

Frappons maintenant la bille au-dessus du centre (on change de hauteur d'attaque). Cette fois, la percussion crée dès le départ une vitesse de rotation de la bille vers l'avant. Par ailleurs, plus le point d'impact est haut, plus le bras de levier de la percussion sera fort et plus la vitesse de rotation sera élevée: cela diminue la vitesse de glissement initiale du point de contact et donc réduit la phase de glissement.

De façon remarquable, si le point d'impact est situé à $2/5$ du rayon de la bille au-dessus du centre: la vitesse de glissement est nulle et la bille entame directement son mouvement en roulant. Plus déroutant encore, si on frappe encore plus haut, la vitesse de glissement redevient non nulle mais sera orientée dans le sens contraire de la vitesse de translation de la bille: la force de frottement est donc dans le sens du mouvement et la bille accélère! En revanche, la vitesse de rotation diminue et les deux effets s'ajoutent pour ramener à zéro la vitesse de glissement et la bille dans sa phase de roulement. Vous venez de réaliser un coulé, une manœuvre recommandée pour que votre bille continue vers l'avant après en avoir percuté une autre.

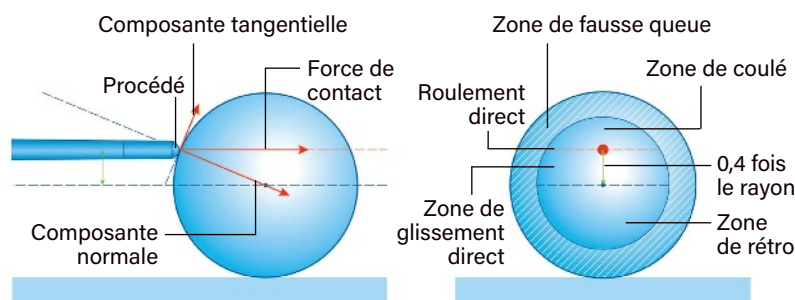
AMBIANCE RÉTRO

Au contraire, si vous tapez avec la queue sous le centre – c'est le rétro – vous mettez la bille dans une rotation rétrograde: la vitesse de glissement est d'autant plus élevée que vous frapperez bas. La phase de glissement de la bille est alors constituée successivement d'une partie où la rotation est rétrograde, un instant où la vitesse de rotation est nulle et où la bille est en glissement pur comme au tout début de l'attaque au centre, et enfin (voir la figure page précédente) une partie où la rotation est directe. L'intérêt? Si la bille en percute une autre alors qu'elle est en rotation rétrograde, elle revient vers l'arrière.

Pourquoi ne pas taper le plus loin du centre alors pour imprimer le maximum d'effets à la bille? La première raison qui l'empêche est liée aux lois du frottement. Au moment du choc, la force de contact, parallèle à la ligne de visée, combine une composante tangente à la surface de la bille et une composante orthogonale (voir la figure ci-dessus): pour que l'extrémité de la queue (le procédé) ne glisse pas sur la bille, le rapport de ces deux composantes doit être inférieur au coefficient de frottement entre la bille et le procédé: c'est pourquoi ce dernier est non seulement arrondi pour assurer un bon contact mais aussi régulièrement frotté avec du «bleu»,

ZONES DE FRAPPE

Au moment de la percussion de la queue sur la bille, la force de contact (à gauche) est constituée d'une composante tangentielle et d'une autre dite « normale ». Au-delà de $0,7$ fois le rayon à partir du centre de la bille (à droite, la zone hachurée), le risque d'une fausse queue est maximal. En deçà, on définit des zones de frappe pour obtenir un rétro, un coulé ou un glissement direct. Pour ce dernier, la hauteur d'attaque ne doit pas avoir lieu à plus de $0,4$ fois le rayon, valeur pour laquelle la bille entame directement une phase de roulement.



de la craie, qui améliore l'adhérence sur la bille. Avec un coefficient de frottement élevé, de l'ordre de 1, la condition précédente n'est réalisée que si la hauteur d'attaque par rapport au centre est inférieure à $1/\sqrt{2}$ soit $0,7$ fois le rayon.

La seconde raison est que pour une vitesse de queue donnée, la vitesse acquise par la bille après le choc diminue avec la hauteur d'attaque. En effet, en dehors du centre, la percussion met en rotation la bille: une partie de l'énergie cinétique incidente de la queue se retrouve dans l'énergie cinétique de rotation de la bille et non pas dans celle de translation. Avec un rapport des masses entre la queue et la bille de l'ordre de 3 à 4, on s'aperçoit que, dès que la hauteur d'attaque dépasse un peu plus de la moitié du rayon, la vitesse de la bille devient inférieure à la vitesse de la queue.

Le lecteur attentif constatera que nous n'avons pas évoqué le coup de queue de côté, quand l'impact n'a pas lieu dans le plan vertical qui contient le centre de la bille. Celui-ci fait pivoter la bille autour de la verticale. La bonne nouvelle est que cela ne modifie aucun des effets mentionnés auparavant car ce pivotement ne change rien à la vitesse de glissement du point de contact entre la bille et le tapis. En revanche, il jouera un rôle significatif lors des rebonds sur les bandes, puisqu'on sera en situation de glissement entre la bille et la bande. Et l'on évitera ainsi de saccager une table de billard comme le fait Louis de Funès dans *La Zizanie*. ■

BIBLIOGRAPHIE

R. Petit, **Billard, théorie du jeu**, Chiron, 2006.

R. Petit, **La pratique du billard**, *Pour la Science*, n° 246, avril 1998. bit.ly/PLS246

G. Coriolis, **Théorie mathématique des effets du jeu de billard**, Jacques Gabay, 1990. bit.ly/BNF-billard

Le billard au cinéma : youtu.be/mZ9-uWrbfRU



N° 114 (févr. 22)
réf. DO114



N° 113 (nov 21)
réf. DO113



N° 112 (août 21)
réf. DO112



N° 111 (mai 21)
réf. DO111



N° 110 (fév. 21)
réf. DO110



N° 109 (nov. 20)
réf. DO109



N° 108 (sept. 20)
réf. DO108



N° 107 (mai 20)
réf. DO107



N° 106 (févr. 20)
réf. DO106



N° 105 (nov. 19)
réf. DO105



N° 104 (juil. 19)
réf. DO104



N° 103 (avr. 19)
réf. DO103

RETROUVEZ L'ENSEMBLE DES ANCIENS NUMÉROS SUR [BOUTIQUE.GROUPEPOURLASCIENCE.FR](https://boutique.groupepourlascience.fr)

À renvoyer accompagné de votre règlement à :

Service Abonnement Groupe Pour la Science – 235 avenue Le Jour se Lève– 92100 Boulogne Billancourt – email : serviceclients@groupepourlascience.fr

☒ **OUI, je commande des numéros de Pour la Science Hors-série, au tarif unitaire de 10,40 €.**

1 / JE REPORTE CI-DESSOUS LES RÉFÉRENCES à 5 chiffres correspondant aux numéros commandés :

1^{re} réf. x 10,40 € = €
 2^e réf. x 10,40 € = €
 3^e réf. x 10,40 € = €
 4^e réf. x 10,40 € = €
 5^e réf. x 10,40 € = €
 6^e réf. x 10,40 € = €

TOTAL À RÉGLER €

Offre valable jusqu'au 21/12/22 en France Métropolitaine.
Les prix affichés incluent les frais de port et les frais logistiques.

En souscrivant à cette offre, vous acceptez nos conditions générales de vente disponibles à l'adresse suivante : <https://rebrand.ly/CGV-PLS>. Les informations que nous collectons dans ce bon de commande nous aident à personnaliser et à améliorer les services que nous vous proposons. Nous les utiliserons pour gérer votre accès à l'intégralité de nos services, traiter vos commandes et paiements, et vous faire part notamment par newsletters de nos offres commerciales moyennant le respect de vos choix en la matière. Le responsable du traitement est la société Pour la Science. Vos données personnelles ne seront pas conservées au-delà de la durée nécessaire à la finalité de leur traitement. Pour la Science ne commercialise ni ne loue vos données à caractère personnel à des tiers. Les données collectées sont exclusivement destinées à Pour la Science. Nous vous invitons à prendre connaissance de notre charte de protection des données personnelles à l'adresse suivante : <https://rebrand.ly/charte-donnees-pls>. Conformément à la réglementation applicable (et notamment au Règlement 2016/679/UE dit « RGPD ») vous disposez des droits d'accès, de rectification, d'opposition, d'effacement, à la portabilité et à la limitation de vos données personnelles. Pour exercer ces droits (ou nous poser toute question concernant le traitement de vos données personnelles), vous pouvez nous contacter par courriel à l'adresse protection-donnees@pourslascience.fr.

2 / J'INDIQUE MES COORDONNÉES

☐ M. ☐ Mme

Nom :

Prénom :

Adresse :

Code postal Ville :

Téléphone

J'accepte de recevoir les offres de Pour la Science ☐ OUI ☐ NON

3 / JE CHOISIS MON MODE DE RÈGLEMENT

☐ Par chèque à l'ordre de Pour la Science en nous retournant ce bulletin complété



Pour retrouver tous nos numéros et effectuer un paiement par carte bancaire, rendez-vous sur boutique.groupepourlascience.fr