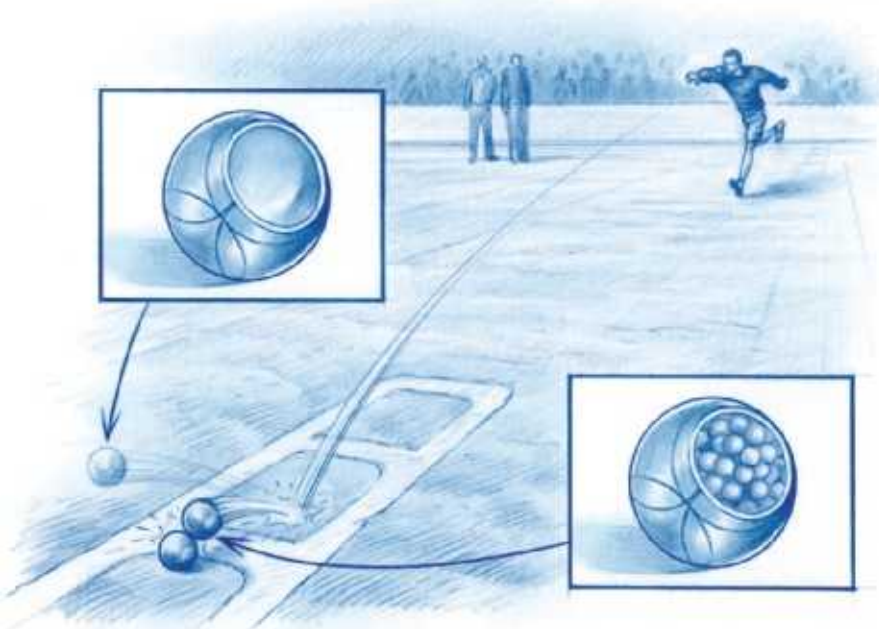


Concentrons-nous donc sur le tir, une phase du jeu où le terrain est moins déterminant.

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.



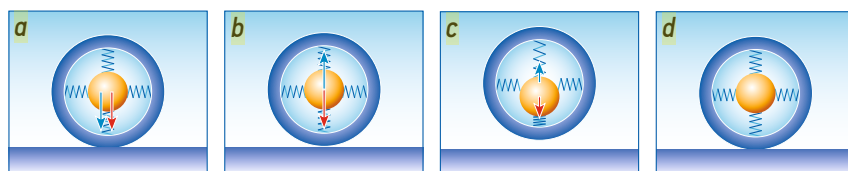
Lancer avec ou sans élan

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 E. Kierlik sur www.pourlascience.fr

LES AUTEURS



Jean-Michel COURTY et Édouard KIERLIK sont professeurs de physique à l'Université Pierre et Marie Curie, à Paris.

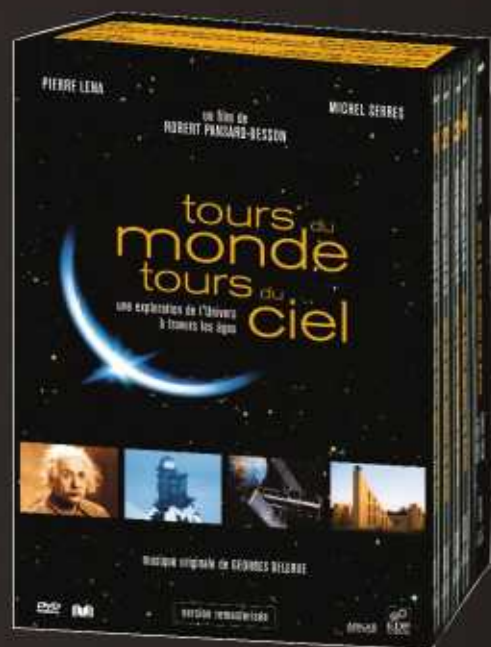
Ils remercient Michel Couble, ancien président-directeur général de la Société *La boule intégrale*, de son aide pour la préparation de cet article.

en remplissant l'intérieur de la coque avec des matériaux caoutchouteux, qui dissipent en partie l'énergie du choc.

Pour comprendre le comportement d'une boule racleuse, supposons que la masse de la boule soit répartie pour moitié entre la coque et la masse interne, toutes deux reliées par une couche d'élastomère. Laissons tomber cette boule par terre (voir la figure 3). Au moment où la coque heurte le sol, elle rebondit et, si le choc est bien élastique, elle repart vers le haut avec la même vitesse que la vitesse initiale. À cet instant précis, coque et masse interne ont des vitesses opposées et égales : la quantité de mouvement totale de la boule est nulle et son centre de gravité immobile. Si l'élastomère qui relie coque et masse interne se comporte comme un amortisseur et dissipe en chaleur l'énergie qui le comprime, la coque et la masse interne sont

stoppées : le rebond est supprimé. Après cette absorption rapide d'énergie, l'élastomère reprend sa forme initiale et la boule retrouve son centrage.

Ainsi, on peut faciliter la tâche du tireur en réduisant le rebond grâce à un remplissage approprié de la boule. Est-ce acceptable du point de vue sportif ? Les fédérations ont tranché en fonction de leurs activités et de leurs traditions. Alors qu'à la pétanque, les remplissages ont été proscrits, ils ont été autorisés en boule lyonnaise, en raison de la longueur des lancers : la seule condition à respecter est que les boules restent centrées. Il n'existe pas de boule racleuse idéale, et c'est le joueur qui choisit le type de remplissage qui lui convient le mieux – mélange de poudre d'élastomère additionnée de particules métalliques, bracelets de caoutchoucs tenus par des ressorts en métal, etc.



LE COFFRET DE L'ANNÉE !

Tours du monde, tours du ciel

Une exploration de l'Univers à travers les âges

Pierre Léna et Michel Serres

Un film de Robert Pansard-Besson

Musique originale de Georges Delerue

Le 1^{er} documentaire culte de l'Astronomie

diffusé sur ARTÉ en 1989,

et maintenant en version remasterisée !

4 DVD (10 films de 52 min) + 1 livre (270 pages)

Isbn : 978-2-7598-0357-6

49 €



BON DE COMMANDE
à renvoyer à :
EDP Sciences - BP 112
91944 Les Ulis Cedex A

Nom / Prénom : _____
Adresse : _____
Tél : _____
Code Postal : _____ Ville : _____ Pays : _____

Titre	Prix unitaire	Quantité	Total
TOURS DU MONDE, TOURS DU CIEL	49 €	X	= _____ €
Frais de port	1 livre 2 livres 3 livres 4 livres 5 livres ou plus		
France métropolitaine	+ 4 € + 5 € + 6 € + 7 €		
DOM et Europe	+ 7 € + 9 € + 11 € + 13 €		
TOM et reste du monde	+ 9 € + 12 € + 15 € + 18 €		
TOTAL GÉNÉRAL			= _____ €

* Aucune commande ne pourra être expédiée sans ajout des frais de port.

Paiement au choix : ☐ par chèque à l'ordre d'EDP Sciences (à joindre à la commande)
☐ par carte bancaire : ☐ Visa ☐ Eurocard ☐ American Express
N° de carte : _____
Date d'expiration : ____/____/____ CCV (3 derniers chiffres au dos de la carte) : _____

Date : ____/____/____
Signature : _____

PLS. X414070

SCIENCE & GASTRONOMIE

La cuisine note à note

Les composés purs que l'on sait isoler ou synthétiser offrent des possibilités de mélanges inédits. À la clef, des goûts nouveaux, qu'il faut apprendre à imaginer.

Hervé THIS

Les primates que nous sommes pâtissons de notre « néophobie alimentaire » : l'évolution a favorisé un comportement qui a permis à l'espèce humaine de proliférer et qui consiste à ne pas manger ce qui est « nouveau », c'est-à-dire ce que nous n'avons pas goûté quand nous étions enfants. Cette néophobie a l'avantage de nous prémunir contre la tentation de manger des produits toxiques, mais elle a l'inconvénient de faire de nous des « réactionnaires gastronomiques » : la meilleure cuisine risque d'être toujours celle de notre enfance !

En réalité, nous sommes doublement enfants. La seconde fois, parce que, paradoxalement, nous ignorons souvent le passé alimentaire de notre espèce (« Tout homme qui ne connaît que sa génération est un enfant », disait Cicéron). Il n'y a pas eu d'âge d'or alimentaire dans le passé, et la cuisine classique n'est pas mieux que la nôtre, même si elle fut exécutée par des Carême, Escoffier, Taillevent, La Varenne. La tradition ? Elle n'est une garantie de rien, en matière alimentaire, et la capacité de primates que nous avons d'éviter les intoxications à court terme n'évite pas les intoxications à plus long terme ; la tradition n'est pas la garantie de la perfection.

Il y a une quinzaine d'années, la proposition de cuisiner avec des composés définis nous a semblé, avec Nicholas Kurti, une provocation. Pourtant, était-elle vraiment insensée ? Puisque nous mangeons des composés quand nous consommons viandes ou légumes, pourquoi ne pas employer ces composés purs, puis des composés qui ne sont pas présents dans les tissus animaux ou végétaux ?

Un continent immense s'ouvre aux gourmands qui iront défricher les nouveaux territoires. Les citoyens n'ont accès qu'à une petite centaine de variétés végétales et à autant de produits animaux : le nombre de combinaisons est donc de l'ordre de 10 000. En revanche, puisque chaque tissu animal ou végétal renferme des milliers de composés différents (en concentrations suffisantes pour avoir un effet sensoriel), la *terra incognita* est environ 100 fois plus grande (si l'on va chercher les composés mineurs, le continent inexploré grandit considérablement).

Oui, mais *hinc sunt leones* (« Ici vivent les lions »), disaient les anciennes cartes, en désignant l'extérieur du monde connu : il y a danger ! Les cuisiniers qui s'aventureront devront être audacieux et prudents.

En attendant, comment seraient des plats composés de composés ? Il n'est pas nécessaire qu'ils soient mous : le caramel, qui s'obtient par simple chauffage de saccharose, durcit quand il refroidit. La caramélisation, d'ailleurs, s'accompagne de la formation de nombreuses molécules nouvelles (hydroxyméthylfurfural, à l'odeur de caramel, dianhydrides de fructose, etc.), ce qui montre que notre compte précédent est bien en deçà de la vérité.

Quels goûts auront les plats obtenus composé par composé ? Celui que l'on voudra en fonction de nos souhaits, car une cuisine ainsi faite sera plus précise : alors que le cuisinier classique n'a qu'une faible possibilité de régler la concentration des composés présents (l'ajout d'un légume, d'un fruit, d'une viande, d'un poisson dans une casserole s'accompagne de l'ajout de tous les composés pré-

sents dans l'ingrédient, sans possibilité de moduler les concentrations), l'emploi de composés purs permet de meilleurs réglages. Il est juste de comparer la cuisine classique à l'emploi, en peinture, de couleurs qui ne seraient pas élémentaires : impossible de faire du jaune par mélange de marron et de violet.

Le goût, alors ? La possibilité de reproduire, si elle existe, est sans intérêt : pourquoi refaire le goût des carottes, des navets, du bœuf ou de l'huître alors que l'on dispose de carottes, de navets, de bœuf ou d'huîtres ? En revanche, si le cuisinier moderne explore les nouveaux territoires, il aura les plus grandes difficultés à imaginer les goûts qu'il pourra obtenir. Les nez de l'industrie des odeurs parviennent péniblement à acquérir la compétence de prévision de leurs mélanges, mais, en cuisine, s'ajoutent la saveur, la fraîcheur, le piquant, la consistance, la température.

Les mets élaborés composés par composés sont réellement inédits, et il faut les goûter pour en avoir le goût. Le cuisinier français Pierre Gagnaire a mis plusieurs mois avant de parvenir à un résultat gustativement et artistiquement satisfaisant. Quel était le goût de ce plat, nommé « Note à Note » ? Vous devrez reproduire le plat pour goûter et le savoir.



Hervé THIS dirige l'Équipe INRA de gastronomie moléculaire au Laboratoire de chimie d'AgroParisTech. Il est aussi directeur scientifique de la Fondation Science & Culture Alimentaire (Acad. des sciences).



Retrouvez les articles de Hervé THIS sur www.pourlascience.fr