

IDÉES DE PHYSIQUE

Jeux de boules creuses ou pleines

Dans les sports de boules, la façon de jouer dépend de la structure interne des boules utilisées.

Jean-Michel COURTY et Édouard KIERLIK

Tirer ou pointer ? Pétanque ou boule lyonnaise ? À ces questions classiques s'ajoute celle du choix entre boules creuses et boules pleines. Nous, physiciens parisiens, ne trancherons pas entre les joueurs de pétanque, farouches défenseurs des boules d'acier creuses, et les amateurs de boule lyonnaise qui utilisent désormais, dans leur grande majorité, des coques de bronze remplies de caoutchouc. Essayons plutôt de comprendre comment la structure interne de la boule influence son comportement et quelles sont les conséquences du choix des matériels adoptés par les fédérations sportives.

Vues de Paris, la pétanque, la boule lyonnaise et la bocce (italienne) présentent de fortes similarités, tant pour le matériel utilisé que pour les règles. Ces jeux sportifs opposent deux équipes dont l'objectif est de lancer des boules afin qu'elles s'arrêtent aussi près que possible d'une petite boule de bois, le but (ou bouchon, ou cochonnet) lancé à plusieurs mètres des joueurs. Parmi les stratégies les plus communes, on peut « pointer », c'est-à-dire essayer d'amener sa boule aussi près que possible du but, ou « tirer », c'est-à-dire la lancer vivement afin qu'elle frappe une boule adverse et l'écarte du but (voir les figures 1 et 2).

Examinons maintenant le matériel. Faite en acier, une boule de pétanque pèse entre 650 et 800 grammes pour un diamètre compris entre 7,05 et 8 centimètres. Connaissant la masse volumique de l'acier (7,85 grammes par centimètre cube), on calcule aisément qu'une boule de pétanque

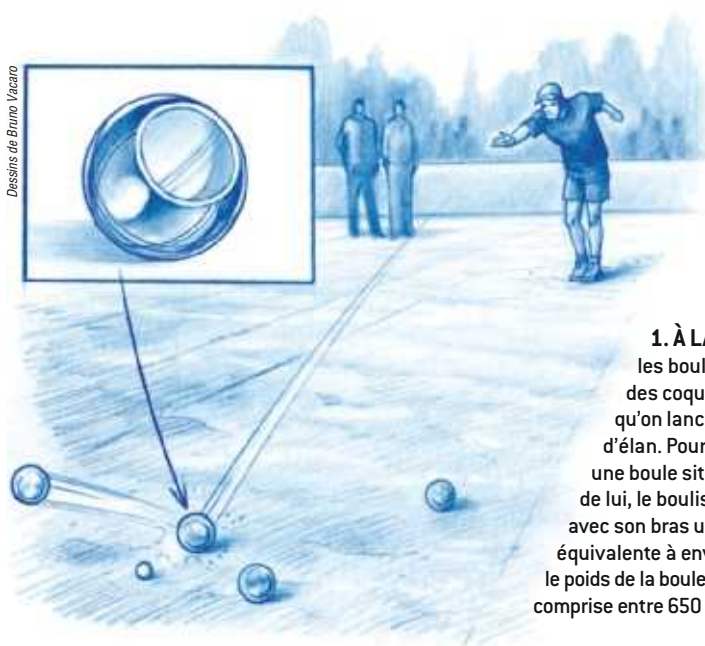
est 2,5 fois plus légère qu'une boule d'acier massif de même diamètre. Il en est de même pour les boules lyonnaises, plus grosses (diamètres compris entre 9 et 11 centimètres) et plus lourdes (pesant de 900 à 1 200 grammes). Comme nous l'avons indiqué, ces boules sont constituées d'une coque en métal, épaisse de quelques millimètres, dont l'intérieur est vide ou rempli d'un matériau moins dense.

Une coque de métal

Au début d'une partie, une fois le bouchon lancé, il s'agit pour le premier joueur de pointer. Un élément déterminant est le terrain. Le rebond de la boule et le chemin qu'elle

parcourt en roulant dépendent de façon cruciale de la composition du terrain en terre, sable ou petits gravillons, et de son humidité. Une première tentation est de réduire l'influence aléatoire du terrain par un choix approprié de matériel. Des tricheurs y ont pensé, en lestant l'intérieur des boules d'un peu de sable ou de mercure. L'effet est d'abaisser le centre de gravité et de supprimer le roulement de la boule. Ce type de remplissage est totalement proscrit dans les différentes variantes des sports de boules.

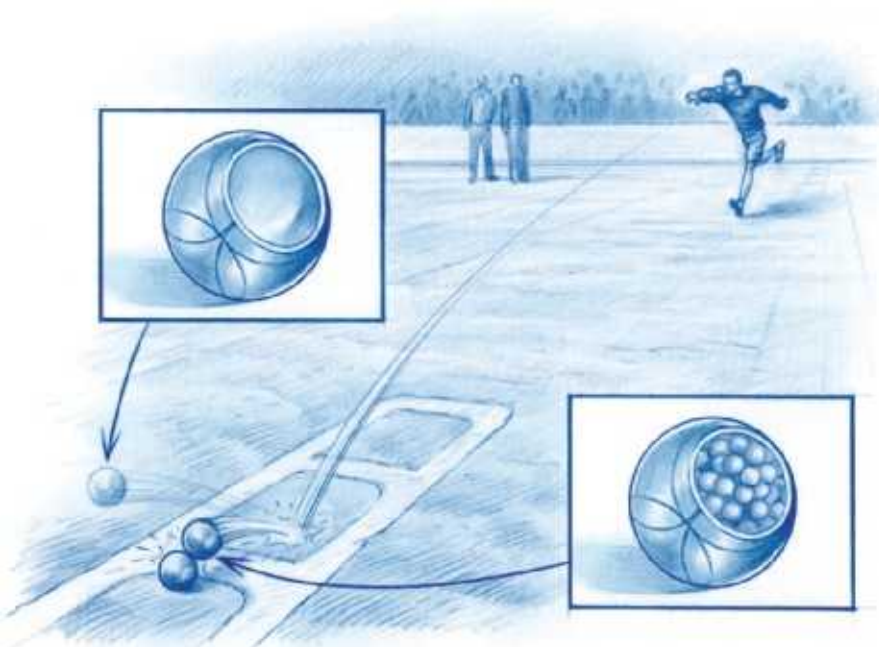
Pour la pétanque, la seule marge de manœuvre est le choix de la dureté de l'acier utilisé. Comme les paramètres du sol sont difficilement mesurables, ce choix est fondé sur l'expérience et le style de jeu du bouliste.



1. À LA PÉTANQUE, les boules utilisées sont des coques d'acier creuses, qu'on lance sans course d'élan. Pour tirer et déloger une boule située à huit mètres de lui, le bouliste doit déployer avec son bras une force équivalente à environ neuf fois le poids de la boule, dont la masse est comprise entre 650 et 800 grammes.

Concentrons-nous donc sur le tir, une phase du jeu où le terrain est moins déterminant.

À la pétanque, le but se trouve entre six et dix mètres du lanceur. Si le joueur souhaite tirer une boule à, disons, huit mètres, il lui faut lancer sa boule à une vitesse minimale d'environ 8,5 mètres par seconde avec un angle un peu inférieur à 45 degrés. La trajectoire suivie par la boule est alors une parabole. L'effort requis n'est pas anodin. L'accélération de la boule avant le lancer, égale au rapport du carré de la vitesse par la longueur du bras du tireur, est de l'ordre de 90 mètres par seconde carrée, soit neuf fois l'accélération de la pesanteur. Autrement dit, pour la pétanque, la force nécessaire à la main pour lancer la boule atteint neuf fois son poids.



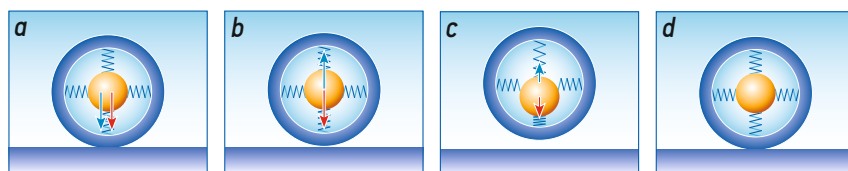
Lancer avec ou sans élan

Pour la boule lyonnaise, la cible est à au moins 12,5 mètres, et la distance peut aller jusqu'à 18 mètres. Dans ce cas extrême, on doit propulser la boule à 13 mètres par seconde. Si le mouvement du tireur était identique à celui de la pétanque, la main aurait à fournir une force égale à 20 fois le poids de la boule. On comprend mieux la nécessité d'un élan : la vitesse de course du bouliste diminue d'autant la vitesse avec laquelle le bras doit propulser la boule.

Le tireur de boule lyonnaise a d'autres préoccupations : pour déloger une boule adverse de sa position, l'idéal est de réaliser un tir tendu et de frapper « plein fer », c'est-à-dire de façon que la trajectoire de la boule lancée passe par le centre de la boule visée. Si les deux boules ont la même masse, on peut obtenir un transfert presque total d'énergie de l'une à l'autre, la première étant stoppée net tandis que la seconde part avec la même vitesse que la boule incidente.

Les bons tireurs réussissent presque systématiquement le plein fer. Mais il y a toujours des situations difficiles où il faut assurer le tir en se donnant un peu de marge d'erreur. Il vaut mieux alors tirer légèrement trop court que trop long : la boule du tireur rebondit au sol juste devant la boule cible, puis la percute (voir la figure 2). En pratique,

2. À LA BOULE LYONNAISE, le terrain est plus long qu'à la pétanque et les boules plus lourdes, ce qui explique le recours à une course d'élan. Par ailleurs, la plupart des praticiens de ce sport utilisent aujourd'hui des boules remplies de matériau caoutchouteux, qui rebondissent peu et qui, de ce fait, facilitent le tir. Ainsi, le tir figuré ici serait raté avec une boule creuse, qui rebondirait au-dessus de la boule visée sans la toucher.



3. UNE BOULE RACLEUSE, qui rebondit peu, peut être assimilée à une coque métallique (en bleu) séparée d'une masse interne (en orange) par une couche d'élastomère (symbolisée ici par quatre ressorts). Lorsque la boule heurte le sol, la coque et la masse interne ont la même vitesse [a]. À l'instant précis du rebond, la vitesse de la coque s'inverse [b, flèche bleue]. Les mouvements opposés de la coque et de la masse interne décentrent celle-ci et entraînent une compression de l'élastomère dans le bas de la boule et une extension dans le haut [c]. En revenant à sa forme initiale [d], l'élastomère dissipe en chaleur une partie de l'énergie de l'impact, ce qui atténue le rebond.

le rebond est tel que si l'impact au sol se produit moins de dix centimètres devant la boule visée, celle-ci sera touchée. En revanche, si le tir est plus court, la boule rebondira au-dessus de sa cible, qui sera manquée.

Des boules racleuses

Mais nos amis italiens, aussi pragmatiques à la bocce qu'au football, ont trouvé une astuce mise en œuvre aux tournois mondiaux de Melbourne en 1988. Ils ont utilisé des boules dites racleuses, qui rebondissent très peu. Cette caractéristique est obtenue

✓ SUR LE WEB

Fédération française de pétanque et de jeu provençal : <http://www.petanque.fr/>

Fédération française du sport boules : <http://www.ffsb.fr/>



Retrouvez les articles de J.-M. Courty et É. Kierlik sur www.pourlascience.fr