et la surface de contact augmente, la relation entre la force appliquée et l'enfoncement n'est plus linéaire. [4]

Problématique retenue

Dans quelle mesure varie la trajectoire d'une balle de tennis selon la surface sur laquelle elle rebondie ?

Objectifs du TIPE

Afin de comprendre le comportement du rebond, on s'intéressera aux lois physiques qui régissent l'interaction entre la balle et la surface. Pour ce faire, on mesurera les coefficients de restitution et de friction des différentes surfaces.

Il s'agira ensuite de d'étudier la déformation de la balle au moment du rebond.

Abstract

When the ball hits the ground, the bounce is different between surfaces. This phenomenon differs according to the coefficient of friction and the coefficient of restitution specific to each surface. Thus, the ball speed during games defined by the Court Pace Index, can be describe through these properties.

Moreover, as the Hertz contact is not punctual, this phenomenon depends on characteristics of the

ball such as the Young modulus.

Finally, highlighting this observation solved what seemed like a contradiction between theory and experimentation of the coefficient of friction.

Références bibliographiques (phase 2)

[1] INTERNATIONAL TENNIS FÉDÉRATION : Court Pace :

<http://www.itftennis.com/technical/courts/court-testing/court-pace.aspx>

[2] TEXAS A&M UNIVERSITY : MODELING OF IMPACT DYNAMICS OF A TENNIS BALL WITH A FLAT SURFACE

[3] WIKIPEDIA : Surfaces de jeu au tennis :

https://fr.wikipedia.org/wiki/Surfaces_de_jeu_au_tennis

[4] ETIENNE GUYON (ESPCI (PARIS)) : Physique et mécanique des milieux hétérogènes :

http://e2phy.in2p3.fr/2008/documents/presentations/Cours_Etienne_Guyon.pdf

[5] YANNICK COCHENNEC : Le tennis, un sport de techniciens de surfaces

DOT

[1] *Choix début décembre de la détermination des différentes propriétés caractérisant les surfaces de tennis*

[2] *Contact de différents club de Tennis pour avoir accès au différentes surfaces et à un échantillon de terrain (GreenSet)*

[3] *Réalisation de deux expériences pour déterminer les coefficients de restitution et de frottement de deux surfaces (GreenSet et Terre battue)*

[4] *Fin Mars comparaison des résultats théoriques et expérimentaux , résultats du coefficient de frottement en désaccord avec les valeurs théoriques*

[5] *Recherche d'un modèle théorique expliquant la différence des valeurs théoriques et expérimentales du coefficient de frottement*

[6] *Fin Avril, calcul du nouveau coefficient de frottement à l'aide du modèle théorique , valeurs en accord avec les valeurs théoriques.*